

## El descongelado por ultrasonido y su evaluación en las propiedades fisicoquímicas en carne de vacuno en el músculo *Semispinalis capitis*.

Morales Favela A.<sup>a,\*</sup>, Martínez Rodríguez F. J.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia, Cd. Gómez Palacio, Durango. C.P. 35010 México. \* [andresfav3@gmail.com](mailto:andresfav3@gmail.com).

### RESUMEN:

Las modificaciones en las características de la carne ha limitado su aceptación por los consumidores. Se ha observado que el ultrasonido puede conservar los parámetros de calidad de la carne, reduciendo pérdidas del producto. Por ello, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la descongelación por ultrasonido sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne. Las muestras congeladas de *Semispinalis capitis* se descongelaron por ultrasonido usando un baño ultrasónico (130 W, 60 Hz) durante 60 min. Como referencia se descongeló por inmersión en agua a temperatura ambiente. Se midió y analizó (*t de Student*) el pH, el color, la capacidad de retención de agua (CRA) y el esfuerzo al corte. La descongelación asistida por ultrasonido no mostró cambios estadísticamente significativos ( $p > 0.05$ ) en las propiedades fisicoquímicas. El pH de la carne descongelada por ultrasonido fue de  $5.60 \pm 0.113$ , parámetros de color:  $L^*$  de  $50.05 \pm 2.05$ ,  $a^*$  de  $3.66 \pm 2.88$  y  $b^*$  de  $3.02 \pm 1.86$ ; CRA de  $17.29\% \pm 3.29\%$  y esfuerzo al corte de  $124.72 \pm 30.86$  N/mm<sup>2</sup>. Estos resultados sugieren que la descongelación por ultrasonido podría ser una buena alternativa para conservar las propiedades fisicoquímicas de la carne de res durante el proceso de descongelación.

**Palabras clave:** Descongelado, ultrasonido, propiedades fisicoquímicas, carne.

### ABSTRACT:

Modifications in meat characteristics have limited its acceptance by consumers. It has been observed that ultrasound could preserve meat quality parameters, reducing product losses. Thus, the main aim of this study was to evaluate the effect of ultrasound-assisted thawing on the physicochemical properties of meat. Frozen *Semispinalis capitis* samples were ultrasound-assisted thawed using an ultrasonic bath (130W, 60 Hz) for 60 min. Thawing by immersion in water at room temperature was used as a reference. pH, color, water holding capacity (WHC) and shear force were tested and analyzed (*t-test*). The ultrasound-assisted thawing did not show statistically significant changes ( $p > 0.05$ ) in the physicochemical properties. pH of ultrasound-assisted thawed beef was of  $5.60 \pm 0.113$ , color parameters:  $L^*$  of  $50.05 \pm 2.05$ ,  $a^*$  value of  $3.66 \pm 2.88$  and  $b^*$  value of  $3.02 \pm 1.86$ ; WHC of  $17.29\% \pm 3.29\%$  and shear force of  $124.72 \pm 30.86$  N /mm<sup>2</sup>. These results suggest that ultrasound-assisted thawing might be a good alternative to preserve the physicochemical properties of beef meat during thawing process.

**Key words:** Ultrasound, thawing, physicochemical properties, meat.

**Área:** Cárnicos.

## INTRODUCCIÓN

La carne de vacuno se ha posicionado en una de las tres más consumida a nivel mundial al ser una fuente de proteínas, grasas y otros nutrientes de calidad. Ésta es ampliamente producida de forma local, nacional e internacional, sin embargo, existen problemas de comercialización dado a que es un producto altamente perecedero. Por lo anterior, se somete a congelación para conservar por más tiempo sus características (Muela *et al.*, 2012). Sin embargo, durante la descongelación la carne presenta modificaciones en su textura (Oliveira *et al.*, 2015), limitando las condiciones de aceptación por parte de los consumidores, por lo que es posible aprovechar nuevas tecnologías como el ultrasonido a fin de incrementar su aprovechamiento.

