

Daños mecánicos en los sistemas de envasado de cítricos

Evaluación del daño producido en mesas de envasado, pesadoras y enmalladoras

Como cualquier otra fruta fresca, los cítricos sufren daños mecánicos durante su manipulación postcosecha en las líneas de las centrales hortofrutícolas. Estos daños pueden derivar en heridas que facilitan la entrada de patógenos y reducen la vida comercial del producto. En este artículo se analizan las características de los principales sistemas de envasado de cítricos, con un análisis especial del daño mecánico que pueden producir al producto.

F.J. García Ramos. Escuela Politécnica Superior de Huesca.

C. Valero Ubierna. Departamento de Ingeniería Rural. UPM.

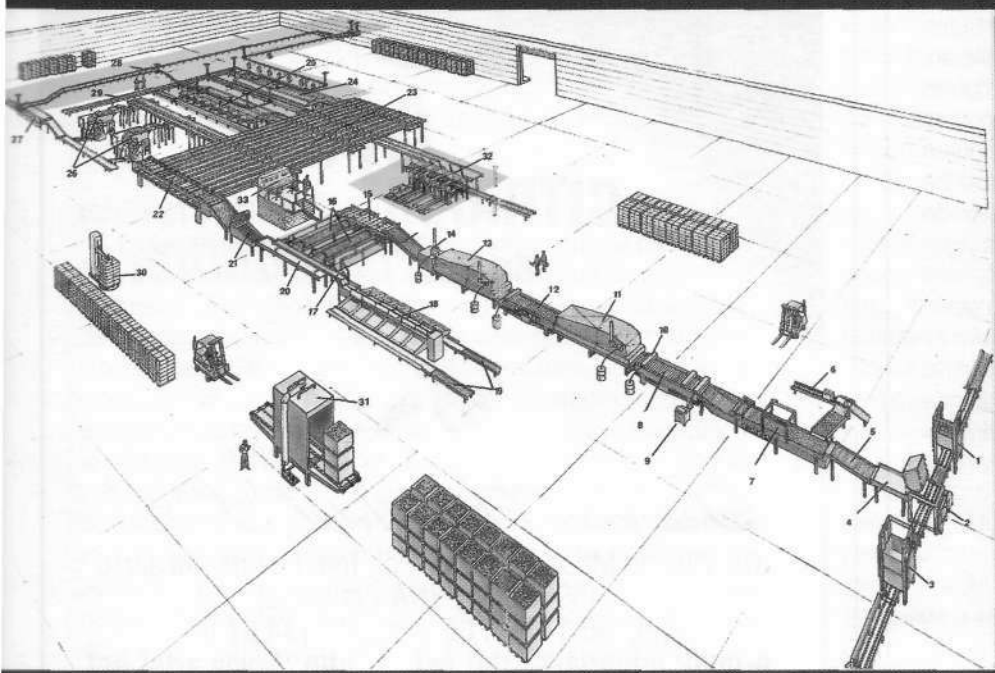


Las líneas de procesamiento de cítricos están formadas por un conjunto de máquinas que pueden llegar a constituir un verdadero laberinto con numerosos recorridos en función de los diferentes envases que se deben confeccionar (figura 1). La central hortofrutícola debe ser capaz de proporcionar al mercado las diferentes presentaciones de producto que éste demanda, muy variables debido a la especificidad de los merca-

dos de consumo. Por tanto, las líneas de confección suelen contar con varios sistemas de envasado que permitan diferentes confecciones. Estos equipos tienen un alto coste y permiten capacidades de trabajo elevadas.

FIGURA 1.

Esquema de una línea de confección de cítricos. Documentación Fomesa.



► Sistemas de envasado

El envasado es uno de los puntos clave dentro del proceso de confección, ya que es en este punto donde el producto es confeccionado de cara a su venta al consumidor. En función de la automatización del proceso podemos diferenciar entre dos tipos de envasados: manual y mecánico.

