

## Retención de sales de sodio en carne de cerdo marinada con asistencia de ultrasonido

P.D. Armendáriz-Dimas<sup>1</sup>, L.M. Carrillo-López<sup>1,2</sup>, I.A. García-Galicia<sup>1</sup>, M. Huerta-Jiménez<sup>1,2</sup>, A.D. Alarcón-Rojo<sup>1</sup>

**1** Tecnología de Alimentos de Origen Animal, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. **2** Catedrático, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. [lmcarrillo@uach.mx](mailto:lmcarrillo@uach.mx)

**RESUMEN:** Se realizó un estudio para evaluar los cambios en el porcentaje de sal de cinco porciones de pierna de cerdo después de su inyección, masajeo, ultrasonicación (US, frecuencia = 37 kHz, intensidad = 90 W/cm<sup>2</sup>) durante 10 min, congelamiento y descongelamiento. Diez piernas de cerdo fueron deshuesadas, seccionadas en cinco porciones, inyectadas con salmuera básica (10% del peso de las piezas), masajeadas durante 10 s y ultrasonicadas durante 10 min en salmuera a 4 °C. Después de 7 días de congelación se evaluó el porcentaje de sal en cuatro momentos (antes y después del marinado, después del descongelado y del cocinado) según la metodología del fabricante (Atago® ES-421). No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) en el porcentaje de NaCl en la salmuera antes y después del tratamiento de marinado. Tampoco existieron diferencias estadísticas en el porcentaje de sal de las porciones de pierna de cerdo antes del marinado, después del marinado, después del almacenamiento y después del cocinado a 72 °C. El porcentaje de sal en carne no fue afectado por el tratamiento de ultrasonicación. El porcentaje de sal en carne se mantuvo uniforme durante toda la prueba en la carne.

**Palabras clave:** Transferencia de masa, ultrasonido de alta intensidad, congelación.

**ABSTRACT:** A study was carried out to evaluate the changes in salt concentration during pork leg processing due to the application of ultrasound (US, frequency = 37 kHz, intensity = 90 W / cm<sup>2</sup>). Ten pork legs were boned, sectioned into five portions, injected with basic brine (10% of the weight of the pieces), massaged for 10 seconds and ultrasonicated for 10 minutes in brine at 4°C. After 7 days of freezing the percentage of salt was evaluated in four moments (before and after marinating, after thawing and cooking). No significant differences were found (P> 0.05) in the percentage of NaCl in the brine before and after the marinade treatment. There were also no statistical differences in the percentage of salt of the pork leg portions before marinating, after marinating, after storage and after cooking at 72 °C. The percentage of salt in meat was not affected by the ultrasonication treatment. The percentage of salt in meat remained uniform during the whole test in the meat.