Esta tecnología física, tiene el potencial de diversificar sus aplicaciones en la industria alimentaria, la mayoría enfocadas en el aumento de la calidad del producto y extender la vida de anaquel de productos frescos y procesados (Caraveo *et al.* 2014). Entre los efectos del ultrasonido producidos son la mejora de la ternura y la actividad de las enzimas, el calentamiento selectivo de colágeno y la disrupción de células. (Pohlman *et al* 1997, Gambuteanu & Alexe, 2015). En investigaciones previas, Got *et al.* (1999) señala una maduración significativa inducida por el tratamiento ultrasónico (2.60 MHz; 10 W/cm<sup>2</sup>; 2x15s) posterior a 6 días de su exposición. Por otro

lado, Chang *et al.* (2012) describen los efectos significativos sobre el color y la textura de la carne de res, empleando un tratamiento ultrasónico (40 kHz, 1,500W) en distintos periodos de tiempo (10-60 min). La aplicación del ultrasonido en la descongelación de la carne de vacuno ofrece una mínima alteración en las propiedades fisicoquímicas las cuales representan una medida de la calidad del producto su estado del grado de deterioro. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del descongelado por ultrasonido en las propiedades fisicoquímicas como el pH, color, capacidad de retención de agua (CRA) y esfuerzo al corte en carne de vacuno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las carne fue obtenida de 14 bovinos de raza Holstein, mayores a 3 años de edad, sacrificados en el Rastro Municipal de la ciudad de Lerdo, Durango. El músculo *Semispinalis capitis* se tomó a las 24 horas posteriores al sacrificio de las canales de res almacenadas a una temperatura de 4°C. Las muestras de carne se colocaron en bolsas de polietileno previamente etiquetadas y se transportaron en hielo. Posteriormente, se almacenaron en un cuarto frío a una temperatura de 4°C y luego, se realizaron mediciones de pH cuyos valores oscilaron entre 5.3 y 5.6. Se retiró la grasa subcutánea y el tejido conectivo de las muestras y se cortaron en piezas de 50x70x15mm (ancho, longitud y grosor, respectivamente) y de un peso aproximado de 60 gramos. En seguida, las 14 muestras se sometieron a congelación durante 24 horas a una temperatura de -20°C. Para la descongelación, las 7 muestras control, se sometieron a inmersión en agua a 10°C; mientras que el resto, se descongeló de la misma forma más la utilización de ultrasonido con una frecuencia de 60Hz y una potencia de 130W; ambos con un tiempo de descongelación de 60 minutos. Finalmente, se llevaron a cabo las mediciones de pH, color, la capacidad de retención de agua (CRA) y el esfuerzo al corte a las muestras control y a las expuestas al tratamiento ultrasónico.

### pH

Se determinó el pH de las muestras empleando la metodología propuesta por Guerrero *et al.* (2002), con ligeras modificaciones, homogenizando 5 g de muestra y 45 ml de agua destilada. La suspensión se filtró y se midió el pH por triplicado con un potenciómetro, previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y pH 7.

### Color

Utilizando la metodología propuesta por la AMSA (1992), se determinó el color de las muestras utilizando un colorímetro Minolta CR-300. Las muestras fueron expuestas al oxígeno durante al menos 30 minutos a una temperatura de 3°C. Posteriormente, se realizaron 3 mediciones diferentes sobre la misma muestra con el colorímetro y se registraron los valores de Luminosidad (L\*), a\* y b\*.

### Capacidad de retención de agua (CRA)

Se evaluó la capacidad de retención de agua por duplicado mediante el método de prensa (Cañeque & Sañudo, 2005), se pesaron 0.3 gramos de la muestra de carne y se colocaron en un papel filtro (pesado anteriormente) doblado por la mitad. Posteriormente se coloca entre dos placas de vidrio y se presiona con una pesa de 2.25 kg durante 5 min. Transcurrido el tiempo, se retira la muestra y se pesa el papel filtro.

Para realizar los cálculos de la CRA se empleó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ jugo liberado} = \frac{(\text{Peso final del papel filtro} - \text{Peso inicial del papel filtro})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

### Esfuerzo al corte

Con ligeras modificaciones de la metodología de Braña (2011), se determinó la resistencia al corte utilizando una navaja Warner-Bratzler, acoplada a un texturómetro (TA XT2i). Las muestras descongeladas se cocieron individualmente en inmersión en agua a 80°C, en seguida, se dejaron enfriar y se removió el exceso de humedad. Las muestras fueron colocadas en el texturómetro con la orientación de las fibras de forma perpendicular a la cuchilla. La velocidad de penetración empleada fue de 2.0 mm/s y se registraron los resultados obtenidos en N/mm<sup>2</sup>.