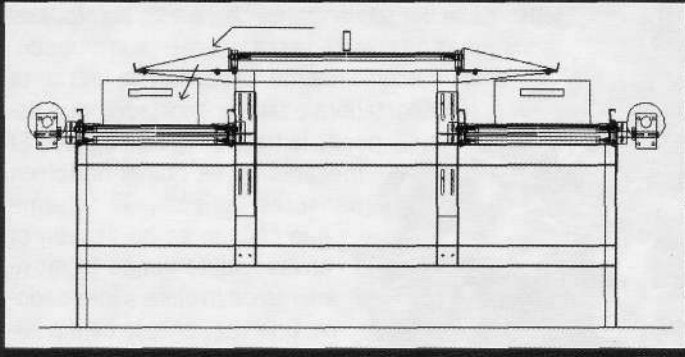
Envasado manual

En el envasado manual los trabajadores confeccionan manualmente el producto, colocando la fruta en diversos tipos de envases. Para ello se utilizan mesas de envasado.

Las mesas de envasado (figura 2) están formadas por un conjunto de cintas transportadoras que reciben la fruta del calibrador y unas bandejas laterales paralelas a dichas cintas en las que la fruta es depositada. Los operarios, situados junto a las bandejas, recogen manualmente la fruta y la colocan en los envases, que suelen llegar a las mesas a través de cadenas mecánicas de alimentación. Una vez llenos, los envases se depositan en cadenas

FIGURA 2.

Mesa de Envasado. Documentación Maxfrut.



que los transportan hasta la zona de paletizado.

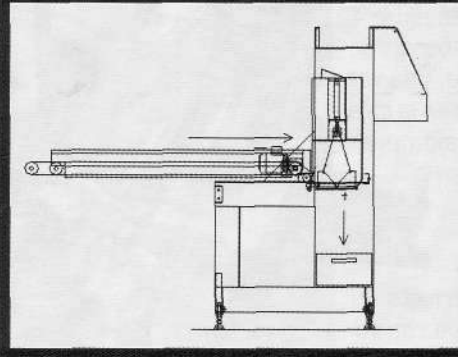
El envasado manual presenta la ventaja de que la fruta es tratada suavemente y además permite realizar un último proceso de selección, desechando la fruta no válida que no ha sido detectada en las anteriores trías.

► Envasado mecánico

La gama de maquinaria utilizada en el envasado mecánico es muy amplia, dadas las diferentes preferencias en la confección

FIGURA 3.

Pesadora-encajadora. Documentación Maxfrut



del producto por parte de los consumidores. Analizando la forma de realizar el envasado, se puede hacer una clasificación en tres grandes grupos: sistemas de envasado por peso (pesadoras), sistemas de envasado por número de frutos y sistemas de envasado por volumen.

- **Pesadoras.** La cantidad de fruta a colocar en cada envase se estima por pesada de la misma. La fruta entra en la máquina y es pesada mediante balanzas electrónicas hasta alcanzar el peso total. El peso es controlado por un microcontrolador electrónico que permite establecer un determinado margen de pesada. Una vez alcanzado dicho peso, el volumen de fruta se deposita en el envase, que es transferido a una cinta transportadora de salida. Las características de estas máquinas varían en función del tipo de envase; existen dos tipos principales: encajadoras y enmalladoras-embolsadoras.

- **Encajadoras (figura 3):** permiten volúmenes de envasado de entre 5 y 20 kg, con una precisión en pesaje entre 0,5 y 1%. Dis-

ponen de motores eléctricos de pequeña potencia, entre 1 y 3 kW, y trabajan mediante sistemas de aire comprimido, con presiones entre 4 y 8 bar. Normalmente disponen de pequeños ascensores que, una vez pesada, depositan la fruta en la caja con la menor altura de caída posible, evitando así daños mecánicos.

- Enmalladoras y embolsadoras (foto 1): permiten confeccionar el producto en mallas o bolsas de plástico con volúmenes de envasado de entre 0,5 y 5 kg. La precisión de pesada es similar a la de las encajadoras. La capacidad de trabajo permite confeccionar entre 20 y 40 paquetes por minuto dependiendo del producto y del tamaño del paquete. Utilizan motores eléctricos con potencias instaladas entre 1 y 4 kW. También utilizan sistemas de aire comprimido similares a los de las encajadoras.

