

Clasificación de nectarinas según su firmeza mediante la manipulación con una garra robot

V. Cortes¹, C. Blanes², S. Munera³, P. Talens¹, M. Mellado², J. Blasco³ y C. Ortiz⁴

1 Dpto. Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, viccorl3@doctor.upv.es

² Instituto Automática e Informática Industrial, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia

³ Centro de Agroingeniería. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Ctra. Moncada-Náquera km. 4.5; Moncada, 46113 Valencia

⁴ Dpto. Ingeniería Rural y Agroalimentaria, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia

Resumen

La firmeza es un parámetro clave para determinar la calidad de las nectarinas. En el proceso de empaquetado es también fundamental asegurarse que la fruta reúne las características necesarias de calidad. Las operaciones de encajado en los almacenes de confección de fruta fresca se realizan habitualmente de forma manual. La utilización de garras robot para la manipulación de los productos presenta claras oportunidades. En este trabajo se plantea la posibilidad de usar una garra robot con cuatro dedos y dos acelerómetros para clasificar nectarinas según su firmeza.

Palabras clave: nectarina, firmeza, no destructivo, garra robot

Nectarine classification according to firmness based on robot gripper handling

Abstract

Nectarine firmness is crucial to determine fruit quality. In the fruit packaging process, it is very important to assure packaging under specific quality characteristics. Fresh fruit packaging in packing lines is usually manually done. The use of robot grippers for fruit handling is very challenging. In this research, the possibility of using a robot gripper, with four fingers and two accelerometers, to assess nectarine firmness during packaging is proposed.

Keywords: nectarine, firmness, non destructive, robot gripper

Introducción y/o Justificación

La firmeza de la pulpa, el color, el contenido en sólidos soluble y la acidez titratable son los parámetros que generalmente se usan para definir la calidad de la fruta porque son entendibles por investigadores, productores y comercializadores (Abbott, 1999).

La calidad de la nectarina se ha medido comúnmente a través de propiedades físicas y químicas que describen el proceso de maduración (Echevarría *et al.*, 2015). La selección de la madurez adecuada es un factor clave para determinar la calidad de la fruta y la aceptación del consumidor. La firmeza es uno de los parámetros más importantes en la medida de la calidad y de la vida poscosecha de melocotones y nectarinas.

En el proceso de empaquetado es también fundamental asegurarse que la fruta reúne las características necesarias de calidad. En la mayoría de los casos las operaciones de encajado en los almacenes de confección de fruta fresca se realizan de forma manual. La operación manual es capaz de manejar la fruta delicadamente y a gran velocidad.

En la automatización de las operaciones de la industria de productos agroalimentarios la robótica presenta claras oportunidades (Wilson 2010). Blanes *et al.* 2011 proponen diferentes soluciones para desarrollar garras robot para el manejo de productos hortofrutícolas frescos. Para conseguir su objetivo las garras robot deben mejorar su habilidad para manejar frutos irregulares y sensibles al daño. Una solución planteada es la utilización de garras robot para operaciones *pick and place* en el encajado de frutas y verduras frescas.

En este trabajo se evalúa el funcionamiento de una garra robot capaz de manipular nectarina dispuesta con sensores para estimar firmeza durante el agarre y discriminar los productos que no deben ser encajados.

Material y Métodos

Un lote de 175 nectarinas de la variedad ‘Magique’ fueron seleccionadas en un estado verde de recolección y separadas de forma aleatoria en 7 lotes de 25 frutos. Los frutos fueron almacenados bajo condiciones ambientales para favorecer la maduración. Los lotes fueron analizados cada 2 días. Cada día de análisis el lote correspondiente era manipulado por la garra y posteriormente se medía la firmeza destructiva mediante compresión con aguja cilíndrica de 6 mm de diámetro a una velocidad de 10 mm/s.

La garra está diseñada para una manipulación tipo P&P, figura 1. Está acoplada a un robot ABB IRB 340. Dispone de cuatro dedos, opuestos dos a dos. En anteriores prototipos se empleaban tres dedos con una ventosa (Blanes *et al.*, 2015a). Sin embargo, la nectarina tiene una piel muy sensible y no puede usarse la ventosa, lo que obligó a desarrollar un nuevo prototipo con cuatro dedos. Uno de los dedos posee un dispositivo tipo “jamming” capaz de copiar la forma del fruto. En éste dedo (A) y en su opuesto (B) lleva dos acelerómetros de rango $\pm 10\text{g}$. La descripción del tratamiento de la señal y del dispositivo de control del “jamming” se encuentra descrito en Blanes *et al.*, 2015b. La presión y velocidad han sido ajustadas para garantizar el agarre correcto sin generar daños. El robot se encarga de coger la nectarina desde una cinta transportadora, elevar el producto y provocar cinco impactos no destructivos para estimar firmeza.

Resultados y Discusión

Evolución con el tiempo de las variables destructivas de textura y no destructivas de la garra

La variable Fmax, medida en el ensayo destructivo de textura, presentó una clara evolución a lo largo de los días del experimento, Figura2. Mostrando la pérdida de firmeza característica del proceso de maduración.

Las variables de la garra que mantienen una evolución lógica de cambio, descenso progresivo, según los días de almacenamiento, fueron las extraídas del dedo A.

En todos los casos el dedo A presenta una caída muy marcada de valor el día 5, Figura 3.

