

## USO DE ULTRASONIDOS DE SEÑAL PARA LA DETECCIÓN DEL DEFECTO DE PASTOSIDAD EN JAMÓN CURADO

PACS: 43.35.+d

Martinez-Escriba, G., Cervera, C., Mora, M.E., Benedito, J., Garcia-Perez, J.V.  
Grupo de Análisis y Simulación de Procesos Agroalimentarios  
Departamento de Tecnología de Alimentos  
Universidad Politécnica de Valencia  
Camino de Vera s/n  
E46022 Valencia. España  
E-mails: gemares@etsia.upv.es, carcerpe@etsiamn.upv.es, mamorui1@etsiamn.upv.es, jjbenedi@tal.upv.es, jogarpe4@tal.upv.es

### ABSTRACT

This work aims to evaluate the feasibility of low-intensity ultrasound as a means of non-destructive characterization of ham pastiness, which is a kind of defective texture. In order to achieve this objective, ultrasonic measurements by pulse-echo and through-transmission methods were carried out in dry-cured ham pieces and slices at different temperatures (from 4 to 22°C) and ultrasonic velocity and attenuation coefficient were assessed and compared with instrumental texture and sensory parameters. A satisfactory correlation between ultrasonic velocity and textural parameters (hardness and relaxation capacity) was found. However, neither ultrasonic velocity nor textural parameters showed any relevant correlation with sensory assessment of pastiness.

### RESUMEN

Este trabajo pretende evaluar el potencial de los ultrasonidos de señal para caracterizar de manera no-destructiva del defecto de pastosidad en jamón. Para alcanzar este objetivo, se realizaron medidas en transmisión-recepción y pulso-eco en jamones enteros y lonchas a diferentes temperaturas (4-22 °C) y se analizó la velocidad ultrasónica y atenuación. Los resultados experimentales pusieron de manifiesto que existió una buena correlación entre la velocidad ultrasónica y los parámetros texturales (dureza y capacidad de relajación). Sin embargo, ni la velocidad ultrasónica ni los parámetros texturales mostraron correlaciones significativas con la medida sensorial de la pastosidad.

### INTRODUCCION

La reducción del contenido de sal en jamón curado debido a los nuevos gustos del consumidor está provocando un incremento del número de jamones con texturas defectuosas. Uno de los principales defectos de textura es la pastosidad, caracterizado por una pérdida de elasticidad del músculo como consecuencia de una elevada actividad proteolítica [1,2]. El defecto de

pastosidad no solo disminuye la calidad organoléptica del jamón curado sino que también ocasiona una merma importante en el loncheado y provoca un alto grado de adhesividad entre las lochas.

Generalmente, la determinación de textura se realiza mediante análisis instrumental y sensorial [3]. Este tipo de métodos son de difícil aplicación en la industria en vistas a la automatización de los procesos ya que son lentos y destructivos. Así, existe un elevado interés en la industria por la búsqueda de métodos no-destructivos y no-invasivos que faciliten el control de calidad en línea de alimentos, como son los ultrasonidos de señal. La utilización de estas técnicas es especialmente compleja en productos que presentan elevada heterogeneidad como es el jamón curado. Así, el presente trabajo pretende determinar la viabilidad de los ultrasonidos de señal como tecnología no destructiva para caracterizar y cuantificar el defecto de pastosidad en jamón curado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materia prima**

En el presente estudio, se utilizaron porciones de la maza de jamones curados, provenientes de cerdos blancos, con (P) y sin (NP) el defecto de pastosidad. Además, se realizaron experiencias en lochas de jamón curado loncheado (15-20 mm) en las que se separaron los músculos *Semimembranosus* (SM) y *Biceps femoris* (BF). En todos los casos, las muestras se envasaron a vacío para la realización de las medidas ultrasónicas.

### **Medidas ultrasónicas**

Previamente a la realización de las medidas ultrasónicas en las porciones y lonchas de jamón curado, se localizaron las zonas de medida, coincidentes con la superficie de los transductores utilizados (1"diámetro). Las zonas de medida pretenden ocupar la mayor parte de la superficie de los paquetes con el objetivo de alcanzar una buena caracterización de la muestra (Figura 1).



Figura 1. Localización de las zonas de medida en una porción de la maza del jamón.

