

## CARACTERIZACIÓN DEL COLOR Y DEL CONTENIDO DE FE HEMÍNICO DE LOS M. *Longissimus dorsi* Y *Psoas major* FRESCOS Y MADURADOS EN EL CERDO PAMPA-ROCHA Y CRUZAS EN UN SISTEMA EN BASE A PASTURA

Cabrera M.C.<sup>1</sup>; del Puerto M.<sup>1</sup>; Barlocco, N.<sup>2</sup>; Saadoun, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Calidad de Alimentos y Calidad de Productos, GD Nutrición, Dpto. Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía.

<sup>2</sup>GD Sistemas de Producción, Dpto. Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía. Sección Fisiología y Nutrición, Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay.

Recibido: 15/8/2007 Aceptado: 13/9/2007

### RESUMEN

Se estudió la expresión del color y el contenido de Fe hemínico de dos músculos, *Longissimus dorsi* (LD) y *Psoas major* (PM) de tres tipos genéticos con diferentes grados de rusticidad (Pampa-Rocha, P; DurocxPampa-Rocha, HDP y Large WhitexPampa-Rocha, HLP) en un sistema basado en pasturas en Uruguay. Se realizaron medidas del color de los músculos en fresco y se determinó la concentración de pigmentos hemínicos a partir del contenido total de heme. El color expresado en L, luminosidad, resultó ser significativamente diferente según el tipo genético, siendo el tipo genético Pampa-Rocha más oscuro que HLP ( $P < 0.05$ ), mientras que HDP no resultó diferente de los otros dos. No se presentaron diferencias entre tipos genéticos para los otros componentes de la apreciación del color,  $a^*$  o  $b^*$  ( $P > 0.05$ ). En relación a cada músculo, para cada tipo genético PM presentó un valor de L más bajo y un valor de  $a^*$  más alto hacia rojizo, pero un valor de  $b^*$  más bajo que LD. Respecto a los tenores de pigmentos expresados como Fe hemínico en LD y PM, Pampa-Rocha presentó valores más altos (34 ppm) que los otros dos (31 y 21 ppm base seca) aunque esta tendencia no fue significativa a la comparación entre los tres tipos genéticos ( $P > 0.05$ ). En todos los tipos genéticos estudiados el proceso de la maduración disminuyó los valores de Fe hemínico en base seca tanto en LD como en PM ( $P < 0.05$ ). Por otro lado, PM contuvo valores más altos que LD ( $P < 0.05$ ). Este trabajo preliminar muestra diferencias en aspectos de calidad tecnológica y nutricional de la carne de cerdo de tres tipos genéticos con alto grado de rusticidad en sistema de cría "al aire libre" basado en pasturas en Uruguay.

**PALABRAS CLAVE:** Hierro hemínico, cerdos Pampa, calidad carne, maduración, color, sistema "aire libre".

### SUMMARY

## COLOUR CHARACTERIZATION AND HAEM IRON CONTENT IN RAW AND AGED M. *Longissimus dorsi* AND *Psoas major* FROM PAMPA-ROCHA AND CROSSBREAD PIG REARED IN PASTURE BASED SYSTEMS

We studied the expression of the color and the haem iron on two muscles, *Longissimus dorsi* (LD) and *Psoas major* (PM) of three genetic types with different degrees from rusticity (Pampa-Rocha, P; DurocxPampa-Rocha, HDP and Large WhitexPampa-Rocha, HLP) in a system based on pastures in Uruguay. Measures of the color of muscles were realised in fresh and the haem pigment concentration was determined for the total content of haem. The color expressed in L, luminosity, was significantly different according to the genetic type, being the genetic type Pampa-Rocha darker than HLP ( $P < 0.05$ ), whereas HDP was not different from the other two. Differences between genetic types for the other components of the appreciation of the color,  $a^*$  or  $b^*$  did not appear ( $P > 0.05$ ). In relation to each muscle, for each genetic type PM presented a lower value of L and a higher value of  $a^*$  towards reddish, but a lower  $b^*$  value of than LD. With respect to the pigment tenors expressed like haem iron in LD and

