

## EFFECTO DEL TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE EL pH y COLOR DE LA CARNE DE POTRO

Beldarrain<sup>1</sup>, L.R., Morán<sup>1</sup>, L., Aldazabal<sup>1</sup>, G.F., Barrón<sup>1</sup>, L.J.R., Sentandreu<sup>2</sup>, M.A. y Aldai<sup>1</sup>, N.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación Lactiker, Departamento de Farmacia y Ciencias de los Alimentos, UPV/EHU, 01006 Vitoria-Gasteiz; noelia.aldai@ehu.es

<sup>2</sup>Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC). 46980 Paterna (Valencia).

### INTRODUCCIÓN

El consumo de carne de caballo no es popular en la mayoría de países, pero dada su disponibilidad y valor nutricional éste se está incrementando en varios países de Europa (Belaunzarán et al., 2015, 2017). En consecuencia, es necesario extender los estudios realizados en otras especies a este producto. Entre ellos, el estudio de la maduración es importante ya que además de producir un incremento en la ternura de la carne, pueden producirse alteraciones en el color, aroma y apariencia general, factores que tendrán gran peso en el momento de compra y consumo (Koochmaraie, 1996).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo ha sido por una parte caracterizar muestras de carne de potro mediante su contenido de grasa intramuscular (IM) y mioglobina; y por otra, estudiar la evolución del pH y de los parámetros de color durante la maduración de la carne envasada al vacío, con la finalidad de obtener información que ayude a definir el tiempo óptimo de maduración.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 10 potros (5 machos y 5 hembras) de la raza Hispano Bretón de 15-17 meses de edad nacidos entre mayo y agosto de 2017. Los potros fueron criados en condiciones de pastoreo y lactancia natural con sus madres hasta los 7-8 meses, periodo tras el cual se separaron de las mismas y pastaron durante 4-5 meses. Finalmente fueron cebados con pienso (13,3% proteína, 2,70% grasa, 7,60% fibra) durante 120 días hasta el sacrificio (peso medio de la canal 246 ± 14,0 kg). Se sacrificaron 2 potros (un macho y una hembra) durante 5 semanas consecutivas, y tras 48 h de oreo, se extrajo el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) de ambos lados de la canal, que se cortó en filetes de 1,5 cm de grosor. Los filetes se envasaron al vacío y se almacenaron a 4°C durante 0,7,14 y 21 días.

El contenido de grasa IM (Bligh y Dyer, 1959) y de mioglobina (Faustman y Philips, 2001) se determinó únicamente en los filetes de día 0. Por otra parte, tras los 0, 7, 14 y 21 días de maduración se midieron el pH y el color. El pH fue medido utilizando un pH-metro portátil (HI 99163, HANNA Instruments Inc., EE. UU.). Los parámetros de color fueron medidos tras 1 h de exposición de los filetes al aire envueltos en una película de PVC permeable al oxígeno, utilizando un colorímetro Minolta® CR-200 (Konica-Minolta Sensing, Inc., Alemania) con el que se obtuvieron las coordenadas de color  $L^*$  (luminosidad),  $a^*$  (índice de rojo) y  $b^*$  (índice de amarillo). Mediante estos parámetros se calcularon los siguientes índices: hue ( $h^*$ ), que representa el tono ( $\arctang(b^*/a^*)$ ), y chroma ( $C^*$ ), que se relaciona con la saturación del color ( $\sqrt{a^{*2}+b^{*2}}$ ).

El análisis estadístico fue realizado utilizando el paquete informático IBM-SPSS vers. 25. Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) para los parámetros de pH y color empleando el procedimiento de modelo lineal general. Se consideraron como factores fijos la maduración, el sexo, el día de sacrificio y el lado de la canal; y como covariable el peso de la canal. En el caso de las medidas de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$ ) se utilizaron como covariables en el modelo los valores de dichas medidas obtenidas para cada filete a día 0. El tamaño de los efectos fue evaluado mediante el parámetro  $\eta^2$ . Se utilizó el test de la Diferencia Significativa Mínima (DSM) aplicado a los valores de medias marginales estimadas para las comparaciones múltiples entre los niveles del factor maduración. Se utilizó como nivel crítico de significación  $\alpha=0,05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de grasa IM en la carne de caballo muestra una gran variabilidad entre razas, sistemas de producción y edades (0,5-12,7 %) (Belaunzarán et al., 2017). En el presente estudio, la cantidad de grasa IM de las muestras fue de 3,66 ± 0,95 %, acorde con el descrito para potros de razas cárnicas sacrificados a una edad similar y criados en manejo semi-extensivo (Sarries y Beriain, 2005). Por otra parte, el contenido de mioglobina, molécula

principalmente responsable de los cambios de color en la carne es altamente variable en función del temperamento, ejercicio, raza y edad del caballo (Lawrie, 1985, Lorenzo et al., 2014). En nuestro caso, se obtuvo un contenido de mioglobina de  $3,47 \pm 0,60$  mg/g de carne, en consonancia, con los resultados de Sarries y Beriain, 2005 para potros de edad similar.