Se realizaron medidas ultrasónicas en modo transmisión-recepción y pulso-eco, utilizando el montaje experimental mostrado en la Figura 2, empleando las siguientes condiciones:

- Transductor ultrasónico: 1 Mhz y 5 MHz de banda estrecha (A314S) y de 1 MHz de banda ancha (V314S) (Panametrics).
- Temperatura de medida: 2 - 7 - 15 - 22°C.

A partir de la señal ultrasónica digitalizada y almacenada en un PC, se determinó la velocidad ultrasónica mediante el método del umbral de energía y se realizó la transformada rápida de Fourier (FFT) para el análisis del espectro de frecuencias en dos frentes de llegada

consecutivos de la onda (Figura 3). A partir de la FFT, se determinó el coeficiente de atenuación y otros parámetros característicos como: frecuencia del pico, área, asimetría y curtosis del espectro.

### Análisis de textura instrumental

Finalizadas las medidas ultrasónicas, se realizaron ensayos de compresión-relajación, de acuerdo al procedimiento descrito por Morales et al. (2007) [3] con el objetivo de determinar tanto la dureza (F0) como la capacidad de relajación (Y90, Ec. 1) de las muestras. En el ensayo, se utilizó una sonda cilíndrica de 5 cm de diámetro, las muestras se comprimieron hasta un 25% de su altura, a una velocidad de compresión de 1 mm/s y manteniendo la posición durante 90 s para estudiar la relajación de la muestra (Figura 4). Los ensayos de textura se realizaron a 2 °C. En el caso de las piezas enteras los ensayos se hicieron en cilindros de 2 cm de altura tomados de las zonas de medida con un sacabocados (1" de diámetro) y en las lonchas de los músculos SM y BF con paralelepípedos de 2.0x2.0x1.5 cm.

$$Y(90) = \frac{F(0) - F(90)}{F(0)} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde: F(0) hace referencia al comienzo del periodo de relajación (0s) y F(90) a los 90 s de comenzar relajación.

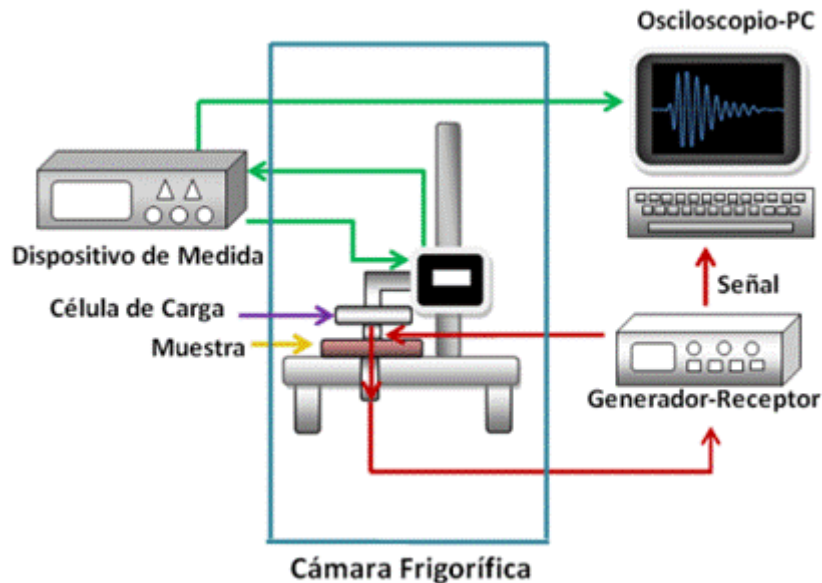


Figura 2. Esquema del sistema ultrasónico.

