PUESTA A PUNTO DE UNA METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DEL VETEADO EN CAÑA DE LOMO IBÉRICA USANDO CÁMARAS HIPERESPECTRALES

Garrido-Novell, C., Pérez-Marín, D. C., Garrido-Varo, A., Fernández-Novales, J., Kim, M. y Guerrero-Ginel, J. E.

ETSIAM, Dpto. Producción Animal, Campus de Rabanales, Ctra. Madrid km 396 N-IV, 14071 CORDOBA. Email: g52ganoc@uco.es

INTRODUCCIÓN

El veteado (cantidad y distribución de las vetas de grasa intramuscular) en productos curados del cerdo ibérico (IP) (jamones, lomos y embutidos) es uno de los factores más importantes en la clasificación por calidades. Es evaluado generalmente por expertos de manera subjetiva; siendo además las vetas de grasa de la carne de IP curada menos visibles que las de carne de cruces de Ibérico y Duroc (Ventanas et al., 2007). Diferentes autores (Faucitano et al., 2005, Cernadas et al., 2002; Qiao et al., etc.) han abordado la evaluación del veteado en productos frescos y curados del cerdo mediante el reconocimiento de patrones y el establecimiento de parámetros cuantitativos en imágenes monocromáticas. La adición de información espectral a la información espacial contenida en una imagen monocromática puede aportar una información complementaria muy valiosa que de ningún modo podría alcanzarse con el uso de ambas técnicas por separado. El objetivo principal de este trabajo es desarrollar y evaluar una metodología para una caracterización precisa y no subjetiva-del veteado en caña de lomo ibérica en base a la información proporcionada por cada pixel de una imagen hiperespectral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 9 muestras transversales de la parte central de 9 cañas de lomo curadas de diferentes calidades. Las tres primeras muestras provinieron de tres cerdos ibéricos puros alimentados con bellota (IB-A), las segundas tres procedían de Ibérico cruzado con Duroc-Jersey, alimentado con bellota (IBxD-A), y las tres últimas procedían de cerdos Duroc Jersey alimentados con alimento concentrado (DC). De cada muestra se adquirieron sendas imágenes RGB y espectrales.Las muestras fueron seleccionadas, de forma tal que reunieran variabilidad de veteado.El equipo hiperespectral de adquisición de imágenes está formado por un espectrómetro NIR Specim (ImSpector V10E) que realiza medidas en el rango 900 a 1700 nm, una cámara de barrido (XEVA-FPA-1.7-320-XeniCs CCD), con una resolución de 320x256 pixeles y dos lámparas halógenas (250 W).

Se evaluaron diferentes pretratamientos matemáticos (corrección de la dispersión multiplicativa (MSC), variable normal estándar (SNV), autoescalado, centrado (MC), primera y segunda derivada de Sasvitzky-Golay con distintas ventanas y órdenes polinomiales, suavizados de diferentes órdenes polinomiales y ventanas, y la combinación de todos ellos) para minimizar la influencia de factores no controlados (Grahn and Geladi, 2007), así como distintas metodologías de segmentación del fondo (mediante unmbralización de ratios entre bandas o de imágenes proyectadas sobre los primeros componentes principales). La evaluación de los distintos pretratamientos se llevó a cabo mediante la comparación de las nuevas imágenes formadas (scores) a partir de los espectros proyectados en los nuevos Componentes Principales procedentes de un Análisis de Componentes Principales de cada imagen pretratada.

Para determinar el nivel de grasa en cada píxel en función de todo el espectro adquirido, se aplicó el modelo Fuzzy Cluster Means (FCM) a cada imagen espectral pretratada (Bezdek, 1987). El modelo FCM calcula el grado de pertenencia o similitud entre cada espectro y el espectro central de las dos clases más importantes. Se trata de un modelo de agrupamiento no supervisado (Amigo, 2010). A partir de la información del nivel de grasa de cada espectro, de cada píxel, se construyeron imágenes de nivel de grasa (ING). Con el fin de obtener un parámetro que resumiera toda la información textural contenida en estas imágenes, se ensayaron varios estadísticos (homogeneidad, segundo momento angular, correlación y contraste), optando finalmente por el estadístico contraste. Este se calculó a partir de las matrices de coocurrencia (Qiao et al., 2007), matrices que muestran la frecuencia de cada combinación de pares de valores contiguos, en este caso entre 0

(magro) y 1 (grasa).El contraste es un indicador de la intensidad de la diferencia entre los valores de pixeles vecinos en toda la imagen (medida del contraste local). Es 0 para una imagen constante, y es mayor en tanto menos homogénea es la imagen, considerando pares de valores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de componentes principales realizado sobre las imágenes brutas para la segmentación muestra-fondo, nos indicó que las dos primeras Componentes Principales recogían alrededor del 99 % de la varianza en todas las imágenes. Ambos tipos de segmentación (por ratios y por componentes principales) mostraron resultados similares ya que el fondo consistía en una lámina de plástico negro. Algunos píxeles tuvieron que ser retirados manualmente en algunas imágenes debido al efecto de la fusión parcial de grasa.

El mejor pretratamiento, una vez eliminado el fondo, se obtuvo combinando un MC y una primera derivada de segundo orden polinomial y ventana de 11. De este modo los CPs sucesivos incrementaron la varianza explicada, restando al primero en torno al 80 % de la varianza explicada para todos los casos. Comparando cada primer score con su correspondiente imagen RGB, puede apreciarse la forma en que éste se refiere al componente grasa (superficie más o menos grasa). En la fig. 1 pueden apreciarse los 5 primeros scores para una imagen de la categoría ID-A una vez eliminado el fondo y pretratada.

