

## INFLUENCIA DEL MÚSCULO Y LAS TEMPERATURAS DE COCINADO Y ENFRIADO EN LA DUREZA INSTRUMENTAL DE LA CARNE

Ripoll, G., Panea, B y Albertí, P.

CITA. Avda. Montañana, 930. 50059. Zaragoza, España. gripoll@aragon.es

### INTRODUCCIÓN

La fuerza de cizalla medida con la célula de carga Warner-Bratzler es una de las técnicas más usadas para determinar la dureza de la carne cocinada. La temperatura de cocinado tiene un gran efecto en la dureza de la carne y en el rango entre 60°C y 80°C la dureza aumenta al hacerlo la temperatura. En los ensayos de textura, el cocinado de la carne es detenido generalmente colocando las muestras en agua corriente fría o a temperatura ambiente, pero en la mayoría de los estudios no se aporta ninguna información sobre la temperatura del agua, tiempo de enfriado u otros detalles sobre el enfriado y cuando existe esta información, la metodología empleada es dispar. Así, algunos autores empiezan a cortar la carne cuando todavía está templada (Hwang *et al.*, 2004), 30°C), otros, cuando está a temperatura ambiente (21-23°C) (Johnson *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2008; Morgan *et al.*, 1991; Tschirhart-Hoelscher *et al.*, 2006) y otros, alrededor de 2-4 °C (Belew *et al.*, 2003; Destefanis *et al.*, 2008; Kannan *et al.*, 2002; Shackelford *et al.*, 2004; Swan *et al.*, 1998). Además de la temperatura de cocinado y enfriado, el valor de dureza, que se suele medir en el M. *Longissimus thoracis et lumborum*, puede diferir en función de la zona del lomo donde se mida, o si se mide en otros músculos también usados como el m. *Semitendinosus* y el m. *Psoas major*. Por estos motivos, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la temperatura de cocido y enfriado en la dureza instrumental de la carne de cabra de Angora medida con la célula Warner-Bratzler, así como estudiar las diferencias en dureza de tres músculos.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se pesaron 20 cabras adultas de Angora (45,3 kg  $\pm$  6,29 kg d.e.) y se sacrificaron sin ayuno, de acuerdo con las leyes europeas, en el matadero experimental del CITA. Una vez oreada la canal a 4 °C durante 24 horas, fue pesada (17,3 kg  $\pm$  3,43 kg d.e.) y se calculó el rendimiento a la canal fría en porcentaje (37.96 %  $\pm$  2.936 d.e.). De cada canal se extrajeron los músculos *Longissimus thoracis et lumborum* (LD) desde la 5ª vértebra torácica hasta la 6ª vértebra lumbar, el músculo *Semitendinosus* (ST) y el musculo *Psoas major* (PM). El m. *Longissimus thoracis et lumborum* se dividió en tres porciones de igual longitud, de manera que una fue el extremo craneal, otra el extremo caudal y la otra porción fue la central entre ambas. Así, de cada animal se obtuvieron 6 porciones de este músculo.

Todas las muestras se envasaron al vacío, se congelaron a -20 °C y se almacenaron a esa temperatura hasta el análisis. Las muestras se descongelaron durante 20 horas a 4 °C. Las muestras se cocinaron, siempre dentro de la bolsa de vacío, en un baño termostático Selecta Precisdig (J. P. Selecta, Barcelona, España) previamente precalentado hasta alcanzar una temperatura interna de 60, 70 u 80° C. La temperatura en el interior de la muestra se controló mediante termómetro Testo Datalogger 177-T4 con termopares tipo T. Las muestras se sacaron del baño termostático y se colocaron bajo agua fría corriente para detener la cocción, hasta alcanzar 30°C en el centro de la muestra. Después, unas muestras se mantuvieron en agua hasta que alcanzaron en el centro de la muestra 20 °C, y otras se mantuvieron en refrigeración hasta alcanzar 10°C, dependiendo del diseño experimental.

Después del enfriado se cortaron las muestras en forma de paralelepípedo con una sección de 10 x10 mm<sup>2</sup> con la dimensión mayor en dirección al mayor eje del músculo y de las fibras musculares (Honikel, 1998). Las muestras fueron cizalladas perpendicularmente al mayor eje de la submuestra con un Instron 5543, equipado con una célula Warner-Bratzler registrándose el Esfuerzo máximo (N/cm<sup>2</sup>).