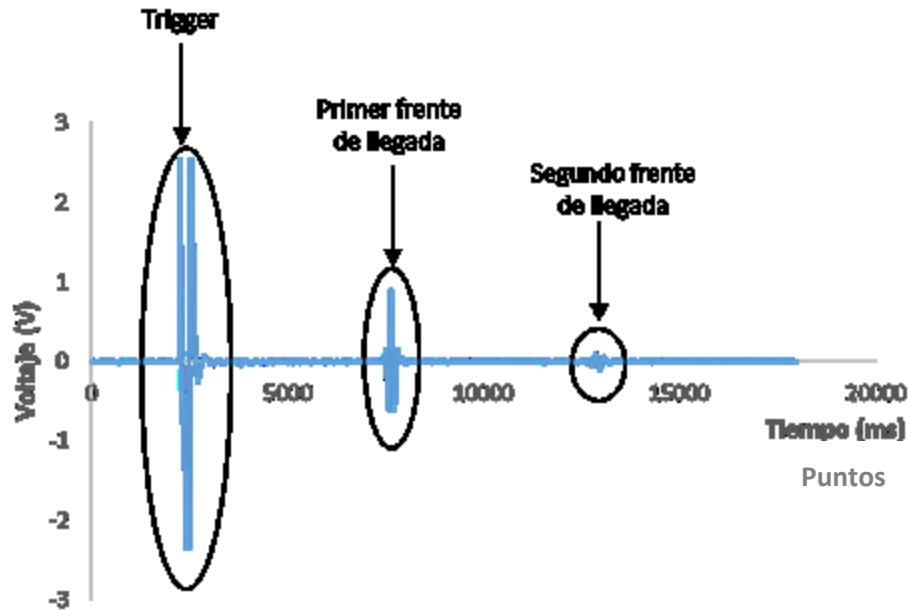


Figura 3. Señal de atenuación ultrasónica sobre la que se realiza la transformada rápida de Fourier.

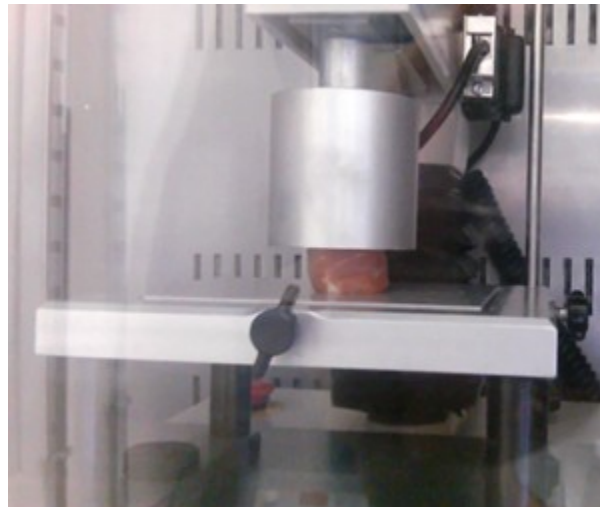


Figura 4. Ensayo de compresión/relajación en cilindros de 2 cm de altura.

### Análisis sensorial

Un panel de catadores entrenados pertenecientes al IRTA (Monells, Girona) determinó el grado de intensidad en los defectos de pastosidad y adhesividad en las lonchas de los músculos BF y SM. El análisis se realizó con lonchas de 1 mm de espesor y se valoraron los atributos de pastosidad y adhesividad puntuando las muestras de 0 a 5 (intervalos de 0.5) siendo 0 poco adhesivo/pastoso y 5 mucho.

### Determinación de humedad y grasa

La determinación de humedad y grasa se realizó siguiendo los métodos de la AOAC 950.46 y AOAC 991.36, respectivamente [4].

## RESULTADOS Y DISCUSION

En todas las muestras, se observó un descenso de la velocidad ultrasónica al incrementar la temperatura de medida como consecuencia de la fusión de las grasas y por tanto, la reducción del ratio sólido/líquido (Figura 5) [5]. La medida de la velocidad ultrasónica fue factible con los transductores de 1 y 5 MHz, sin embargo, no se pudo medir el coeficiente de atenuación con los transductores de 5 MHz en las piezas de jamón. Las medidas de velocidad ultrasónica permitieron a su vez diferenciar entre los músculos SM y BF (Figura 5).