- Sistemas de envasado por número de frutos. El sistema de envasado por número de frutos, basado en un calibrado previo muy preciso, se fundamenta en la utilización de sistemas neumáticos con boquillas individuales de succión (una por fruto), que transfieren el producto a cajas con bandejas de alveolos dispuestos con la misma geometría que las boquillas neumáticas (foto 2). El trato a la fruta es muy suave y permite altas capacidades de trabajo (desde 200 a 600 cajas/hora en función del tipo de

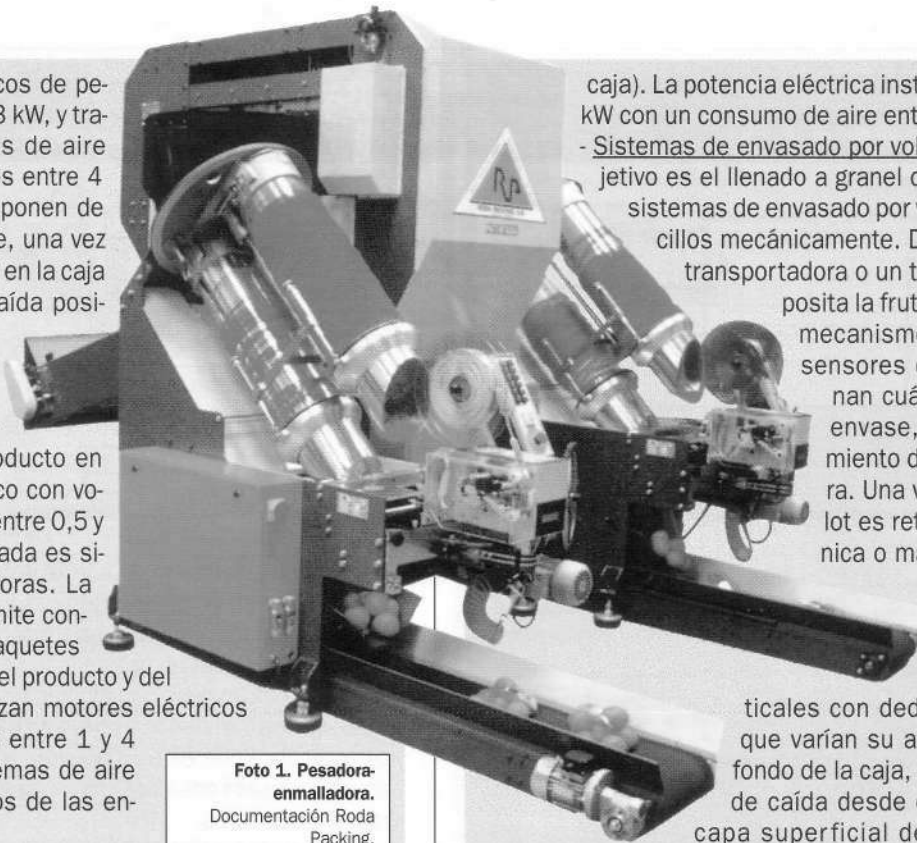


Foto 1. Pesadora-enmalladora. Documentación Roda Packing.

caja). La potencia eléctrica instalada está entre 1 y 4 kW con un consumo de aire entre 10 y 15 l/min.

- Sistemas de envasado por volumen (foto 3). Su objetivo es el llenado a granel de cajas o palots. Los sistemas de envasado por volumen son muy sencillos mecánicamente. Disponen de una cinta transportadora o un transportador, que deposita la fruta en la caja o palot. El mecanismo es comandado por sensores ópticos que determinan cuándo se ha llenado el envase, deteniendo el movimiento de la cinta alimentadora. Una vez llena, la caja o palot es retirada de forma mecánica o manual y sustituida por

una vacía. En el caso de llenado de palots, existen transportadores verticales con dedos de goma móviles que varían su altura con respecto al fondo de la caja, de modo que la altura de caída desde el transportador a la capa superficial de fruta se mantiene

constante en todo momento, evitando así impactos que puedan dañar al producto.