Los datos obtenidos por la variable de pH se analizaron usando una prueba t de Student para 2 muestras dependientes, mientras que, los datos de las variables de color, CRA y esfuerzo al corte se analizaron mediante una prueba t de Student para 2 muestras independientes. Ambas con un nivel de confianza del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de **pH** se presentan en la **Tabla I**, donde se muestran los promedios del antes y después de la descongelación de las muestras sometidas a los distintos tratamientos. No se observó una diferencia significativa ( $p>0.05$ ) en los valores de pH antes y después de la descongelación, éstos resultados son similares a los obtenidos por Caraveo *et al.* (2014) de 5.4 a 5.6 al exponer la carne al ultrasonido.

**Tabla I.** Promedios de pH antes y después presentados en los dos tratamientos.

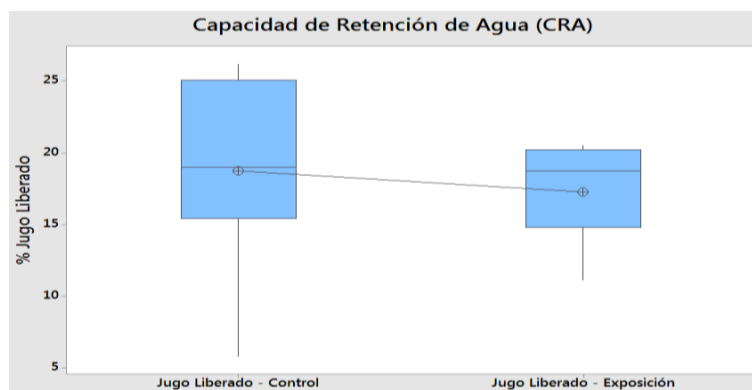
Tratamiento	pH Antes	pH Después
Control	5.43 ± 0.141	5.37 ± 0.054
Exposición a Ultrasonido (60Hz)	5.39 ± 0.156	5.60 ± 0.113

Posteriormente en la **medición de color**, a pesar de que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ) entre las muestras control y las expuestas al ultrasonido, se observó una ligera disminución en el parámetro  $a^*$  mientras que, los valores promedio de los parámetros  $L^*$  y  $b^*$  presentaron un ligero incremento (**Tabla II**). Estos resultados coinciden con los presentados por Jayasooriya *et al.* (2007) y Stadnik *et al.* (2011). Sin embargo, Chang *et al.* (2012) menciona que existe una alteración en los valores de los parámetros de color debido a la desnaturalización de los pigmentos mioglobina y hemoglobina, causado por el incremento de temperatura generado por la potencia del ultrasonido y el tiempo de exposición prolongado.

**Tabla II.** Promedios de los parámetros de color presentados en los dos tratamientos.

Tratamiento	L	$a^*$	$b^*$
Control	47.77 ± 0.79	4.07 ± 1.67	2.96 ± 1.96
Exposición a Ultrasonido (60Hz)	50.05 ± 2.05	3.66 ± 2.88	3.02 ± 1.86

Con respecto a la determinación de la **CRA** se calculó el porcentaje de jugo liberado por las muestras, cuyas medias se presentan en la **Fig. 1**, en la cual se observa una ligera disminución no significativa de forma estadística ( $p>0.05$ ), en los valores de CRA de las muestras tratadas con ultrasonido con respecto a las muestras control, similar a los resultados obtenidos por Acuña *et al.* (2015). Este fenómeno, de acuerdo con Stadnik *et al.* (2008) y Jayasooriya *et al.* (2007), se debe a una activación de las enzimas calpaínas, responsables de la maduración de la carne y, por ende, la pérdida del agua localizada en los espacios intramiofibrilares del músculo; sugiriendo que las ondas de sonido contribuyen a la modificación de las estructuras proteicas.



**Figura 1.** Capacidad de retención de agua (CRA) de los tratamientos

Finalmente, para la determinación de **Esfuerzo al corte**, los resultados se presentan en la **Tabla III**. Aunque diferencias estadísticamente significativas no fueron encontradas ( $p>0.05$ ), los datos de las muestras expuestas al

ultrasonido ( $17.29\% \pm 3.29\%$ ) son ligeramente menores a las muestras control ( $18.77\% \pm 6.33\%$ ). Esta reducción es ligera en comparación a la obtenida por Stadnik, & Dolatowski (2011), cuyos datos demuestran un descenso relevante en el esfuerzo al corte a las 24 y 48 h después de ser sometidas al tratamiento ultrasónico. Esto demuestra que el tratamiento con ultrasonido induce una fragmentación de la estructura del sarcómero, aumentando la suavidad de la carne. Por otro lado, otros estudios han demostrado que el ultrasonido no provoca un ablandamiento en muestras de carne, esto puede deberse al uso de ondas de ultrasonido de baja frecuencia lo cual puede ser insuficiente para inducir cambios en textura de la carne.