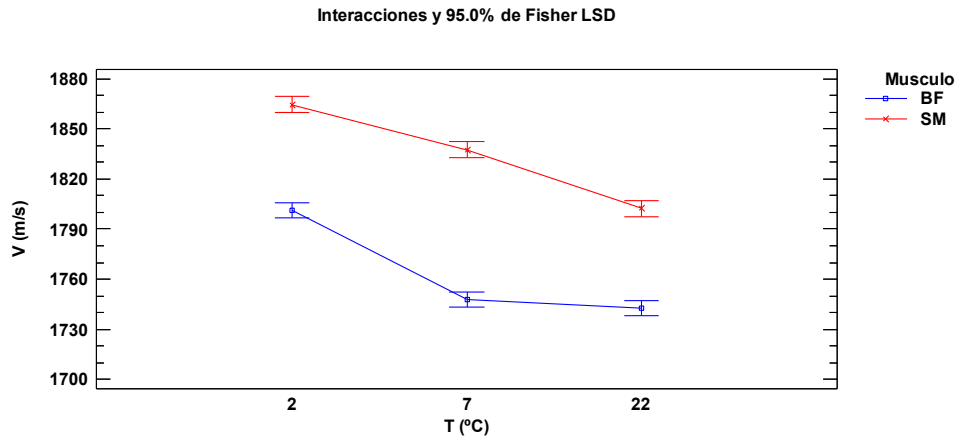
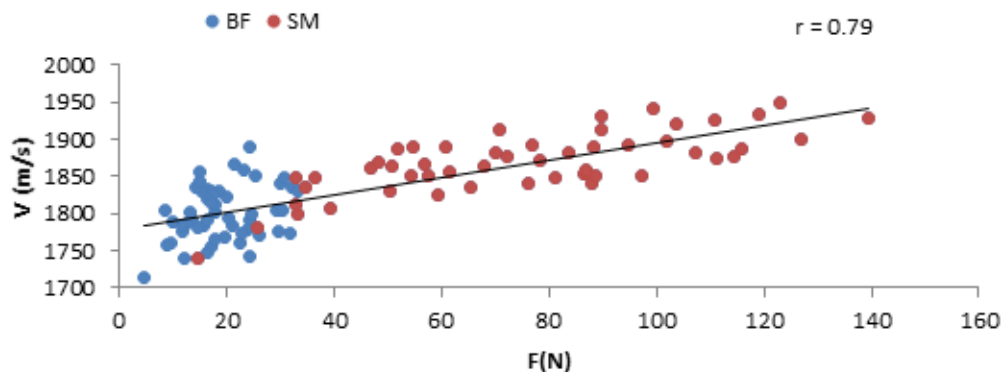


Figura 5. Influencia de la temperatura ( $T$ ) y el tipo de músculo (BF = Biceps femoris, SM = Semimembranosus) sobre la velocidad ultrasónica ( $V$ ) en lonchas de jamón curado.

Se obtuvieron correlaciones significativas entre la velocidad ultrasónica y la dureza y capacidad de relajación tal y como se muestra en la Figura 6, donde se observa que a medida que aumenta la dureza aumenta la velocidad ultrasónica. Mientras que en el caso de la capacidad de relajación se observa el comportamiento contrario, es decir a medida que aumenta la capacidad de relajación disminuye la velocidad ultrasónica (Figura 6). En las medidas realizadas en los músculos SM y BF del jamón curado loncheado, no se observó relación alguna entre los parámetros texturales y el coeficiente de atenuación.



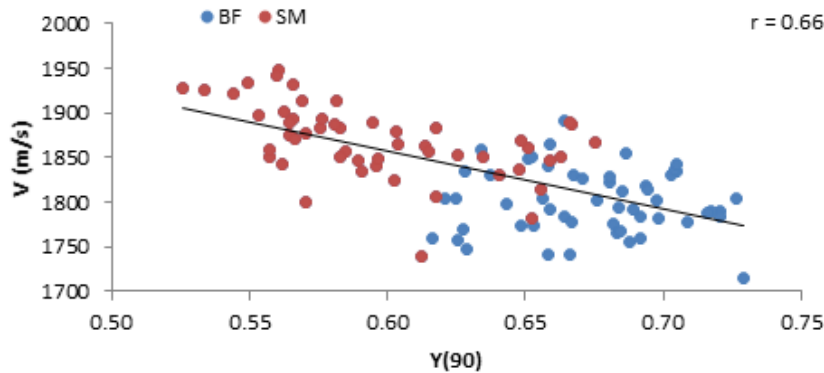


Figura 6. Relación entre la velocidad ultrasónica ( $v$ ) y los parámetros de textura:  $F(0)$ =Fuerza máxima e  $Y(90)$ =Capacidad de relajación, según el tipo de músculo (BF = Biceps femoris, SM = Semimembranosus).

En piezas enteras de la maza, tanto las medidas de atenuación como de velocidad permitieron caracterizar el defecto de pastosidad ya que los jamones pastosos presentaron mayores velocidades (Figura 7) y coeficientes de atenuación que los no pastosos. Sin embargo, en el jamón loncheado, la correlación entre pastosidad sensorial y la velocidad o atenuación ultrasónica no fue satisfactoria (Figura 8). Este hecho podría deberse a que en el caso de las piezas enteras de jamón, la medida ultrasónica se realiza en dirección perpendicular a las fibras, mientras que en las lochas, la propagación de la onda es en el mismo sentido de las fibras. Del mismo modo, los parámetros texturales tampoco se relacionaron con la medida sensorial de pastosidad.