La **Tabla 1** muestra la evolución de las variables de pH y color durante los días de maduración, así como los factores que tuvieron efecto sobre las mismas. Según el modelo considerado, el efecto de los factores maduración, día de sacrificio y su interacción fue significativo en las variables estudiadas. Cuando el término de interacción fue significativo, éste fue de tipo ordinal siendo el tamaño del efecto principal de la maduración siempre mayor frente al de la interacción.

El sexo no tuvo efecto significativo sobre el pH ni sobre las variables de color, tal y como ha sido observado por varios autores en diferentes razas de caballo (Franco y Lorenzo, 2014, Tateo et al., 2008). El lado de la canal (LTL de la media canal derecha e izquierda) tampoco mostró ningún efecto significativo. Sin embargo, el día de sacrificio (5 semanas consecutivas) fue significativo para alguno de los parámetros, ya que factores como el transporte al matadero y el propio sacrificio también han sido descritos como componentes que influyen en el color de la carne (Ferguson y Warner, 2008).

En cuanto a la evolución del pH durante el periodo de maduración, su valor inicial ( $5,60 \pm 0,02$ ) fue similar al descrito en la literatura para carne de potro de 15 meses (Gómez y Lorenzo, 2012). El pH disminuyó de manera significativa en los primeros 7 días de maduración, y continuó disminuyendo hasta el día 21, mientras que Gómez y Lorenzo (2012) observaron un incremento del pH durante los primeros 4-7 días de maduración al vacío. En carnes envasadas al vacío, las variaciones de pH suelen ser debidas principalmente a la producción de ácido láctico por el crecimiento de bacterias ácido lácticas (Gill, 1996), lo que está relacionado con los parámetros de color (AMSA, 2012). En general, los valores de pH obtenidos durante la maduración se encuentran por debajo de los descritos para la carne de vacuno envasada al vacío (Wu et al., 2014). Se ha descrito que en carne de caballo el contenido de glucógeno inicial es mayor que en vacuno, lo que hace que tras completarse el *rigor mortis* se conserve más glucógeno residual y por tanto se obtengan valores de pH menores (Gill, 2005).

**Tabla 1.** Efecto del tiempo de maduración del músculo LTL de carne de potro envasada al vacío sobre el pH y los parámetros de color.

					significación			
	día 0	día 7	día 14	día 21	EEM.	M	DS	M x DS
pH	5,60 <sup>a</sup>	5,48 <sup>b</sup>	5,48 <sup>b</sup>	5,45 <sup>b</sup>	0,02	***	***	***
L*	40,8 <sup>c</sup>	44,5 <sup>b</sup>	44,4 <sup>b</sup>	45,1 <sup>a</sup>	0,3	***	***	***
a*	15,0 <sup>c</sup>	17,8 <sup>ab</sup>	18,8 <sup>a</sup>	17,1 <sup>b</sup>	0,2	***	ns	ns
b*	4,09 <sup>c</sup>	6,19 <sup>b</sup>	7,12 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>	0,16	***	ns	**
Chroma	15,6 <sup>c</sup>	18,9 <sup>b</sup>	20,1 <sup>a</sup>	18,4 <sup>b</sup>	0,3	ns	ns	ns
Hue	14,9 <sup>d</sup>	19,1 <sup>c</sup>	20,8 <sup>b</sup>	22,1 <sup>a</sup>	0,4	***	*	***

EEM: error estándar de la media; M: maduración; DS: día de sacrificio; \*:  $P \leq 0,05$ ; \*\*:  $P \leq 0,01$ ; \*\*\*:  $P \leq 0,001$ ; ns: no significativo. Superíndices distintos en la misma línea indican diferencias estadísticamente significativas entre los niveles del factor maduración ( $P \leq 0,05$ ).

La evolución de las variables de color es de especial interés por ser la característica que más influye en el momento de la compra, ya que el consumidor asocia una carne luminosa y roja a un producto fresco (Mancini y Hunt, 2005). Los valores iniciales de luminosidad fueron similares a los descritos en otros estudios de carne de potro (Lorenzo y Gomez, 2012). L\* incrementó su valor durante todos los días de maduración, en línea con lo descrito en otro tipo de carnes envasadas al vacío (Fernandez-Lopez et al., 2008), y se observaron diferencias significativas durante los días 0-7 y 14-21.

El mayor índice de rojo (a\*) en la carne se alcanzó el día 14 tal y como han descrito otros autores para carne de potro conservada al vacío (Lorenzo y Gomez, 2012), y posteriormente descendió su valor de forma significativa. Estudios realizados en carne de vacuno establecen el umbral de aceptación del 95 % de los consumidores en un valor de a\* igual o superior a 14,5 (Holman et al., 2017). Por lo tanto, aunque el valor máximo de a\* fue alcanzado el día 14

de maduración al vacío, la carne presentó valores aceptables a lo largo de todos los días de maduración.

