

EFECTO DEL TRATAMIENTO CON ALTAS PRESIONES Y/O EL MARINADO EN SALES DE CALCIO EN LA TEXTURA Y EL COLOR DE CARNE DE AÑOJO

Albertí P., Panea, B., Albertí C. y Ripoll, G.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria del Gobierno de Aragón.
Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. palberti@aragon.es

INTRODUCCIÓN

El tratamiento con altas presiones hidrostáticas se está aplicando para alargar la vida útil de los productos (Hugas *et al.*, 2002), especialmente en productos derivados del cerdo, pero hay poca información en carne de vacuno. Se sabe que el tratamiento con altas presiones altera las características de la carne fresca como su color, la textura y la oxidación lipídica (Clariana *et al.*, 2011; Ma y Ledward, 2013; McArdle *et al.*, 2010).

Por otra parte, la maceración de carne en disoluciones de sales de calcio aumenta la ternura de la carne al aumentar la actividad enzimática, aunque altera su color y puede dar sabores anómalos (McArdle *et al.*, 2010). El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de las altas presiones hidrostáticas y la maceración en sales de calcio sobre el color y la textura, de carne de vacuno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se planteó un diseño factorial 2x2x2 de tratamiento de carne con altas presiones hidrostáticas (P), soluciones de calcio (Ca) y maduración tras el tratamiento. Para ello se utilizaron ocho redondos (m. *semitendinosus*) de $3,5 \pm 0,39$ kg de peso medio, de añojos sacrificados a los 13 meses, con un peso medio canal de $361 \pm 37,0$ kg de conformación U y engrasamiento 2. A los cinco días *post mortem* se midió el pH con un pH-metro Crison con sonda de penetración (Tabla 1). De cada redondo se cortaron 8 filetes de 3 cm de espesor perpendicularmente a la dirección de las fibras. Los filetes se envasaron al vacío y se mantuvieron en refrigeración a 4 °C. Al día siguiente, 4 filetes de cada animal fueron tratados con 600 MPa durante 6 minutos, con agua a 12 °C de temperatura como fluido de transmisión, en un equipo Hyperbaric 6000 del IRTA de Monells, mientras que el resto se dejaron como control.

Tabla 1. Diagrama de tiempos y tratamientos: control (C), alta presión (P), calcio (Ca) y combinado presión más calcio (PCa).

Tiempo <i>post mortem</i>	Tiempo de ensayo	Evento
Día 0	-	Sacrificio terneros
Día 5	-	Despiece canal, muestreo de 64 filetes de 3 cm, medida pH y envasado a vacío
Día 6	-	Alta presión hidrostática (32 filetes)
Día 7	Día 0	Medida del color Lote C, envasado en bandeja con film (no P/ no Ca) Lote P, envasado en bandeja con film (sí P/ no Ca) Lote Ca, macerado en disolución Cl_2Ca (no P/ sí Ca) Lote PCa, macerado en disolución Cl_2Ca (sí P/ sí Ca)
Día 13	Día 6	Medida del color y textura
Día 20	Día 13	Medida de la textura

A los 7 días *post mortem* (Día 0 del ensayo) se sacaron todos los filetes del vacío, y se midió el color de cada filete a los 90 minutos de oxigenación. Se colocaron todos los filetes en bandejas individuales, la mitad de los filetes sometidos a presión y la mitad de los no sometidos a presión se sumergieron en una disolución 0,1M de cloruro cálcico y fueron mantenidos en una cámara a 4 °C en oscuridad. Mientras que la otra mitad se dejaron cubiertos con film, también en la cámara en oscuridad. La mitad de los filetes se mantuvo hasta el día 6 de ensayo y se midió el color y la textura. El resto estuvieron hasta el día 13, y sólo se midió su textura. La valoración de la textura instrumental se realizó en un aparato Instron 4301 equipado con una célula Warner-Bratzler. Para ello, las muestras, envasadas al vacío, se cocieron en un baño de agua hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C.