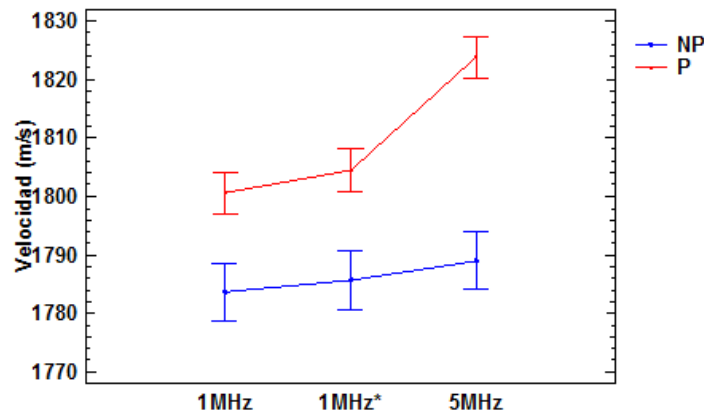


Figura 7. Valores medios e intervalos LSD (95%) de la velocidad ultrasónica (m/s) para jamones Pastosos y No Pastosos determinados a 22°C utilizando tres transductores (1 MHz y 5 MHz de banda estrecha y 1 MHz de banda ancha).

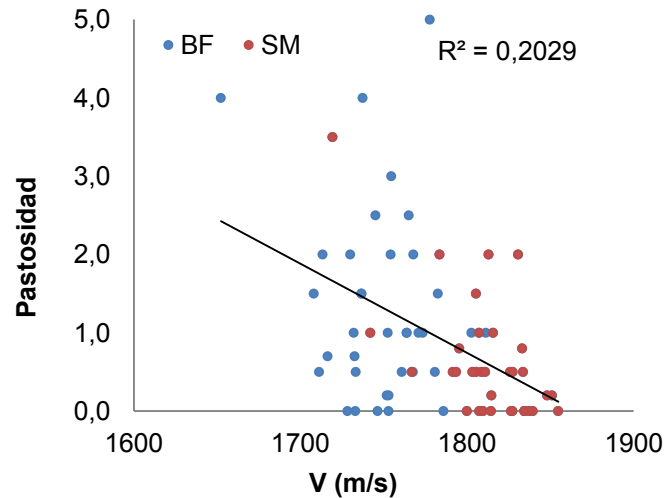


Figura 8. Relación de la velocidad ultrasónica (V) medida a 4°C con los parámetros sensoriales (Pastosidad y adhesividad) para lonchas de jamón curado loncheado del músculo (BF = Biceps femoris, SM = Semimembranosus).

## CONCLUSIONES

La aplicación de ultrasonidos de potencia puede considerarse una tecnología con alto potencial para ser empleada en la caracterización de parámetros texturales en jamón curado (piezas enteras y lonchas) con y sin el defecto de pastosidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INIA, MINECO y el programa FEDER la financiación a través del proyecto: RTA2013-00030-C03-02.

## REFERENCIAS

1. Gou, P., Morales, R., Serra, X., Guàrdia, M. D., Arnau, J. (2008). Effect of a 10-day ageing at 30 C on the texture of dry-cured hams processed at temperatures up to 18 C in relation to raw meat pH and salting time. *Meat science*, 80, 1333-1339.
2. Morales, R., Arnau, J., Serra, X., Guerrero, L., Gou, P. (2008). Texture changes in dry-cured ham pieces by mild thermal treatments at the end of the drying process. *Meat Science*, 80, 231-238.
3. Morales, R., Guerrero, L., Serra, X., Gou, P. (2007). Instrumental evaluation of defective texture in dry-cured hams. *Meat Science*, 76, 536-542.
4. AOAC (1997). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, Virginia, EEUU.
5. Corona, E., García-Pérez, J.V., Mulet, A., Benedito, J. (2013). Ultrasonic assessment of textural changes in vacuum packaged sliced Iberian ham induced by high pressure treatment or cold storage. *Meat Science*, 95, 389-395.