El efecto del músculo se analizó mediante el Proc mixed de SAS donde se consideró el animal como unidad experimental y efecto aleatorio y el músculo como efecto fijo. Las diferencias entre medias mínimo cuadráticas se estudiaron por el ajuste de Tukey con un nivel de significación del 0,05. El peso de la canal fría se consideró como covariante, pero al no ser significativa, finalmente se excluyó del modelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En nuestro ensayo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre músculos (Figura 1). Los músculos *Semitendinosus* (ST) y *Longissimus dorsi* (LD) tuvieron similar dureza ( $P > 0,05$ ) y fue significativamente mayor que la del *Psoas major* (PM). La diferencia entre músculos de dureza Warner-Bratzler ya ha sido descrita anteriormente (Belew *et al.*, 2003) y se deben a diferencias en la proporción de fibras. En bovino parece bastante claro que el gradiente de dureza es  $ST > LD > PM$  (Morgan *et al.*, 1991; Shackelford *et al.*, 1995; Shorthose y Harris, 1990), pero este patrón no es tan claro en otras especies. Así, por ejemplo, Kerth *et al.* (2003) no encontraron diferencias entre ST y LD en ovejas, mientras que Wheeler y Koohmaraie (1999), encontraron que el LD de cordero fue más duro que el PM.

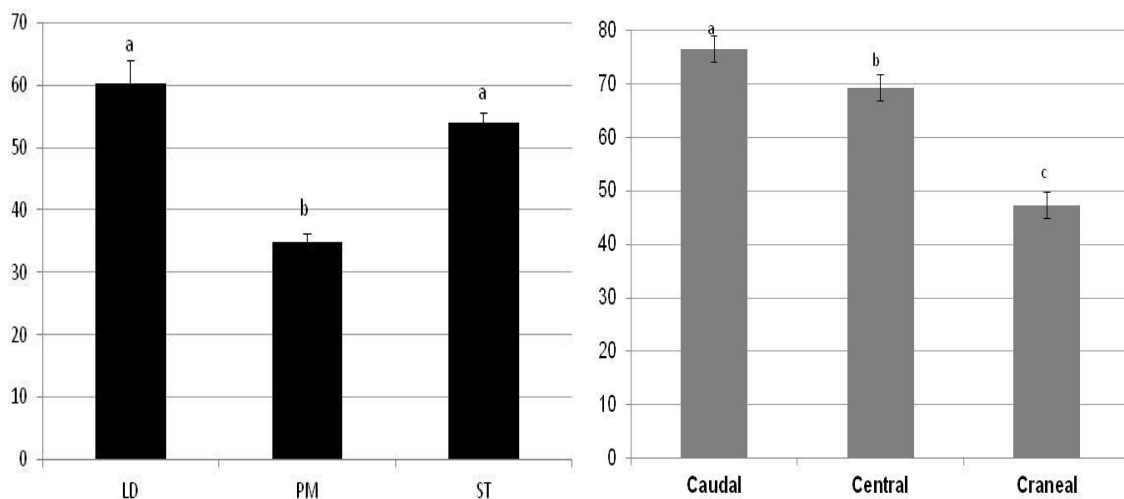
En cuanto a las regiones estudiadas del m. *Longissimus dorsi*, se observó un incremento significativo de la dureza del músculo desde la zona craneal hacia la caudal ( $P < 0,05$ ). La mayor diferencia de dureza estuvo entre la parte craneal y la parte central, con 20 N de diferencia aproximadamente (Figura 1). Shackelford *et al.* (2004) encontraron una tendencia similar en ovino, aunque cuando se estudiaron ovejas con el gen *callypige* la zona craneal fue más dura que la caudal. Cuando se estudiaron las diferencias entre la parte craneal y la caudal en bovino, Derington *et al.* (2011) encontraron que era más dura la parte caudal, sin embargo Torrescano *et al.* (2003) y Belew *et al.* (2003) no encontraron diferencias significativas.

Cuando se estudió la influencia de la temperatura de cocinado y enfriado en la textura, se encontró una interacción entre ambas ( $P < 0,05$ ). Cuando la carne se cocinó a 60°C y a 80 °C, no hubo diferencias en dureza entre ellas, aunque se apreció una ligera tendencia a aumentar la dureza con la temperatura de cocinado. Tampoco se observó a estas temperaturas de cocinado diferencias entre temperaturas de enfriado. Sin embargo, cuando se cocinó la carne a 70 °C, la carne enfriada a 20 °C fue significativamente ( $P < 0,05$ ) más dura que la enfriada a 10 °C. Además, la carne 70°C/10°C fue de dureza similar a la cocinada a 60°C y 80°C, y enfriada a cualquier temperatura, mientras que la carne 70°C/20°C fue significativamente distinta de la carne cocinada a 60°C. Christensen *et al.* (2000) encontraron que la carne de bovino aumenta su dureza de 60°C a 80°C. Bouton y Harris (1972) también encontraron este comportamiento aunque mucho menos acusado. Con estos resultados, se recomendaría cocinar a 80°C ya que es la temperatura con unos valores similares en intermedios a 60 °C y 70 °C, y que además no está influida por la temperatura de enfriado. Si se sigue la metodología estándar (70°C), la mejor opción es enfriar la carne a 10 °C puesto que ofrece valores comparables con las otras temperaturas de cocinado, y por tanto más estables frente a pequeñas diferencias en la temperatura de cocinado entre muestras o ensayos. La temperatura de enfriado es un factor importante que se debería fijar y controlar más en los ensayos.