PM, Pampa-Rocha presented higher values (34 ppm) than the other two (31 and 21 ppm dry basis) although this tendency was not significant to the comparison between the three genetic types ( $P > 0.05$ ). In all the genetic types studied, the process of the maturation decreased the values of haem iron in dry basis in LD as in PM ( $P < 0.05$ ). On the other hand, PM contained higher values than LD ( $P < 0.05$ ). This preliminary work showed differences in aspects of technological and nutritional quality of the meat of pig of three genetic types with high degree of rusticity in free range system based on pastures in Uruguay.

**KEYWORDS:** Haem iron content, Pampa pig, meat quality, ageing, colour, free-range pigs.

## INTRODUCCIÓN

La presencia de Fe hemínico en la carne de cerdo es un parámetro que permite calificar la misma desde el punto de vista nutricional y de la calidad tecnológica a la transformación (Warris, *et al.*, 1990<sup>a</sup>; 1990b; Lindahl *et al.*, 2001). La importancia de este parámetro está ligada a la salud humana en cuanto es el único compuesto biológicamente activo con alta capacidad de absorción y cuya deficiencia provoca anemias con particular impacto en los niños y mujeres embarazadas (Lena Hulthén, 2003). El contenido de Fe en la carne puede variar con la alimentación o con el trabajo muscular y esto es particularmente interesante en los animales que se crían en sistemas semiextensivos. Se ha observado que animales más rústicos presentan niveles más altos de Fe que aquellos mejorados aunque no está claro si estos niveles dependen del animal o del sistema de producción (Estevez, *et al.*, 2004). Por otro lado Cabrera *et al.* (2007) han demostrado que los niveles de Fe y de Fe hemínico son diferentes en función del músculo y que algunos procesos como la maduración de la carne pueden afectar dichos niveles.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la carne fresca de cerdos Pampa-Rocha y dos cruza biotipos producto del cruzamiento de madres Pampa-Rocha por padrillos Duroc y Large White, a través del color y del contenido de Fe hemínico y estudiar la variación de los mismos en función del tipo de músculo, “blanco” o “rojo” y evaluar el efecto de la maduración durante 7 días sobre la variación de los pigmentos hemínicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Animales y muestras de carne

Se utilizaron 25 cerdos de 90 kg de peso vivo, provenientes de líneas de tipo rústico (8 Pampa-Rocha, 8 cruza Pampa-Rocha x Duroc y 9 cruza Large White x Pampa-Rocha) los cuales provienen de un sistema de producción a campo o al “aire libre”, basado en pasturas con comple-

mento de concentrado. Los animales se sacrificaron en una planta frigorífica autorizada cumpliendo con los requisitos de una faena humanitaria. 24 horas *postmortem*, los músculos *Longissimus dorsi* a la altura de la 10<sup>a</sup> costilla y *Psoas major* se removieron de las carcasas enfriadas y se trasladaron hasta el Laboratorio en recipientes refrigerados. Luego de la determinación del color en fresco, se limpiaron de la grasa visible y se dividieron en dos partes iguales, una se congeló inmediatamente en vacío a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la otra se hizo madurar a  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  bajo vacío durante 7 días. Posteriormente se almacenó a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta el análisis.

### Análisis de las muestras

Se realizaron medidas del color de los M. *Longissimus dorsi* y *Psoas major*, utilizando una cámara Minolta CR-10 con iluminante estándar D, en los músculos en fresco. El valor de  $L^*$  (luminosidad), el valor de  $a^*$  (rojizo) y el valor de  $b^*$  (amarillento) se determinaron a partir de tres lecturas en la superficie de cada músculo (CIE, 1976). Se determinó la concentración de pigmentos hemínicos a partir del contenido total de heme de acuerdo a Hornsey (1956) modificado por contenido de materia seca ( $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 24 horas; AOAC, 1994) de cada muestra y se calculó la concentración de Fe hemínico utilizando el factor de conversión de 0.0882.