Posteriormente, una vez frías se cortaron en paralelepípedos 1 x 1 cm de sección, y se midió el esfuerzo máximo y la dureza, expresados en N/cm². En el análisis estadístico de los resultados se utilizó el procedimiento mixed, y se compararon las medias por el test de Tukey, con el paquete estadístico XLSTAT 2014 (Addinsoft).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH final de los ocho redondos medido a los 5 días fue de $5,66 \pm 0,043$, que corresponde a un valor normal de animales no estresados. El tratamiento con alta presión alteró significativamente ($P < 0,0001$) todos los atributos del color (Figura 1), aumentó la claridad, el índice de amarillo, el tono y el porcentaje de metamioglobina y disminuyó el índice de rojo y el croma. La carne había perdido su color rojo característico de carne fresca y presentaba un aspecto rosado similar al de carne ligeramente cocida (Bajovic *et al.*, 2012). Por efecto de la presión las muestras aumentan varios grados de temperatura por el proceso adiabático (Ma y Ledward, 2013). Sorenson *et al.* (2011) indicaron que los consumidores aceptaban un ligero cambio de color cuando la presión no superaba los 200 MPa. La maceración de la carne en sales de calcio durante 6 días aumentó ($P < 0,0001$) la alteración del color, tanto del lote testigo como del lote sometido a presión. La claridad y el tono aumentaron y el croma disminuyó quedando muy por debajo de 18. Estos cambios del color serían percibidos como negativos por los consumidores (Sorenson *et al.*, 2011) por lo cual no debe pensarse en emplearlo para carne fresca sino para carne que vaya a ser la base de un producto cárnico elaborado o marinado.

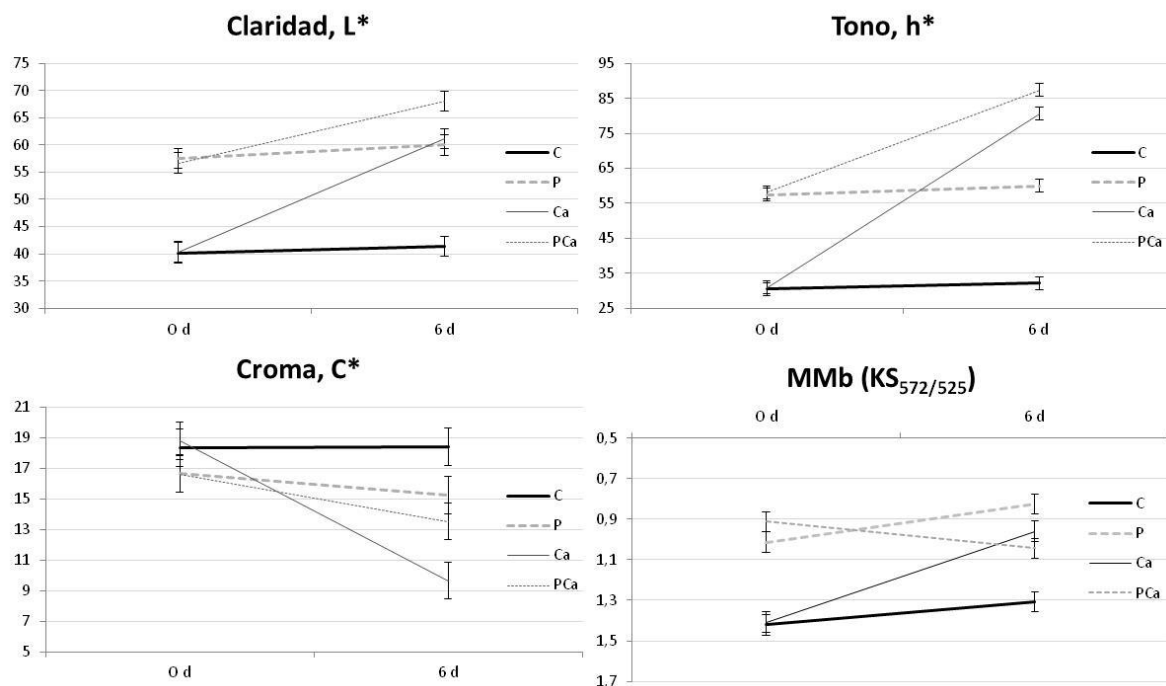


Figura 1. Claridad (L*) croma (C*), tono (h*) y metamioglobina (MMb) de filetes de redondo de los lotes: control (C) altas presiones, (P) macerado en solución de Calcio (Ca), o P y Ca, a dos tiempos (0 y 6 días).

El tratamiento con alta presión hidrostática aumentó significativamente ($P < 0,0001$) el valor del esfuerzo y la dureza (Tabla 2). El tratamiento con calcio disminuyó el valor del esfuerzo ($P < 0,03$) mientras que no modificó el valor de dureza. El tiempo extra de maduración (de 6 a 13 días) no tuvo ningún efecto en la textura de la carne. De estos resultados se desprende que la carne se compactó por efecto de la presión dando un mayor esfuerzo al corte (aumento 71%) y dureza (aumento del 33%), mientras que por efecto del calcio, la proteólisis aumentó, haciendo disminuir el esfuerzo al corte un 6%, aunque no varió la dureza.

