

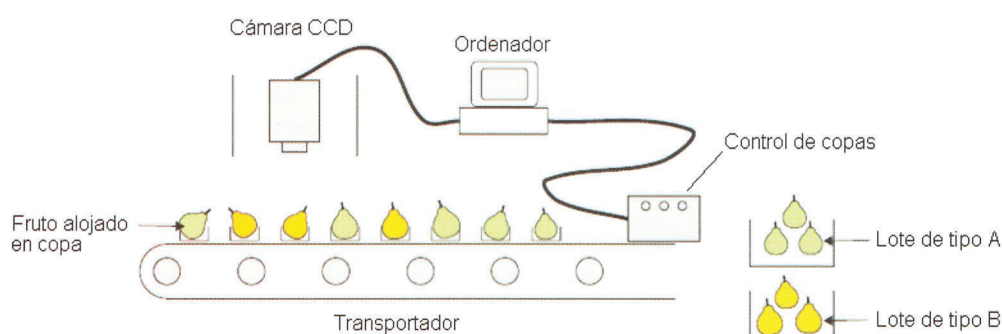
# Equipos para el **calibrado óptico** de la fruta

por: Guillermo P. Moreda, Margarita Ruiz-Altisent

Laboratorio de Propiedades Físicas y Tecnologías Avanzadas en Agroalimentación (LPF-TAG) –TAGRALIA-CM

Dpto. De Ingeniería Rural. Universidad Politécnica de Madrid

E-mail: guillermo.moreda@upm.es



**Figura 1.** Componentes básicos de un sistema automatizado de clasificación de fruta basado en visión artificial. Fuente: Forbes, (2000).

Una de las operaciones a las que se someten en postcosecha los productos hortofrutícolas destinados al consumo en fresco es el calibrado o clasificación del producto (fruta u hortaliza) en lotes de tamaño homogéneo. Actualmente, el principal interés de dicha clasificación por calibre es poder envasar los frutos en bandejas alveoladas en lugar de directamente a granel en las cajas. Las ventajas de disponer los frutos en bandejas alveoladas son:

- En primer lugar, el producto se encuentra más protegido frente a golpes y vibraciones que ocurren durante el transporte. Las vibraciones pueden provocar la aparición de daños mecánicos o magulladuras, que aparte de depreciar el producto lo hacen más vulnerable a ataque de patógenos.
- En segundo lugar, cuando la fruta se coloca en bandejas dentro de las cajas se aprovecha mejor el volumen del contenedor de transporte.

Aunque el Reglamento (CE) nº 1221/2008 ha eliminado las prescripciones relativas a tamaño y forma para un total de 26 productos hortofrutícolas, aún quedan otros 10 (cítricos,

manzana, pera, melocotón, tomate, kiwi, pimiento, lechuga, fresa, uva de mesa) para los que se mantienen disposiciones relativas al calibrado.

## Equipos para el calibrado

A lo largo de los años se han ido desarrollando diversos equipos para clasificar el producto por tamaño. En Moreda et al. (2004) se puede encontrar un resumen de estos equipos. Dentro de los calibradores ópticos, los más extendidos y versátiles son los



**Figura 2.** Vista general, desde el final de la línea, de un calibrador por visión artificial o de videocámaras de dos "calles". Esta máquina en concreto incluye también pesado electrónico.



**Figura 3.** Vista general del anillo óptico (en negro) y el alineador o doble banda en V que lanza los frutos para que atraviesen el anillo. (.)

basados en visión artificial (en inglés: computer vision o machine vision). Básicamente lo que hacen estos equipos es tomar unas imágenes de cada fruto que pasa por debajo de una videocámara dispuesta cenitalmente (Figura 1), y realizar mediciones sobre esas imágenes. Aparte de clasificar los frutos según tamaño y forma, los calibradores que utilizan videocámaras también clasifican el producto por color. Los calibradores por visión artificial, o de videocámaras, están constituidos en esencia por:

- Una cámara con sensor de imagen CCD o CMOS
  - es decir, el mismo sensor de imagen que una cámara de fotos o video de "electrónica de consumo"-
- Un sistema de iluminación adecuado que evite que se produzcan sombras dentro del túnel de inspección (Figura 2)
- Una tarjeta digitalizadora
- Un programa de análisis de imagen
- Un sistema automatizado de eyección ("control de copas" en la Figura 1) de los frutos por diferentes salidas en función del tamaño y color fundamentalmente.

El sensor de imagen es una matriz de diminutos píxeles (elementos de imagen). A semejanza del ojo humano, la cantidad de luz que incide sobre cada píxel es convertida en una señal eléctrica, existiendo una estrecha relación entre cantidad de luz incidente y voltaje asociado. Esto, al igual que en el ojo humano, es un proceso analógico o continuo. Pero para poder analizar informáticamente la imagen percibida, hay que discretizar o digitalizar la señal analógica de voltaje que sale del sensor CCD. Ello se realiza con una tarjeta digitalizadora de vídeo.

Tradicionalmente en la inspección de fruta con videocámara se han empleado cámaras matriciales de tipo entrelazado, es decir, basadas en la misma tecnología de la televisión convencional. Sin embargo en los últimos años, con el desarrollo de las

cámaras progresivas, las cámaras entrelazadas han empezado a desaparecer. El principal inconveniente de estas últimas es que cuando capturan las filas pares (trama o campo par de la imagen) el objeto ya se ha movido. Sin embargo las cámaras progresivas lo que hacen es capturar de golpe toda la imagen y después ya enviarla "poco a poco" a la tarjeta digitalizadora. Por ejemplo, para calcular el volumen de un fruto, una cámara progresiva es más precisa que una de tipo entrelazado.

Dos conceptos clave en cualquier sistema de visión artificial son la resolución espacial y el rango dinámico. La resolución es la capacidad para resolver espacialmente detalles en una imagen. El rango dinámico se refiere al abanico de niveles de luz que es capaz de capturar el dispositivo de imagen.

Aparte de los equipos "a videocámaras", es decir, los basados en visión artificial, hay otros equipos optoelectrónicos que no se basan en el análisis de imágenes, sino que funcionan por bloqueo de luz. Uno de estos equipos es el anillo óptico (Figura 3) con el que en el Laboratorio de Propiedades Físicas y Tecnologías Avanzadas en Agroalimentación (grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid integrado en el consorcio TAGRALIA de la Comunidad de Madrid) hemos trabajado en los últimos años. En el número de marzo de 2010 de la revista «Horticultura» se detallan los principales resultados obtenidos con este equipo. La principal diferencia del anillo óptico con un sistema de visión artificial es que en el sistema de anillo sólo se tiene información del contorno exterior del fruto, pero no de su interior; por eso el sensor de anillo óptico no da información sobre el color de la piel del fruto.

### Bibliografía

- Forbes, K. (2000). Volume estimation of fruit from digital profile images. Master's thesis. Cape Town, South Africa: University of Cape Town, Department of Electrical Engineering. Disponible en: <http://www.dip.ee.uct.ac.za/~kforbes/Publications/msckaf.pdf> . Consultado el 15/02/2010.
- Moreda, G. P., García-Ramos, F. J., Valero, C., Ruiz-Altisent, M. 2004. Calibradores en líneas de manipulación de producto fresco. Horticultura, 180: 30-36. Disponible en: [http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort%2FHort\\_2004\\_180\\_30\\_37.pdf](http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort%2FHort_2004_180_30_37.pdf) .