### Análisis estadístico

El efecto de los tipos genéticos, del músculo y del proceso se analizaron con el procedimiento GLM del NCSS (2003). Los valores obtenidos de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  se analizaron en un modelo que incluía como efecto fijo el tipo genético para cada músculo, mientras que los valores de Fe hemínico se analizaron en un modelo que incluía tipo genético y proceso para cada músculo. También se analizó dentro de cada tipo genético el efecto del proceso o del músculo a través de un Test de Student para muestras pareadas ( $P < 0.05$ ). Las comparaciones de pares para las diferencias entre las medias se hicieron con una significancia de  $P < 0.05$  por el Test de Tukey-Kramer.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El color expresado en L\*, luminosidad, resultó ser significativamente diferente según el tipo genético, siendo el tipo genético Pampa-Rocha más oscuro que HLP, mientras que HDP no resultó diferente de los otros dos (Cuadro 1). No se presentaron diferencias entre tipos genéticos para los otros componentes de la apreciación del color, a o b (P<0.05). En relación a cada músculo, para cada tipo genético PM presenta un valor de L más bajo hacia tonos oscuros y un valor de a más alto hacia rojizo, pero un valor de b más bajo que LD. Respecto a los tenores de pigmentos expresados como Fe hemínico (Cuadro 2) en LD, Pampa-Rocha presentó valores más altos (34 ppm) que los otros dos (31 y 21 ppm base seca) aunque esta tendencia no es significativa a la comparación entre los tres tipos genéticos (P>0.05). La misma respuesta aparece en PM aunque igualmente no resulta significativa.

Para todos los tipos genéticos estudiados aquí el proceso de la maduración disminuyó (P<0.05) los valores de

Fe hemínico en base seca tanto en LD como en PM. Por otro lado PM contiene valores significativamente más altos que LD (P<0.05), lo cual estaría explicado por el tipo de músculo más oxidativo (Bekhit y Faustman, 2005). Es importante hacer notar que los valores de Fe hemínico en la bibliografía (6 ppm para cerdo ibérico y 3 ppm para cerdo comercial; Estevez *et al.*, 2004). Este hecho tiene una importancia en impacto de calidad nutricional.

## CONCLUSIONES

Este trabajo preliminar permite apreciar algunas diferencias en aspectos de calidad tecnológica y nutricional de la carne en tres tipos genéticos con incorporación de rusticidad en sistema de cría a campo o “al aire libre” en Uruguay y establece una plataforma para continuar con los estudios de calidad nutricional que permitan calificar adecuadamente este tipo de animales en el país y la región.

**Cuadro 1.** Efecto del tipo genético (Pampa-Rocha, P; Cruza DurocXPampa-Rocha, HDP y Cruza Large WhiteXPampa-Rocha, HLP) y tipo de músculo (*Longissimus dorsi*, LD; *Psoas major*, PM) en la expresión del color L\*, a\*, b\*, de la carne de cerdo fresca.

| Tipo genético               | LD              |                |                 | PM             |                 |                 | Efecto músculo |    |    |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----|----|
|                             | L*              | a*             | b*              | L*             | a*              | b*              | L*             | a* | b* |
| <b>P</b>                    | 50,4<br>±1,4 aA | 5,78<br>±0,45A | 14,66<br>±0,61B | 42,9<br>±0,56B | 11,64<br>±0,77B | 12,82<br>±0,45A | **             | ** | *  |
| <b>HDP</b>                  | 50,7<br>±0,9abA | 5,91<br>±0,51A | 14,64<br>±0,36B | 43,2<br>±0,30B | 12,03<br>±0,58B | 12,91<br>±0,37A | **             | ** | *  |
| <b>HLP</b>                  | 53,9<br>±1,3bA  | 5,84<br>±0,44A | 15,58<br>±0,56B | 43,4<br>±0,79B | 11,82<br>±0,59B | 13,12<br>±0,28A | **             | ** | *  |
| <b>Efecto tipo genético</b> | *               | ns             | ns              | ns             | ns              | ns              |                |    |    |

Los valores representan la media ± SEM. a Diferentes letras significan diferencia estadística en cada columna por el Test de Tukey-Kramer. A Diferentes letras indican diferencia estadística entre músculos para L\*, a\*, ó \*b por el Test de Student para muestras pareadas. \* = P<0.05 ; \*\* P<0.01; ns=no significativo para los parámetros a\* y b\* según tipo genético.