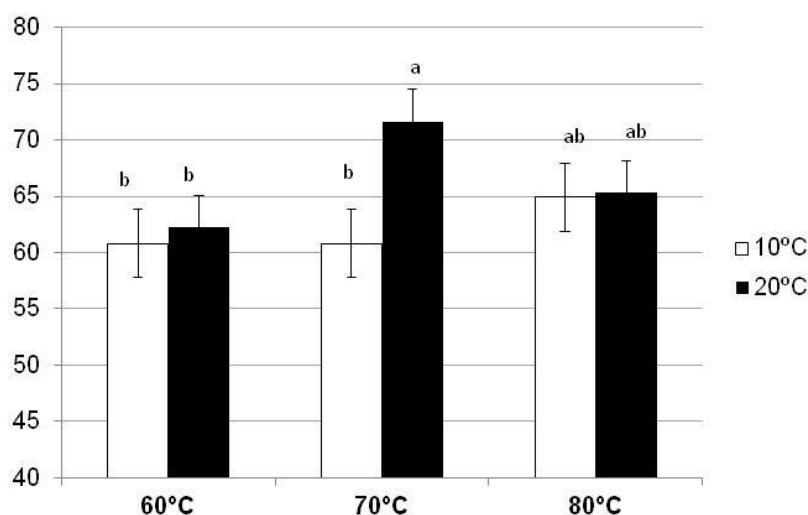
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belew J.B. *et al.* 2003. Meat Sci., 64: 507-512
- Bouton y Harris, P. V. 1972. J. Food Sci, 37, 140-144
- Christensen M., *et al.* 2000. Meat Sci., 55: 301-307
- Derington AJ, *et al.* 2011. Meat Sci, 88: 203-208
- Destefanis G, *et al.* 2008. Meat Sci., 78: 153-156
- Honikel KO .1998. Meat Sci., 49: 447-457
- Hwang I. H., *et al.* 2004. Meat Sci, 68: 497-505
- Johnson DD, *et al.* 1995. Small Rum. Res., 17: 57-63
- Kannan G, *et al.* 2002. J. Anim. Sci., 80: 2383-2389
- Kerth CR, *et al.* 2003. J. Anim. Sci., 81: 2213-2218
- Lee JH, *et al.* 2008. Small Rum. Res. 75: 177-184
- Morgan JB, *et al.* 1991. J. Anim. Sci., 69: 3274-3283
- Shackelford SD, *et al.* 1995. J. Anim. Sci., 73: 3333-3340
- Shackelford SD, *et al.* 2004. J. Anim. Sci., 82: 802-807
- Shorthose WR, *et al.* 1990. J. Food Sci. 55: 1-8
- Swan JE *et al.* 1998. Small Rum. Res., 28: 273-280
- Torrescano G, *et al.* 2003. Meat Sci., 64: 85-91
- Tschirhart-Hoelscher TE, *et al.* 2006. Meat Sci, 73: 48-54
- Wheeler TL, *et al.* 1999. J. Anim. Sci., 77: 2444-2451.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen la ayuda de Elías Echegoyen, Miguel Ángel Céspedes y Oscar Bravo por su ayuda en el cuidado y sacrificio de los animales.



**Figura 1.** Esfuerzo máximo ( $N/cm^2$ ) de tres músculos (LD, *Longissimus thoracis et lumborum*; PM, *Psoas major*; ST, *Semitendinosus*) de cabra de Angora (izquierda) y de las tres regiones del m. *Longissimus dorsi* (derecha).



**Figura 2.** Esfuerzo máximo ( $N/cm^2$ ) del músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de cabra de Angora en función de la temperatura de cocinado (60, 70 y 80 °C) y de enfriado (10 y 20 °C).

### EFFECT OF MUSCLE AND COOKING AND CHILLING TEMPERATURES ON INSTRUMENTAL TOUGHNESS OF MEAT

**ABSTRACT:** Twenty Angora goats were slaughtered to study the effect of cooking and chilling temperatures on the Warner-Bratzler shear force. Also was study the toughness of *Semitendinosus* (ST), *Longissimus thoracis et lumborum* (LD) and *Psoas major* (PM). ST and LD had similar toughness ( $P > 0.05$ ) while PM had lower toughness than those. There was a toughness increment from the craneal side to caudal side ( $P < 0.05$ ). Cooking at 80°C would be recommended because the toughness was intermediate and similar to that of meat cooked at 60 °C and 70 °C. Besides of this, toughness at 80 °C was not influenced by chilling temperature. Following the standard procedures (70°C), best option is chill the meat at 10 °C because values of toughness are closer to the other cooking temperatures proposed.

**Keywords:** Angora, goat, Warner-Bratzler, shear force