

Evaluación del funcionamiento de un sensor comercial de firmeza en pera. Estudio metrológico

Constantino Valero¹⁾, Carlos Crisosto¹⁾, David Slaughter¹⁾

¹⁾ Dept. Ingeniería Rural, Universidad Politécnica Madrid, Av. Complutense, Madrid 28040, Spain.

constantino.valero@upm.es

²⁾ Dept. of Plant Sciences, University of California, at the Kearney Agricultural Center, 9240 South Riverbend Avenue, Parlier, CA 93648.

³⁾ Dept. Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis, One Shields Av, Davis, CA 95616

Abstract

Non-destructive firmness estimation of fruits has recently become available for packers, although they demand more information on their performance and reliability. A commercial device based on low mass impact has been tested in this work, and it has been applied on pears. Correlation between the firmness index given by the device and Magness-Taylor force was low ($r=0.896$). Classifications modeled with discriminant analysis showed that it is feasible sort samples into two firmness groups (96 to 91% of correct classification for pear). Classification into three classes yields lower scores. A study searching for sources of variation in the measurement showed that the distance sensor-fruit, the displacement from the center, and the operating pressure affect the reading in a significant way.

Palabras Clave (Keywords)

Calidad, firmeza, impacto, no-destructivo, pera. Quality, firmness, impact, pear, non-destructive.

Resumen

La pérdida de firmeza es un proceso fisiológico (Kader, 2002; Crisosto, et al., 2002) que afecta de forma clara al valor comercial y la calidad final de los frutos, ya que influye en su susceptibilidad a magulladura durante el envasado. Para el productor, la medida de la firmeza tiene gran interés, ya que permite generar lotes de frutos "listos para comer" en su óptimo de consistencia, y tomar decisiones más seguras sobre conservación, envío y ventas (Crisosto and Mitchell, 2002). Los métodos de medida no destructiva de firmeza se basan en tecnologías muy diferentes (Chen, 1996; Abbott, 1999), si bien el impacto de baja energía se ha empleado con éxito en diversos frutos (Peleg, 1999; Jarén et al., 2002). La firmeza en pera se ha estimado mediante resonancia magnética nuclear (Bellon et al., 1992), impacto (Peleg, 1999; Jarén and García-Pardo, 2002) propiedades acústicas (Jancsok et al., 2001; De Belie et al., 2000). La industria dispone de sistemas en línea similares a los usados en laboratorio (Aweta, 2004; Greefa, 2004). El sistema "Sinclair iQ® system" evaluado en este trabajo está fabricado por Sinclair International Ltd. (Howarth, 2002) y calcula un índice de firmeza adimensional analizando la respuesta a un impacto que sufre un acelerómetro colocado en el extremo de un fuelle de goma lanzado contra la superficie del fruto.

En este estudio se midieron 99 peras 'Bartlett' cosechadas en el valle de San Joaquín en 2002. En el laboratorio del KAC se tomaron tres medidas por fruto alrededor del ecuador con el equipo Sinclair, y posteriormente tres lecturas de penetración manual Magness-Taylor

(Ametek, Hatfield, PA) como referencia. La relación entre ambas proporciona un comportamiento claramente lineal (Fig.1) pero una correlación baja ($r=0,896$), por lo que no es posible crear un modelo de estimación continua con bajo error. La clasificación en tres niveles de firmeza (Tabla 1) produjo un acierto de 76 a 81%, según los límites entre clases.

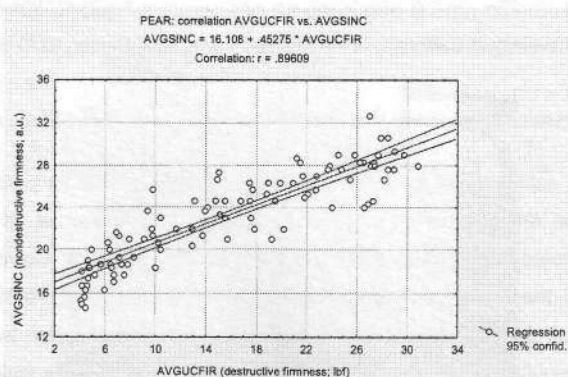


Figura 1. Correlación entre las medidas del penetrómetro y el equipo Sinclair.

Como el error de estimación es alto, se procedió a realizar un estudio de las posibles fuentes de error intrínsecas al funcionamiento del sistema Sinclair. Se

Tabla 1. Clasificación en 3 niveles de firmeza, usando el 'Sinclair' como estimación del penetrómetro.

Límites de firmeza (N) entre los grupos 'duro', 'medio' y 'blando'	Porcentaje de frutos bien clasificados (y número de individuos)			
	media	'blandos'	'medios'	'duros'
27 y 90	77% (99)	76%(17)	73%(48)	82%(34)
45 y 67	81% (99)	94% (37)	0% (13)	92% (49)
67 y 90	76% (99)	88% (50)	0% (15)	91% (34)
auto-límites	76% (99)	77% (31)	48% (27)	93% (41)

realizaron medidas repetidas sobre esferas de referencia, calibradas según su firmeza, variando sistemáticamente la configuración, como: la distancia sensor-fruto, la presión de aire que impele el fuelle, la inclinación de la región de impacto, y el tiempo de operación total. Los factores que más influyen son la presión y la inclinación en el contacto

Referencias

P. Barreiro, V. Steinmetz, M. Ruiz-Altisent, 1997. Neural bruise prediction models for fruit handling and machinery evaluation. *Comput. Electron. Agric.* 18, 91-103

V. Bellon, S. I. Cho, G. W. Krutz, A. Davenel. 1992. Ripeness sensor development based on nuclear magnetic resonance. *Food Ctr.*,3(1):45-48.

N. De Belie, S. Schotte, J. Lammertyn, B. Nicolai, J. De Baerdemaeker. 2000. Firmness Changes of Pear Fruit before and after Harvest with the Acoustic Impulse Response Technique. *Journal of Agricultural Engineering Research.* 77(2):183-191.

P.Chen, Y. Tjan. 1998. A Real-time Impact Sensing System for Online Firmness Sensing. In: *AgEng Conference Oslo 1998*, Paper 98-F-006.

C. H., Crisosto, D. Slaughter, D. Garner, J. Boyd, 2001. Stone fruit critical bruising thresholds. *J. Am. Pomol. Soc.* 55, 76-81.

C. H.Crisosto, F.Gordon Mitchell. 2002. Postharvest handling systems: stone fruits. I. Peach, nectarine and plum, Chapter 28, In: A.A. Kader (ed), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, Third Edition, DANR Publication #3311.

M.S. Howarth. 2002. Sinclair iQ firmness tester., In: *Proc. of AgEng Conference 2002*, p. 8. Paper 02-IE-006 Budapest

C. Jaren, E. Garcia-Pardo. 2002 Using non-destructive impact testing for sorting fruits. *Journal of Food Engineering.* 53(1):89-95.

K. Peleg, 1999 Development of a Commercial Fruit Firmness Sorter. *Journal of Agricultural Engineering Research.* Mar; 72(3):231-238.

C. Valero, C. H. Crisosto, D. Slaughter. 2007. Relation between destructive and commercially important ripening fruit stages for peaches, nectarines and plums. *Postharvest Biol. and Technol.* 44(3): 248-253.