

Modelo para la clasificación no destructiva de fruta en grados de firmeza a partir de medidas ópticas y mecánicas. Aplicación a melocotones amarillos de carne dura.Lleó, L.²

Departamento de Ciencia y Tecnologías
Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola.
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica
Agrícola.

e-mail: lgarcia@agricolas.upm.es

Ruiz-Altisent, M.²

Laboratorio de Propiedades Físicas. Departamento de
Ingeniería Rural
E.T.S. Ingenieros Agrónomos.

¹ y ² Universidad Politécnica de Madrid
Ciudad Universitaria s/n 28040 Madrid.

Objetivos

- Predecir rangos de firmeza Magness Taylor a partir de medidas no destructivas
- Establecer modelos de clasificación para firmeza y valoración organoléptica
- Estimar valoración organoléptica en melocotones mediante ensayo no destructivo.

Materiales y métodos

Los melocotones objeto del estudio son amarillo de carne dura tipo pavía.

Durante la campaña 1997, se analizaron muestras representativas de un número importante de variedades de melocotón que llegaban a cooperativas en la Región de Murcia y a un hipermercado de Madrid. Las variedades fueron Caterina, BabyGold, Sudanell, Vesubio y Miraflores. El número de frutos, melocotones amarillos de carne dura, fue de 224.

Los ensayos que se realizaron fueron:

- Ensayo destructivo de estimación de firmeza por penetrometría Magness Taylor, realizado mediante punzón metálico de 8mm de diámetro, a una velocidad de 20 mm por minuto.

- Ensayos no destructivos:

Impacto, realizado mediante el impactador del Laboratorio de Propiedades Físicas.

Ensayo de deformación mediante el empleo de durómetro tipo Durofel-10. Posee un cilindro metálico que emerge 3 mm de superficie metálica y plana. Dicho cilindro se aplica perpendicularmente a la superficie del fruto; está conectado a un resorte que registra la fuerza correspondiente a la deformación máxima.

Medida de reflectancia en el espectro visible desde 400 a 700 nm, mediante el uso del espectrofotómetro Minolta CM-508i. Se consideraron las reflectancias correspondientes a 450 nm y a 680 nm, por ser las que mejor se correlacionan con la presencia de carotenoides y clorofila respectivamente. Ambos pigmentos están relacionados con el proceso de maduración, en el cual también se reblandecen los frutos.

Resultados

El objetivo de este estudio es llegar a saber con bastante probabilidad, dependiendo del grado de relación entre las variables, si un fruto está muy blando, medianamente o duro sin necesidad de realizar un ensayo destructivo sino simplemente a partir de medidas ópticas y de firmeza no destructivas.

La herramienta estadística empleada fue la regresión lineal múltiple realizada paso a paso, eligiéndose en cada uno la variable más significativa del conjunto de variables independientes posibles, siendo el parámetro a predecir, la firmeza Magness Taylor. El hecho de escoger este último como variable dependiente, se debe a que este parámetro es el que se utiliza con mayor frecuencia para estimar firmeza.

En dicho proceso iterativo y por orden de mayor a menor significación, quedaron escogidas la fuerza máxima de impacto, la reflectancia a 680 nm y la reflectancia a 450 nm. La variable correspondiente al ensayo Durofel apenas mejoraba la calidad del modelo, y sin embargo si se implantase, por ejemplo, en una línea de manipulación de fruta, ralentizaría mucho el proceso de adquisición de datos, con lo que se desestimó.

Una vez decidido el modelo de estimación, se comprobó su robustez mediante validación cruzada. Consiste en la realización de una serie de regresiones: obtención de modelos /

validaciones a partir de la población inicial de melocotones. En primer lugar aquella se dividió aleatoriamente en dos grupos; uno contenía el 90 % y sirvió para obtener el modelo; el otro contenía el 10% restante y sirvió para validarlo. En un segundo paso se escogió un 90% distinto del anterior para obtener el modelo y un 10% también diferente del 10% anterior para validarlo. Así se siguió sucesivamente hasta 10 pasos de forma que las muestras de validación eran siempre completamente diferentes entre sí.

Se compararon las características de cada modelo así obtenido y también del modelo generado a partir de todos los frutos y a partir de sólo la mitad de los frutos. Se obtuvieron valores de R2 muy parecidos, en torno al 60% y coeficientes de las variables independientes también muy similares. Se mostró por tanto la robustez del modelo. Los errores típicos obtenidos en la estimación y validación están en torno a 10 N. Considerando que los valores máximos de firmeza son 65 N, el error es lo suficientemente grande para impedir predecir la firmeza, sin embargo el modelo sí permite clasificar en niveles de firmeza.

Para escoger los límites entre niveles nos basamos en los datos por bibliografía para la firmeza Magness Taylor referida anteriormente, y en los propios datos de valoración organoléptica, optándose por

20 N: límite inferior para manipulación.

40 N: límite superior para garantizar buena valoración organoléptica, quedando la población dividida en:

De 0 a 20 N: blandos

De 20 a 40 N: medios

Más de 40 N: duros.

Se enfrentaron valores observados frente a predichos de todos los grupos de validación y se obtuvo:

- En ningún caso los frutos de firmeza inferior a 20 N, se predice que tengan firmeza superior a 40 N.

- Se producen muchos errores al predecir firmeza de los que tienen más de 40 N. En ese tramo el modelo presenta un sesgo por defecto: Frutos con alto nivel de firmeza se asignan a niveles intermedios.

Conclusiones

Analizando los modelos se deduce que a partir de las medidas no destructivas, fuerza máxima de impacto, reflectancias 450 y 680 nm se es capaz de separar en el 100% de los casos los melocotones de firmezas inferiores a 20 N de los superiores a 40 N. También se pueden separar muy bien los de firmezas inferior a 20 N de los de firmeza superior a 35 N. Este modelo sin embargo, no es bueno para separar los niveles intermedios de los niveles altos de firmeza. Suele asignar a melocotones bastante firmes, niveles de firmeza intermedia.

Este primer estudio demuestra que se pueden segregar distintas clases de firmeza con más o menos éxito a partir de valores no destructivos. Será necesario ampliar este estudio y validar con muestras de otras campañas. Incluso extender el estudio a otros grupos de melocotones y realizar análisis intravarietales.

Referencias

Bellon, V., F. Sévila. 1992. Optimization of a non destructive system for on-line infrared measurement of fruit internal quality. International Conference on Agricultural Engineering Paper nº 9206 02.

Crisosto C (1996) Optimum procedures for ripening stone fruit. Management of Ripening Fruit. (Univ. of California, Davis). Postharvest horticulture series 9: 28 –30

Lleó L; Ruiz-Altisent M; Riquelme F (1998) Quality assurance systems in the production and marketing of fresh peaches. XIII International Congress on Agricultural Engineering, CIGR, Rabat. 2-6

Agradecimientos

A Don Fernando Riquelme Ballesteros del CEBAS, Murcia, por facilitarme las muestras, por su amabilidad y por su labor de dirección y sugerencias.