Daños mecánicos

Uno de los principales problemas que pueden presentar las máquinas postcosecha de fruta fresca es la agresividad con que tratan al producto. En definitiva, el número de impactos o golpes que un fruto recibe y su intensidad pueden limitar considerablemente la vida comercial del mismo y su precio de mercado y, por tanto, su calidad.

Los impactos que la fruta recibe durante su proceso de envasado son en muchos casos difíciles de analizar, dado que la mayoría de las partes de estas máquinas están cerradas y su acceso visual es dificultoso. Para poder estimar las cargas mecánicas aplicadas a la fruta durante su manipulación, se pueden utilizar sensores conocidos popularmente como "frutos electrónicos" (foto 4), que se introducen dentro de las líneas de envasado como si fuesen otro fruto más. Su aspecto externo es similar al de un fruto real y en su interior disponen de un sensor que registra la intensidad de los impactos recibidos e identifica las zonas de las máquinas donde dichos impactos se han producido. Existen diferentes tipos de frutos electrónicos, si bien los más aceptados son aquellos que registran cargas en movimiento, es decir, cargas dinámicas. En este tipo de máquinas la fruta recibe cargas mecánicas en tres zonas: entrada, interior y salida.

Para dar una visión de las características de estos impactos en función del sistema de envasado, a continuación se sintetizan algunos resultados de un trabajo de investigación en el que se evaluaron tres sistemas de envasado con un total de once máquinas: cuatro mesas de envasado, tres pesadoras-encajadoras y tres pesadoras-enmalladoras. Para evaluar la agresividad de dichas



Foto 2. Encajadora neumática por número de frutos. Documentación Serfruit.

FIGURA 4.

Nivel de impacto a la entrada de los sistemas de envasado (ME: mesa de envasado; PC: pesadora de cajas; E: enmalladora).

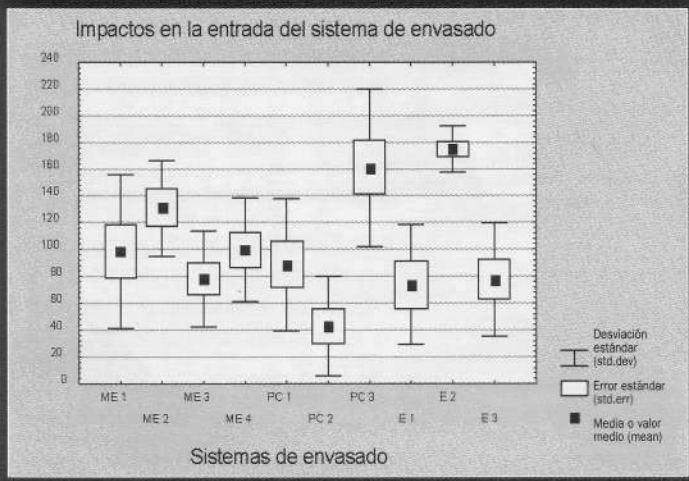
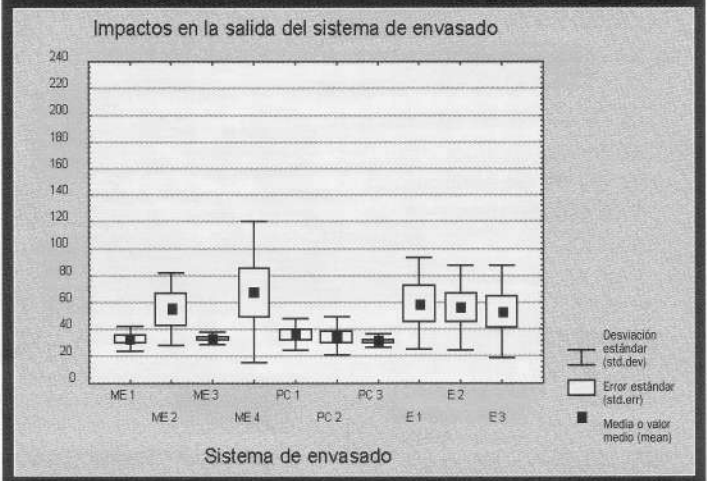


FIGURA 5.

