

Azúcar en tomate

Determinación no destructiva

Existen líneas de investigación en el sector del tomate específicamente relacionados con el sabor. En este artículo se detallan sistemas de análisis no destructivos de las muestras.

● **PILAR BARREIRO ELORZA.**
MARGARITA RUIZ-ALTISENT.
 Dpto. Ingeniería Rural. Avda. Complutense, s/n. 28040 Madrid

Una de las técnicas comerciales más extendidas es la diferenciación del producto, que permite convencer al consumidor potencial de la excelencia de un bien en relación al resto y que por tanto justifica la existencia de un valor añadido (Caldentey *et al.*, 1987). El factor clave en la diferenciación es la calidad. Ahora bien, la definición de este concepto es ambigua. Hasta ahora, en el ámbito hortofrutícola, el aspecto externo ha sido el máximo baluarte de la calidad, como se deduce de una lectura de la legislación vigente. En los últimos tiempos, sin embargo, se ha registrado la aparición de una demanda añadida de: textura, sabor, y ausencia de daños internos.

En el caso concreto del tomate, existen líneas de investigación en marcha relacionadas específicamente con el sabor. Según el responsable de Ensayos y Desarrollo de Haza en España, dentro de tres a cinco años será posible ofrecer al mercado tomates de «sabor a la carta»: ácido, semiácido, dulce y superdulce (González, 1996).

Para poder evaluar estos nuevos atributos, se ha hecho necesario el desarrollo de sensores cuyo común denominador sea la no-destructibilidad de las muestras; extensas revisiones del trabajo científico realizado en este sentido han sido efectuadas por Chen y Sun en 1991, Bellon en 1993, y Ruiz-Altisent en 1996.

Uno de los atributos quími-



Es posible conocer factores de calidad sin necesidad de dañar el producto.

cos que determina de una forma inequívoca la calidad gustativa de los productos horto-frutícolas es el contenido en azúcares, estimado tradicionalmente a través del contenido en sólidos solubles ($^{\circ}$ BRIX). Este método de análisis es destructivo pues implica la extracción de al menos unas gotas de jugo del producto a evaluar. Por ello, en los últimos tiempos se ha valorado la aplicación de la reflectancia óptica en el área del espectro infrarrojo como método para la estimación del contenido en azúcares de las frutas y mostos.

Dadas las amplias perspectivas del espectro infrarrojo en particular y del espectro óptico en general, el presente equipo inició un área de investigación en este sentido con la concesión del proyecto CICYT ALI 92-0790-C0201: Nuevas técnicas de medida de atributos de calidad de alimentos y otros productos agrícolas basadas en sus propiedades ópticas, posteriormente complementado con el proyecto CICYT ALI 94-1082: Desarrollo de aplicaciones de la reflectancia óptica en las regiones VIS y NIR del espectro para la medida no destructiva de factores de calidad de pimentón con extensión a otros productos.

Fruto de esta investigación ha sido la aplicación de la reflectancia óptica en la región VIS a la clasificación por niveles de madurez post-cosecha de manzana «Starking», «Golden» y «Granny», pera: «Conferencia», «Decana» y «Blanquilla» y aguacate «Hass» (Ruiz-Altisent *et al.*, 1994), complementando las medidas de reflectancia óptica con determinaciones mecánicas no destructivas de la firmeza. Posteriormente, García-Pardo *et al.* en 1996 han empleado las coordenadas tris-tímulo obtenidas a partir de la integración de las curvas espec-

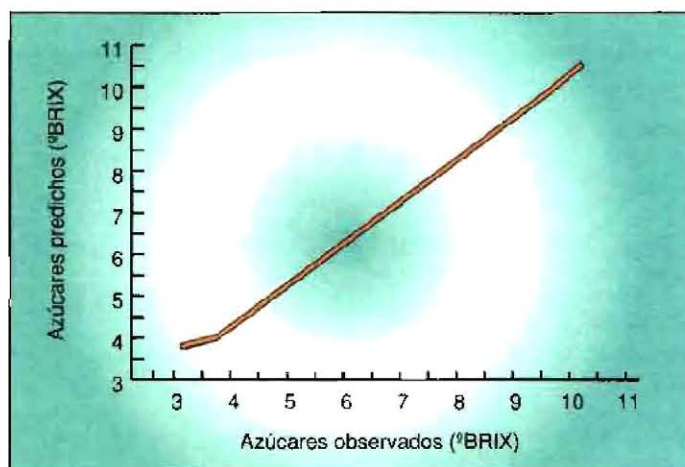


Fig. 1. Comparación de los datos de azúcares (sólidos solubles) observados y predichos a través del modelo espectral. Error del modelo $\pm 0,69$ $^{\circ}$ BRIX. El modelo ha sido validado en las I Jornadas de I+D de la Universidad Politécnica de Madrid, por lo que se encuentra en proceso de solicitud de patente.

trales del visible para la clasificación de hojas de tabaco en 11 categorías comerciales de color con un error del 4%. Finalmente, Ayuso et al. en 1996 emplean tanto el espectro visible como el análisis de imagen para la estimación de la calidad de distintos pimentones, así como la determinación de la composición de distintas mezclas de los mismos.

Dentro del ámbito del espectro infrarrojo, en este mismo equipo de investigación se ha realizado la estimación del contenido en azúcares en zumos de uva en fermentación (Valero *et al.*, 1995), obteniéndose modelos de predicción cuya precisión oscila entre 5,5 y 0,73 g/l.