Después de estudiar las correlaciones entre las variables destructivas de firmeza y las variables no destructivas extraídas de la garra se confirma como las variables de la garra que más se correlacionan con la textura son las extraídas del dedo A.

Análisis discriminante.

Se llevó a cabo un análisis discriminante para clasificar las categorías de madurez en función de las variables no destructivas de la garra. Para ello se consideró cada día de ensayo como un valor de madurez diferente.

El Porcentaje de frutos bien clasificados fue de 73,1%, Tabla 1. Cinco frutos de cincuenta muy maduros fueron clasificados como inmaduros y 5 inmaduros como maduros. Hay que tener en cuenta que las categorías de madurez se establecieron en función de los días, pero algunos frutos no presentaron los valores destructivos de madurez correspondientes al día de ensayo.

Conclusiones

Las variables no destructivas extraídas del acelerómetro A de la garra robot presentaron una evolución descendente con el proceso de maduración de los frutos. El cambio brusco de las variables de la garra robot el día 5, ponen de manifiesto la posibilidad de tener un funcionamiento inadecuado del equipo e indican la necesidad de buscar un sistema para calibrar el equipo cada día de ensayo.

Las variables no destructivas extraídas de la garra robot pueden ser utilizadas para clasificar las nectarinas en niveles de madurez.

Agradecimientos

Esta investigación se ha financiado parcialmente por el INIA y los fondos FEDER a través de los proyectos RTA2012-00062-C04-02 y RTA2012-00062-C04-03). Victoria Cortés López agradece al Ministerio Español de Educación, Cultura y Deporte por la beca FPU (FPU13/04202).

Bibliografía

- Abbott, J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables, *Postharvest Biology and Technology*, 15(3): 207-225.
- Wilson, M. 2010. Developments in robot applications for food manufacturing. *Industrial Robot*, 37(6), 498–502. doi:10.1108/01439911011081632.
- Blanes, C., Cortés, V., Ortiz, C., Mellado, M. y Talens, P. 2015a. Non-Destructive Assessment of Mango Firmness and Ripeness Using a Robotic Gripper. *Food and Bioprocess Technology*, 8(9): 1914-1924
- Echeverría, G., Cantín, C.M., Ortiz, A., López, M.L., Lara, , I y Graell, J. 2015. The impact of maturity, storage temperature and storage duration on sensory quality and consumer satisfaction of 'Big Top®' nectarines, *Scientia Horticulturae*, 190(16): 179-186.
- Blanes C., Martin M., Beltrán P. 2015b. Tactile Sensing with Accelerometers in Prehensile Grippers for Robots. *Mechatronics*. In publication process. DOI: 10.1016/j.mechatronics.2015.11.007

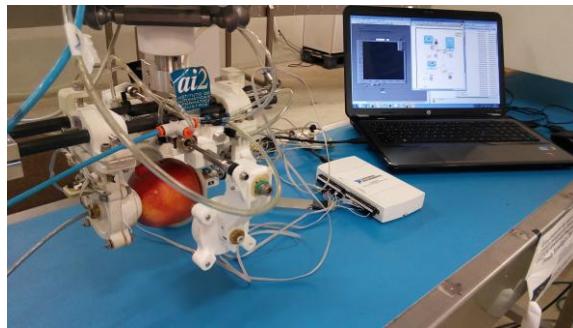


Figura 1. Garra robot

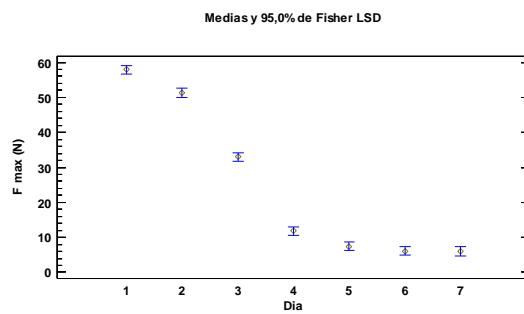


Figura 2. Evolución de la fuerza máxima (N) según los días (medias y 95% de Fisher LSD).

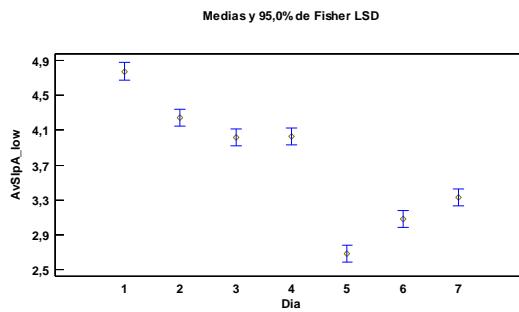


Figura 3. Evolución de la variable AvSlpA-low (media de la pendiente de la curva de aceleración del acelerómetro A de la garra) según los días (medias y 95% de Fisher LSD).

Tabla 1. Tabla de clasificación del análisis discriminante.

Madurez real	Tamaño de Grupo	Madurez predicha			
		Inmaduro	Maduro	Muy Inmaduro	Muy maduro
Inmaduro	50	33 (66,00%)	4 (8,00%)	8 (16,00%)	5 (10,00%)
Maduro	50	9 (18,00%)	34 (68,00%)	0 (0,00%)	7 (14,00%)
Muy Inmaduro	25	3 (12,00%)	1 (4,00%)	21 (84,00%)	0 (0,00%)
Muy maduro	50	5 (10,00%)	3 (6,00%)	2 (4,00%)	40 (80,00%)