Nivel de impacto a la salida de los sistemas de envasado (ME: mesa de envasado; PC: pesadora de cajas; E: enmalladora).



máquinas se utilizó un fruto electrónico de 161 g de masa y 7 cm de diámetro, fabricado por la empresa norteamericana Techmark, Inc. El fruto electrónico registra la intensidad de los impactos en unidades de aceleración, concretamente en número de veces la aceleración de la gravedad (g). Algunos autores estiman que 60 g es un umbral adecuado para cítricos, es decir, impactos superiores a ese valor deberían ser evitados.

Como resultados del estudio se pueden destacar los siguientes (figuras 4 y 5):

- En general los sistemas de envasado de cítricos analizados son agresivos en el punto de entrada a la máquina con in-



Foto 4. Fruto electrónico IRD.

tensidades de impacto en torno a 80 g. Por lo tanto, este punto debe ser diseñado con especial atención, ya que depende en mayor medida del montaje de la línea (alimentación de la máquina) que de la máquina en sí.

- Las mesas de envasado no mostraron excesivas diferencias para los diferentes fabricantes (poca variabilidad).

- Las pesadoras-encajadoras se comportaron de diferente forma en función de la marca de la máquina. Su punto problemático fue siempre la entrada, siendo la salida muy aceptable. La misma conclusión es extrapolable al caso de las enmalladoras.

- Las pesadoras-enmalladoras presentan el problema adicional de que, además de aplicar cargas mecánicas en la entrada y la salida, aplican aproximadamente dos impactos más que los otros sistemas de envasado durante el proceso de pesada (en el interior de la máquina).

- En términos globales, las pesadoras de cajas son el sistema menos agresivo. ■

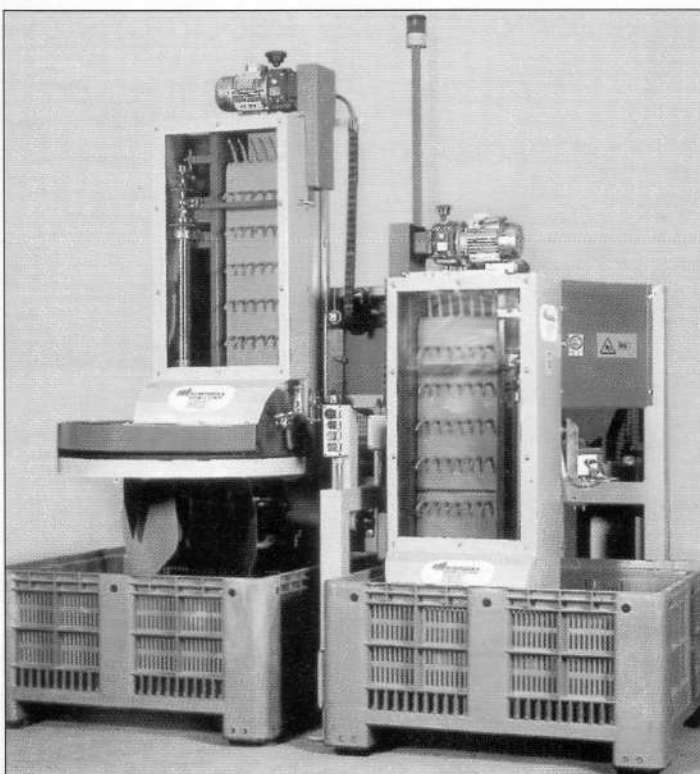


Foto 3. Llenadora a granel de palots. Documentación Sammo.