En este trabajo se muestran los resultados de la aplicación de la medida de la reflectancia óptica difusa en la región del espectro infrarrojo cercano para la estimación del contenido en azúcares del tomate.

Se ha empleado material recogido en el mercado local en tres fechas diferentes y sobre variedades diversas con el fin de obtener un amplio rango de variabilidad. En la primera fecha (23-II-96) se ensayaron tomates de un elevado color rojo adquiridos en dos puestos distintos del mercado local. En la segunda fecha (1-III-96), se adquirieron en el mercado tomates de coloración muy verde. Finalmente, en la tercera fecha (6-III-96) se escogieron dos muestras de tomates de coloración roja en el mercado local: la primera característica por su amplia heterogeneidad, y la segunda por estar etiquetada como tomates tipo «Raff» de elevado contenido en azúcar.

Se han llevado a cabo tres tipos de determinaciones:

- Coordenadas CIE-Lab de color con un espectrofotómetro Minolta modelo CM-500.
- Espectro infrarrojo cercano en el rango 800-600 nm con un espectrofotómetro Monolight modelo 6800 (muestreo cada 10 nm).

CUADRO I. VALORES MEDIOS Y DESVIACIONES TÍPICAS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS

Muestra	23-II-96		1-III-96	6-III-96	
	1 (rojos)	2 (rojos)	3 (verdes)	4 (rojos)	5 (rojos)
°BRIX (max.-mín.)	4,8-7,5	3,8-4,6	6,0-6,4	4,6-7,8	7,2-9,8
L (luminosidad)	39,53 ± 1,31	44,03 ± 2,47	45,40 ± 0,77	41,08 ± 2,03	42,88 ± 1,90
a (verde/rojo)	19,47 ± 3,61	16,75 ± 3,52	-1,56 ± 3,93	18,98 ± 1,68	19,92 ± 3,10
b (azul/amarillo)	21,81 ± 2,64	27,85 ± 3,02	29,60 ± 1,49	27,01 ± 3,38	24,71 ± 2,18

Se observa un amplio rango de contenido en azúcares, así como una elevada variabilidad en el contenido en azúcares de las muestras 1, 4 y 5 (cerca de 20%). Esto indica que los lotes de venta en el mercado engloban material de gran diversidad en cuanto a su contenido en azúcar. Por otra parte, la variable «a» indica claramente el color extremadamente verde de la muestra 3 o correspondiente a un su elevado nivel de azúcares.

• Sólidos solubles mediante refractometría, empleando un refractómetro manual marca Atago y modelo C-1.

En el **cuadro I** aparecen reflejados los valores medios y desviación típica para las variables de color y de contenido en sólidos solubles de las muestras ensayadas.

Con anterioridad a la modelización de los azúcares, ha sido necesario el desarrollo de un complejo sistema de proceso de datos dadas las características de la señal infrarroja. A partir del conjunto de las 80 longitudes de ondas registradas por cada curva espectral, y previamente procesadas, se realizó una regresión multilínea obteniéndose un modelo capaz de predecir el nivel de azúcares con un error de $\pm 0,69$ °BRIX (ver **fig. 1**).

Conclusiones

- El material disponible en el mercado muestra, en 3 de las 5 muestras ensayadas, alta variabilidad intrínseca en el contenido en azúcares (diferencias en el contenido en azúcar próximas al 20%), por lo que la segregación del material en función de esta variable presenta buenas perspectivas.
- El modelo de predicción de azúcares muestra un error de 0,69° BRIX empleando cuatro longitudes de onda en el rango 800-1200 nm
- El sistema, que ha sido validado en

las I Jornadas de I-D de la Universidad Politécnica de Madrid, se encuentra en proceso de solicitud de patente con grandes perspectivas para su implantación en laboratorios de control. ■

BIBLIOGRAFÍA

- AYUSO, C. 1996. Sensing colour stability and mixtures of powder paprika using of optical reflectance and image analysis. *Ageng* 96.
- BOLLON, V. 1993. Tools for fruit and vegetables quality control: a review of current trends and perspectives. Fruit, Nut and Vegetable Production engineering, Valencia. Vol. II, pp. 1-12
- CALDENTEY, P.; BRIZ, J.; TITOS, A.; DE HARO, T. 1987. *Marketing agrícola*. Rd. Mundi-Prensa pp. 212.
- CHEN, P.; SUN, Z. 1991. A review of non-destructive methods for quality evaluation and sorting of agricultural products. *J. agric. Engng. Res.* 49, 85-98.
- GARCIA PARDO, E.; BARREIRO, P.; RUIZ-ALTISENT, M. 1996. Clasificador calorimétrico para tabaco. *Ageng* 96.
- GONZALEZ J. 1996. Próximamente esperamos ofrecer en el mercado tomates con sabor a la carta. *Hortoinformación*. Año VII, nº75, pp. 59.
- RUIZ-ALTISENT M.; BARREIRO, P.; GARCIA J. L. 1994. Non-destructive quality measurement and modelling in fruits. *Int. Agrophysics* 8, 445-453
- RUIZ-ALTISENT, M. 1996. Propiedades cualitativas de las frutas. ¿Qué se puede medir hoy? Pendiente de publicación.
- VALERO, C.; RUIZ-ALTISENT, M.; BARREIRO, P. 1995. Detección de azúcares en y mostos mediante espectrofotometría en NIR. Pendiente de publicación.