**Keywords:** Mass transfer, high intensity ultrasound, freezing.

**Área:** Cárnicos

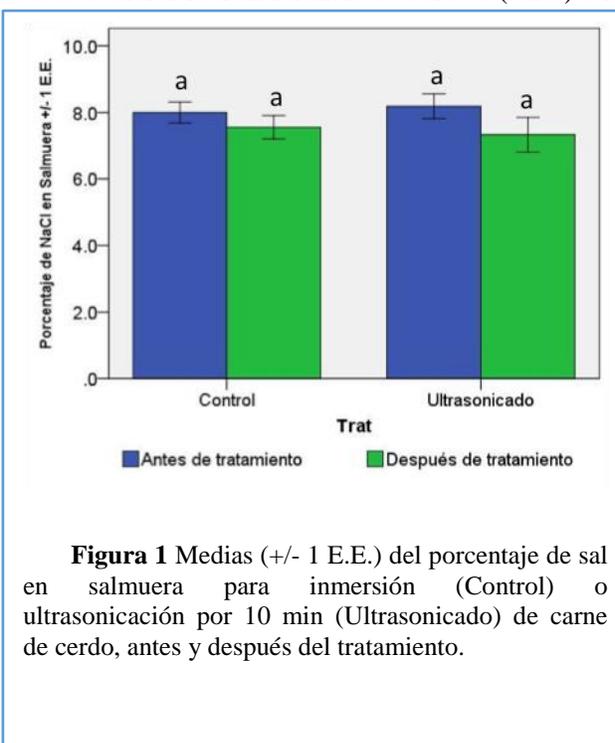
### INTRODUCCIÓN

El curado de la carne es uno de los métodos más antiguos para preservación de la carne. Este involucra la adición de sales, es una de las principales tecnologías para la fabricación de productos procesados, ya que mejora la vida útil, sabor, jugosidad y terneza de los productos (Inguglia *et al.*, 2017). Hay diferentes técnicas comerciales de salado, como el curado seco, curado con salmuera o una combinación de ambas. En los dos casos el movimiento de la sal y el agua fuera de la carne se rige por varios factores, como el tipo de carne, la concentración de sal y el tiempo de curado. En la práctica, es necesario un largo tiempo de curado debido a la compleja matriz de la carne, que impide que el cloruro de sodio se distribuya uniformemente dentro de los músculos (Gou *et al.*, 2003). Por ello existe interés entre los fabricantes de carne procesada en acelerar la absorción de sal en la carne, además de lograr perfiles de sal uniformes (Turhan *et al.*, 2013). El ultrasonido (US) de alta intensidad se emplea en la industria alimentaria para acelerar los procesos de salmuera y mejorar la transferencia de masa. El ultrasonido produce burbujas que golpean al sólido, produciendo una micro-inyección de la salmuera que incrementa el contenido de NaCl en la carne de cerdo. Siró *et al.*, (2009) observaron que el US causó cambios microestructurales favorables en lomo de cerdo curado con NaCl, los cuales fueron

dependientes de la intensidad. La industria cárnica busca acelerar la transferencia de solutos (sales) a la matriz cárnica para disminuir los tiempos de procesamiento durante el marinado. Dada la relevancia el US como tecnología asistida al marinado, en esta investigación se evaluaron cambios en el contenido de sal de cinco porciones de pierna de cerdo después de su inyección, masajeo, ultrasonificación durante 10 min, congelamiento y descongelamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Diez piernas de cerdo fueron deshuesadas y seccionadas en cinco porciones: pulpa negra (m. Aductor y *Semimembranosus*), pulpa bola (m. *Gluteus medius*), inner shank (m. *Vastus* y *Rectus femoris*), cuete (m. *Semitendinosus*) y pulpa contra (m. *Biceps femoris*). Posteriormente se inyectaron en proporción del 10 % del peso de las piezas con salmuera básica al 17 % conteniendo sales de sodio (cloruros y fosfatos). Se masajearon por 10 s y se ultrasonificaron con un baño Elmasonic® (37 kHz, 90 W/cm<sup>2</sup>) durante 10 min, utilizando salmuera de la inyección a 4 °C como medio de acoplamiento. Después de 24 h se congelaron durante 7 días y después se descongelaron para determinar el porcentaje de sal con un salinómetro Atago®. Las lecturas se realizaron en cuatro momentos durante el procesamiento: antes de la inyección, después de la sonicación, después de descongelar y después del cocinado a 71 °C. Los datos se analizaron con el paquete SPSS versión 16, obteniendo pruebas de “t” pareadas para cada momento de determinación de sal.



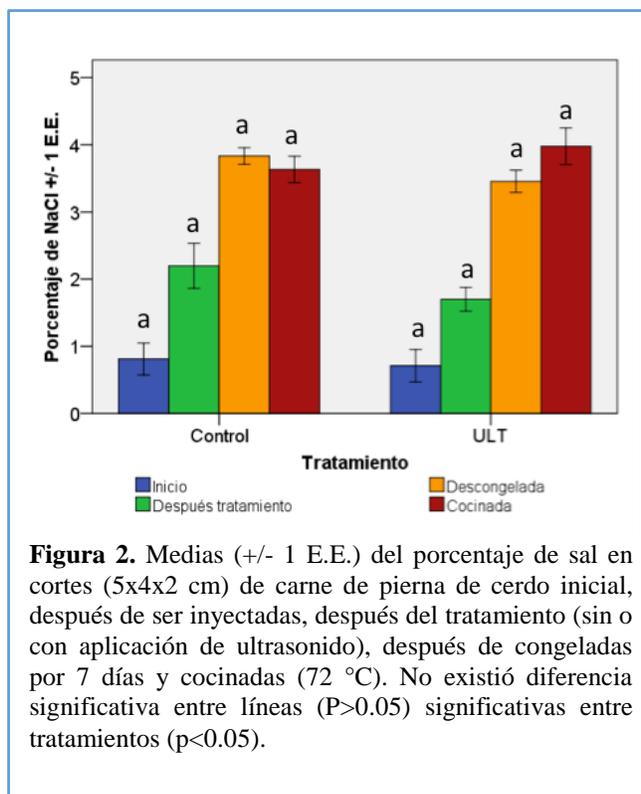
**Figura 1** Medias (+/- 1 E.E.) del porcentaje de sal en salmuera para inmersión (Control) o ultrasonificación por 10 min (Ultrasonicado) de carne de cerdo, antes y después del tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de sal en la salmuera ( $P > 0.05$ ) antes y después del proceso marinado, tanto en controles (marinado tradicional por inmersión) como en el marinado asistido por ultrasonido. Después del marinado por inmersión se observó una disminución no significativa en el contenido de sal en la salmuera desde 8 % hasta 7.7 %, mientras que en el marinado asistido por US la disminución en el porcentaje de sal fue del 8 % hasta 7.2 %. Por lo tanto, el US incrementa la transferencia de sales hacia el músculo durante el marinado.