La medida del esfuerzo al corte estaría más correlacionada con las miofibrillas, ya que aumentó por la compactación sufrida por la presión, pero disminuyó por la mayor actividad proteolítica. Mientras que la medida de dureza se correspondería con el alto contenido de colágeno del redondo (>5 mg/g) (Chriki *et al.*, 2013; Torrescoano *et al.*, 2003) que por su estructura elástica no sufre tanta compactación debida a la presión, pero tampoco aumenta su degradación por efecto del calcio. El aumento de la dureza de esta carne, debida a la alta presión aplicada, se debe a la compactación y reordenación de la estructura tras el desdoblamiento y desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas (Clariana *et al.*, 2011) y acortamiento del sarcómero (Jung *et al.*, 2000). Si el tratamiento con presión hubiese ido acompañado de alta temperatura (60 a 70 °C) se hubiese producido una disminución de la dureza debido a la parcial desnaturalización del colágeno (Ma y Ledward, 2004). La actividad del calcio se ve condicionada por las altas presiones ya que estas disminuyen o inactivan la actividad de la calpaína pero aumentan la actividad de la proteasa al liberar la cathepsina por la rotura de los lisosomas (Ma y Ledward, 2013). El aumento de siete días de maduración no tuvo efecto en la textura de la carne debido a que la mayor disminución de la dureza se produce en muchas piezas en los primeros siete días y por lo tanto ya había ocurrido.

Por ello, estos tratamientos, solos o combinados, no tienen interés ya que el consumidor rechazaría el producto por la alteración del color o por su mayor dureza. Además, debería comercializarse como derivado cárnico y no como carne fresca, según la reglamentación de la UE.

Tabla 2. Valores de textura de los redondos sometidos a alta presión hidrostática y/o solución de calcio y mantenidos después durante 6 o 13 días.

	Alta presión			Cloruro de calcio			Maduración		
	Sí	No	E.E.	Sí	No	E.E.	6d	13d	E.E.
Esfuerzo, (N/cm ²)	73,2 ^a	42,7 ^b	2,14	56,1 ^b	59,8 ^a	1,73	57,9	58,0	2,49
Dureza, (N/cm ²)	21,2 ^a	16,0 ^b	1,11	19,3	18,0	1,34	18,2	19,1	1,04

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bajovic *et al.*, 2012. Meat Sci. 92, 280-289. Clariana *et al.*, 2011. Innov. Food Sci. Emerg. Tech. 12, 456-465. Chriki *et al.*, 2013. Livest Prod. Sci. 155, 424-434. Hugas *et al.*, Meat Sci. 62, 359-371. Jung et Lamballerie-Anton, 2000. Meat Sci. 56, 239-246. Ma *et al.*, 2004. Meat Sci. 68, 347-355. Ma *et al.*, 2013. Meat Sci. 95, 897-903. McArdle *et al.*, 2010. Meat Sci. 86, 629-634. Sorenson *et al.*, 2011. Meat Sci. 87, 81-87. Torrescoano *et al.*, 2003. Meat Sci. 64, 85-91.

Agradecimientos: Proyecto DRU-2014-02-50-00-IFO-00740020008, cofinanciado por FEADER y el Gobierno de Aragón y al eje 1 del Programa de Desarrollo Rural.

EFFECT OF TREATMENT WITH HIGH PRESSURE AND / OR MARINATING IN SALTS OF CALCIUM OF BEEF ON THE TEXTURE AND COLOR

ABSTRACT: The aim of this study was assess the effect of treatment of beef with high pressure and calcium salts solution on its texture and color. Beef muscle *semitendinosus* aged 6 days were treated with 600 MPa of hydrostatic pressure (P), and/or marinating in solutions of calcium chloride 0.1M. Texture was measured at 7 or 14 days after treatments. Color was measured before treatments and at 6 days after treatments. Treatment with high pressure increases hardness and alters its color, changing its characteristic fresh red meat color to cooked appearance. Treatment with calcium solution spoils the beef color, becoming pale, while meat toughness slightly decreases. Therefore, these treatments, alone or in combination, have no commercial interest, since the consumer will reject owing the detrimental effects on its quality traits.

Keywords: beef, high hydrostatic pressure, calcium salts.