Entre los días 14 y 21 se observa un descenso significativo del índice de rojo ( $a^*$ ) pero no del índice de amarillo ( $b^*$ ), lo que se tradujo en un incremento significativo del valor de  $h^*$  (tono) en dirección al amarillo ( $b^*$ ). Esto, junto a un descenso en el valor de  $C^*$  (croma) fue indicativo de que la carne podría percibirse como marrón y ser valorada de manera negativa por los consumidores (Kress-Rogers y Brimelow, 2001). Por tanto, aunque la carne con mayor luminosidad fue la de 21 días de maduración, el día 14 se obtuvo el mayor índice de rojo, y a partir de ese momento comenzó a adquirir una tonalidad marrón.

Podemos concluir que la maduración al vacío tuvo un efecto significativo sobre el pH y los parámetros de color estudiados, reafirmando la importancia de este proceso de conservación en la calidad de la carne de potro. Es necesario recalcar que tratándose de una carne más oscura que la de vacuno, con valores iniciales de  $a^*$  más altos, es necesario profundizar en la investigación de la aceptabilidad de la carne por parte del consumidor para establecer el tiempo óptimo de maduración, así como el umbral de aceptación de los diversos parámetros de color de este tipo de carne.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA, 2012. Meat Color Measurement Guidelines
- Belaunzarán, X., Bessa, R.B.J., Lavín, P., Mantecón, A.R., Kramer, J.K.G. & Aldai, N. 2015. Meat Sci. 108: 74-81.
- Belaunzarán, X., Lavín, P., Barrón, L.J.R., Mantecón, A.R., Kramer, J.K.G. & Aldai, N. 2017. Meat Sci 124:39-47.
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J. 1959. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917.
- Faustman, C. & Philips, A. 2001. *Current protocols in food analytical chemistry*. New York, USA
- Ferguson, D.M. & Warner, R.D., 2008. Meat Sci. 80: 12-19.
- Franco, D. & Lorenzo, J.M. 2014. MeatSci. 96:327-334.
- Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barberá, E., Muñoz, T., Sendra, E., Navarro, C. & Pérez-Alvarez, J.A. 2008. Meat Sci. 78:143-152.
- Gill, C.O. 1996. Meat Sci. 43: 99-109.
- Gill, C.O. 2005. Meat Sci. 71: 506-513.
- Gomez, M. & Lorenzo, J.M. 2012. Meat Sci. 91: 513-520.
- Holman, W.B., van de Ven, R.J., Mao, Y., Coombs, C.E.O. & Hopkins, D.L. 2017. Meat Sci. 127: 57-62.
- Koohmaraie, M. 1996. Meat Sci. 43: 193-201.
- Kress-Rogers, E. & Brimelow, J.B.C. 2001. *Instrumentations and sensors for the food industry*. Cambridge, UK.
- Lawrie, R.A. 1985. *Meat Science (4th edition)*. Oxford, UK.
- Lorenzo J.M., Sarriés, M.V., Tateo, A., Polidori, P., Franco, D. & Massimiliano L. 2014. Meat Sci. 96: 1478-1488.
- Lorenzo, J.M. & Gomez, M. 2012. Meat Sci. 92: 610-618.
- Mancini, R.A. & Hunt, M.C. 2005. Meat Sci. 71: 100-21.
- Sarriés, M.V. & Beriain M.J. 2005. Meat Sci. 70: 141-152.
- Tateo, A., De Palo, P., Ceci, E. & Centoducati, P. 2008. J. Anim. Sci. 86: 1205-1214.
- Wu, G., Farouk, M.M., Clerens, S. & Rosenvold, K. 2014. Meat Sci. 98: 637-645.

**Agradecimientos:** Al Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad del Gobierno Vasco por la beca predoctoral de L.R.Beldarrain. Este trabajo ha sido financiado por el Grupo de Investigación Lactiker de la UPV/EHU (IT944-16).

### EFFECT OF AGING ON pH AND COLOR PARAMETRES OF FOAL MEAT

**ABSTRACT:** Due to the increasing popularity of foal meat, it is necessary to extend knowledge about it, as the study of the aging process. Meat from 10 Hispano Bretón foals (12-15 months and  $246 \pm 14,0$  kg of carcass weight) was first characterized by the analysis of LTL for IM fat ( $3,66 \pm 0,95$  %) and myoglobin ( $3,47 \pm 0,60$  mg/g meat) content, which were in agreement with previous studies. Then, pH and color parametres  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and  $h^*$  were obtained after 0, 7, 14 and 21 days of vacuum packed aging. GLM of ANOVA showed that aging had effect on pH, which decreased numerically during the 21 ageing days. In color color,  $L^*$  increased during the whole storage and the maximum value for  $a^*$  was reached at day 14. At 21 days of aging, a decrease in  $a^*$  and not in  $b^*$  was observed, which resulted in an increase in  $h^*$  in the direction of yellow. Together with a loss in  $C^*$  this means that meat could be perceived as brown. Consumers link bright red meat with freshness, so although maximum  $L^*$  values were obtained at day 21 meat color would start to be negatively evaluated after day 14.

**Keywords:** Ageing time, vacuum packed, horse meat, appearance.