No se encontraron diferencias estadísticas en el contenido de sal en la carne entre el inicio y final del tratamiento de marinado, después de la descongelación y del cocinado a 71 °C, tanto en controles como en muestras marinadas con asistencia de US. A pesar de esto, encontramos que el contenido de sal en el músculo marinado con US se incrementó desde 0.8 % antes del marinado hasta 1.7 % después del marinado, 3.4 % después del almacenamiento bajo congelación y posterior descongelado y 4 % después del cocinado. Mientras que en el marinado por inmersión el porcentaje de sal disminuyó hasta 3.6 % después del cocinado a 71 °C. Estos es, el marinado asistido por US incrementa el contenido de sal (transferencia de solutos) hasta el cocinado de la carne.

En cuanto al US, de acuerdo con Ojha *et al.* (2016), Siró *et al.*, (2009), y Ozuna *et al.*, (2013) el fenómeno de la cavitación causado por el tratamiento con US induce un fenómeno de microagitación, formando microcanales que incrementan la transferencia de NaCl al músculo. McDonnell *et al.*, (2014) encontraron que el curado con US aumenta la absorción de salmuera durante el curado de carne, sin embargo se requirieron intensidades de  $19 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$  durante 25 min para aumentar el contenido de NaCl. González-González *et al.*, (2017) encontraron que durante el marinado asistido por US la distribución de sodio es más homogénea y la transferencia de masa (sodio) es dependiente del tiempo de almacenamiento y del tipo de marinado, de manera que tiempos largos de almacenamiento (7 días a  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ ) aumentan la cantidad de sodio (% en peso) en *longissimus dorsi* bovino.



**Figura 2.** Medias ( $\pm 1$  E.E.) del porcentaje de sal en cortes ( $5 \times 4 \times 2$  cm) de carne de pierna de cerdo inicial, después de ser inyectadas, después del tratamiento (sin o con aplicación de ultrasonido), después de congeladas por 7 días y cocinadas ( $72 \text{ }^\circ\text{C}$ ). No existió diferencia significativa entre líneas ( $P > 0.05$ ) significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ).

## BIBLIOGRAFÍA

- González-González, L., Luna-Rodríguez, L., Carrillo-López, L., Alarcón-Rojo, A., García-Galicia, I., Reyes-Villagrana, R. 2017. Ultrasound as an alternative to conventional marination: acceptability and mass transfer. *Journal of Food Quality*, 2017(86757209).
- Gou, P., Comaposada, J., & Arnau, J. 2003. NaCl content and temperature effects on moisture diffusivity in the Gluteus medius muscle of pork ham. *Meat Science*, 63, 29–34.
- Inguglia, E., Zhang, Z., Burgess, C., Kerry, J., & Tiwari, B. 2017. Influence of extrinsic operational parameters on salt diffusion during ultrasound assisted meat curing. *Ultrasonics*, 83, 164–170.
- McDonnell, C., Lyng, J., & Allen, P. 2014. The use of power ultrasound for accelerating the curing of pork. *Meat Science*, 98(2), 142–149.
- Ojha, K., Keenan, D., Bright, A., Kerry, J., & Tiwari, B. 2016. Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(1), 37–45.
- Ozuna, C., Puig, A., García-Pérez, J., Mulet, A., & Cárcel, J. 2013. Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural properties of pork meat (*Longissimus dorsi*) brined at different NaCl concentrations. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 84–93.
- Siró, I., Vén, Cs., Ballar, Cs., Jónás, G., Zeke, I., & Friedrich, L. 2009. Application of an ultrasonic assisted curing technique for improving the diffusion of sodium chloride in porcine meat. *Journal of Food Engineering* 91, 353–362.
- Turhan, S., Saricaoglu, F., & Oz, F. 2013. The effect of ultrasonic marinating on the transport of acetic acid and salt in anchovy marinades. *Food Science and Technology Research*, 19, 849–853.