Asimismo, puede apreciarse en el primer score cómo el componente grasa es más difuso que en la imagen RGB (Fig. 1). Los cerdos ibéricos puros tienen adipocitos más pequeños, irregulares y débiles que sus cruces (ibérico x Duroc-Jersey). Durante el curado los adipocitos de cerdo ibérico puro se rompen liberando y difundiéndose la grasa en la carne (Ventanas et al., 2007). El objetivo de utilizar el modelo FCM sobre información espectral completa de cada píxel fue el de obtener una predicción cuantitativa del nivel de grasa de cada uno de ellos para obtener un grado de pertenencia de cada espectro-píxel al grupo grasa. Las INGs de tres muestras representativas de cada categoría pueden observarse en la figura. 2, donde pueden apreciarse tanto el espectro central de las dos clases principales (grasa y magro) como la matriz de coocurrencia. Las matrices de coocurrencia muestran la frecuencia de cada par contiguo de valores (de 0-magro-a 1-grasa-, en 100 partes) en cada ING, dándonos una idea sintética de la distribución de niveles de grasa. Así, una concentración de valores altos (mayores frecuencias) en la diagonal nos indican una elevada frecuencia de pares de valores similares, mientras que un peso mayor de un extremo de la diagonal o la otra nos está indicando una mayor frecuencia de coocurrencia de valores altos (próximos a 1) o bajos (próximos a 0) de grasa. El mayor peso de su centro indica la coocurrencia de valores cercanos a 0,5. Las matrices de coocurrencia se calcularon para todas las orientaciones posibles de un par de pixeles, es decir, 0 º, 45 º, 90 º y 135 º. Se muestran en la Fig. 2 las matrices de coocurrencia de 0º. Aunque no se puede ver ninguna tendencia clara, si se representan los valores de contraste de cada muestra ordenadamente, el valor del contraste medio de las tres muestras del primer grupo (PI-A) resultó superior al valor medio de los otros grupos (ID-A y-DC) (Fig. 3).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amigo, J. M. 2010. Anal Bioanal Chem. 398:93-109 • Bezdek J. C. 1987. Pattern recognition with F. O. F. A.. Ed. Plenum P • Burger, J., Geladi, P. 2005. J Chemometr. 19:355-363 • Cernadas, E., Durán, M. L., Antequera, T. 2002. Pattern Recongn Lett. 23:1311-1321• Faucitano, L., Huff, P., Teuscher, F., Gariepy, C., Wegner, J. 2005. Meat Sci. 69:537-543 • Graham and Geladi. 2007. Ed. J. Wiley & Sons,Ltd • Qiao, J., Ngadi, M. O., Wang, N., Gariépy, C., Prasher, Shiv. O. 2007. J. of Food Eng. 83:10-16 • Ventanas, S., Ventanas, J., Ruiz, J. 2007. Meat Sci.. 75:211-219 • Vidal, M., Amigo, J. M. 2012. Chemom. Intell. Lab. Syst 117:138-148.

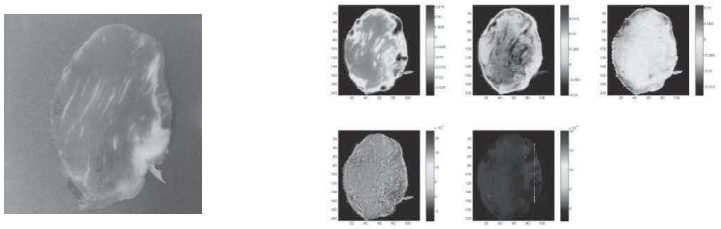


***Figura 1**. Las imágenes RGB, los cinco primeros scores del análisis de componentes principales de la imagen espectral de una muestra representativa de la categoría ID-A.*

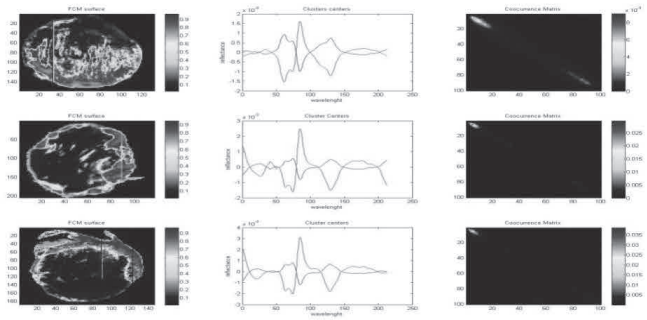


***Figura 2.** ING, espectros centrales de los dos grupos principales (grasa y carne) y matriz de coocurrencia (de izquierda a derecha) de tres muestras representativas de cada categoría.*

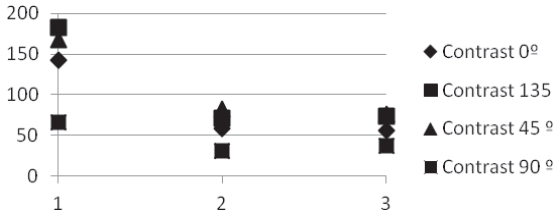


***Figura 3.** Contraste medio para cada categoría (1, PI-A, 2, ID-A and 3 D-C).*

SETTING A METHODOLOGY PROCEDURE FOR THE EVALUATION OF MARBLING IN CURE IBERIAN LOIN USING A HIPERSPECTRAL CAMERA

ABSTRACT: a procedure based on hiperspectral image analysis for an objective evaluation of marbling of iberian pig cured loins was proposed. Spectral information of each pixel was used to make a fuzzy cluster mean (fcm) model, resulting fat level images. A textural alalysis was carried out using cooccurrence matrix and contrast.

Keywords: hiperspectral imaging, iberian pig, textural analysis, marbling