**Cuadro 2.** Efecto del tipo genético (Pampa-Rocha, P; Cruza DurocXPampa-Rocha, HDP y Cruza Large WhiteXPampa-Rocha, HLP) y tipo de músculo (*Longissimus dorsi*, LD; *Psoas major*, PM) y de la maduración en el contenido de Fe hemínico (ppm base seca) de la carne de cerdo en un sistema en base a pastura.

| Tipo genético | LD     |          |                | PM     |          |                | Efecto músculo |
|---------------|--------|----------|----------------|--------|----------|----------------|----------------|
|               | Fresco | Madurado | Efecto proceso | Fresco | Madurado | Efecto proceso |                |
| P             | 34,2   | 28,6     | *              | 46,8   | 38,6     | ns             | ***            |
|               | ±2,4aB | ±2,1bB   |                | ±7,7A  | ±2,7A    |                |                |
| HDP           | 31,8   | 19,3     | *              | 43,2   | 36,0     | ns             | *              |
|               | ±2,3aB | ±1,6bB   |                | ±3,8A  | ±3,1A    |                |                |
| HLP           | 27,8   | 21,0     | *              | 39,8   | 36,4     | ns             | ***            |
|               | ±2,1aB | ±1,6bB   |                | ±2,5A  | ±3,5A    |                |                |

### Efecto tipo genético

ns

ns

Los valores representan la media ± SEM. a Diferentes letras significan diferencia estadística debido al proceso de maduración, para cada tipo genético y cada músculo por el Test de Student para muestras pareadas.

A Diferentes letras indican diferencia estadística entre músculos y proceso en cada tipo genético por el Test de Tukey-Kramer. \* = P<0.05 ; \*\* P<0.01; \*\*\*=P<0.001; ns=no significativo para tipo genético en cada músculo ó proceso en M. *Psoas major* (P>0.05).

### BIBLIOGRAFÍA

BEKHIT, A.E.D. y FAUSTMAN, C. 2005. Review: Metmyoglobin reducing activity. *Meat Science* 71: 407–439.

CABRERA, M.C.; RAMOS, A.; DEL PUERTO, M.; BRITO, G. y SAADOUN, A. 2007. Contenido y solubilidad *in vitro* del Cu, Zn, Fe y Mn de la carne de novillos Hereford y Braford alimentados a pastura en Uruguay. Efecto de la maduración y tipo de músculo. ALPA 2007. Perú (aceptado).

CIE. 1976. Commission Internationale de l'Eclairage, 18th Session, London, UK. September 1975. CIE publication 36.

ESTEVEZ, M.; MORCUENDE, D. y CAVA LOPEZ, R. 2004. Physicochemical characteristics of *Longissimus Dorsi* from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live-weight and commercial pigs. *Meat Science* 64:499-506.

HORNSEY, H. C. 1956. The colour of cooked cured pork. 1. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7, 534–541.

LENA HULTHERN. 2003. Iron deficiency and cognition. *Scandinavian Journal of Nutrition* 2003; 47 (3): 152 \_/156

LINDAHL, G.; LUNDSTRO M. K. and TORNBERG, E. 2001. Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*, 59, 141–151.

WARRIS, P. D.; BROWN, S. N. and ADAMS, S. J. M. 1990a. Variation in haem pigment concentration and colour in meat from British pigs. *Meat Science*, 28, 321–329.

WARRIS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N. and NUTE, G. R. 1990b. The quality of pork from traditional pig breeds. *Meat Focus International*, 5, 179–182.