**Tabla III.** Esfuerzo al corte promedio de los tratamientos medidos en  $N/mm^2$ .

Tratamiento	Esfuerzo al corte ( $N/mm^2$ )
Control	$143.29 \pm 60.20$
Exposición a Ultrasonido (60Hz)	$124.72 \pm 30.86$

La discrepancia en cuanto a los efectos que tiene el ultrasonido en la carne se asume que depende de diversos factores como el equipo y la eficiencia del ultrasonido, la frecuencia utilizada, el tiempo de exposición y las características del tipo de muestras de carne (músculos empleados). Por lo que este tipo de investigación contribuye al desarrollo de conocimiento para la estandarización del uso tecnologías como el ultrasonido y su futuro aprovechamiento en el procesamiento de la industria cárnica.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que el tratamiento con ondas de sonido (130W, 60Hz) no tuvo efectos estadísticamente significativos sobre los parámetros de pH, color, capacidad de retención de agua y esfuerzo al corte. Sin embargo, los valores de esfuerzo al corte en las muestras tratadas con ultrasonido fueron ligeramente menores a los obtenidos en las muestras control. Dado a la evaluación de los parámetros, se determina que el tratamiento con ultrasonido, a una frecuencia de 60Hz y una potencia de 130W, no tuvo un efecto sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de vacuno.

Para trabajos posteriores, se recomienda utilizar parámetros distintos a los del tratamiento ultrasónico de este estudio y variar el tiempo de exposición y la frecuencia empleada. Además, se sugiere comparar el efecto sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne del descongelado asistido por ultrasonido con respecto a otros métodos de descongelación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña *et al.* (2015). Efecto de la aplicación de ondas de ultrasonido de alta potencia (25kHz) sobre las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del músculo semitendinoso longissimus de la especie bovina. *Revista de Investigaciones – Universidad del Quindío (Col.)*, 27 (1), 120-126.
- AMSA, (1992). *Guidelines for meat color evaluation American Meat Science*. Chicago IL: Association National Live Stock and Meat Board.
- Braña *et al.* (2011), Parámetros de calidad en la carne “Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne, editado por SAGARPA” Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, 33-40
- Caraveo *et al.* (2014). Physicochemical and microbiological characteristics of beef treated with high-intensity ultrasound and stored at 4°C. *Society of Chemical Industry*, 1-7.
- Cañeque & Sañudo, (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa en los rumiantes). Madrid, España: MICYT- INIA: Ganadera; 3.

- Chang *et al.* (2012). Effects of Characteristics Changes of Collagen on Meat Physicochemical Properties of Beef Semitendinosus Muscle during Ultrasonic Processing . *Food Bioprocess Technology*, 5 (1) 285-297.
- Chang *et al.* (2015). Effects of ultrasound treatment on connective tissue collagen and meat quality beef semitendinosus muscle. *Journal of Food Quality*, 256-267.
- Gambuteanu & Alexe (2015). Comparison of thawing assisted by low-intensity ultrasound on technological properties of pork Longissimus dorsi muscle . *Journal of Food Science Technology*, 2130-2138
- Got *et al.* (1999). Effects of high-intensity high-frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef . *Meat Science* , 35-42.
- Guerrero *et al.* (2002). Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- Jayasooriya *et al.* (2007). Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles . *Meat Science*, 628-639.
- Muela *et al.* (2012). Effect of freezing method and frozen storage duration on lamb sensory quality. *Meat Science*, 209-215.
- Oliveira *et al.* (2015). Meat Quality of Chicken Breast Subjected to Different Thawing Methods . *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17 (2), 165-172.
- Pohlman *et al.* (1997). The Effect of Low-intensity Ultrasound Treatment on Shear Properties, Color Stability and Shelf-life of Vacuum-packaged Beef semitendinosus and biceps femoris Muscles . *Meat Science*, 329-337.
- Stadnik *et al.* (2008). Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef (m. semimembranosus) during ageing. *LWT- Food Science and Technology*, 2151-2158.
- Stadnik & Dolatowski (2011). Influence of sonication on Warner-Bratzler shear force, colour and myoglobin of beef (m. semimembranosus) . *European Food Research Technology*, 553-559.