

VARIACIONES DE COLOR, pH Y FE HEMÍNICO EN LA CARNE DE AVE FRESCA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE MÚSCULO Y DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

del Puerto M.¹; Cabrera M.C.^{1,2}; Saadoun A.²

¹ Laboratorio Calidad de Alimentos y Calidad de Productos, GD Nutrición, Dpto. Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

² Sección Fisiología y Nutrición. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay.

Recibido: 15/8/2007 Aceptado: 21/10/2007

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es comparar dos sistemas de producción de aves de carne existentes en Uruguay, que difieren por la densidad de las aves así como por la posibilidad de desplazamiento de las mismas, a través de las características de color L^* , a^* , b^* y pH (a 3 y 24 horas post mortem) y del contenido de Fe hemínico (a las 24 horas post mortem) de los principales músculos, *Pectoralis major*, *Gastrocnemius* y *Sartorius*. A las 3 horas post mortem se observa un efecto del sistema de producción sobre el color de la carne de los animales obteniéndose en el sistema de producción orgánico coloraciones más luminosas (L^* 53.99 vs L^* 50.60), tendientes al enrojecimiento (a^* 3.15 vs a^* 1.5) y menos amarillamiento de la piel (b^* 14.98 vs b^* 17.30). A las 24 horas post mortem se mantiene la diferencia significativa para el parámetro L^* . En lo que respecta al pH se observan valores significativamente ($P < 0.05$) más altos en la carne del sistema convencional (6.14 y 6.12) respecto al orgánico (6.05 y 6.02) a 3 y 24 horas respectivamente lo que perjudicaría la calidad de la carne para la industrialización. Sobre el contenido de Fe disponible o Fe heme determinado a las 24 horas post mortem se observa un claro efecto del sistema de cría donde el orgánico origina valores superiores del mineral ($P < 0.05$) respecto al sistema convencional. Se concluye que el sistema afecta significativamente los parámetros de color, pH y de contenido de pigmentos hemínicos de los músculos estudiados.

PALABRAS CLAVE: pollo orgánico, Fe hemínico, color de la carne de ave.

SUMMARY

VARIATION IN COLOUR, pH AND HEME FE IN RAW POULTRY MEAT FROM DIFFERENTS MUSCLES AND PRODUCTION SYSTEMS

The aim of this paper is to compare two different systems of chicken meat production used in Uruguay, which vary in density of birds and in the possibility of movement among them, throughout the color characteristics L^* , a^* , b^* and pH (at 3 and 24 hours postmortem) and the amount of Fe hemic (at 24 hours postmortem) in the main muscles, *Pectoralis major*, *Gastrocnemius* and *Sartorius*.

At three hours post mortem there is a production system effect on meat colour getting lighter colours ($L^*=53.99$ vs $L^*=50.60$), tending to reddish ($a^*=3.15$ vs $a^*=1.5$) and less yellowness in the skin ($b^*=14.98$ vs $b^*=17.30$) in the organic system. At 24 hours postmortem the L^* values continues significantly different.

Referring to pH values they are significantly higher ($P < 0.05$) in the conventional growing system (6.14 vs 6.12) in respect to the organic system at 3 and 24 hours, this could affect the meat quality to be industrialized. Fe available or Fe heme at 24 hours post mortem shows a system clear effect where the organic one gives higher values ($p < 0.05$) compared with the conventional system.

In conclusion we can assure that the growing system affects significantly the colour, pH and hemintic pigments content in the muscles studied.

KEY WORDS: organic poultry, heme iron, poultry meat colour.

INTRODUCCIÓN

El efecto del sistema de producción podría impactar algunas características nutricionales de las aves de carne sobre aquellos parámetros relacionados a la densidad de las aves y el desarrollo de determinadas anomalías relacionadas a las características de color y pH (Manteca, 2003). El color y el pH inciden en dos aspectos: sensorialmente y tecnológicamente, afectando el interés del consumidor y la aptitud de la carne al procesamiento o al desarrollo microbiano. El color a su vez puede estar influido por el aporte de pigmentantes sintéticos elevando su tonalidad hacia los rangos amarillentos (Nys, 2003). Por otro lado, la composición nutricional de la carne de ave y particularmente de los músculos de la pata es un atributo importante para el consumidor final especialmente los niños y aquellas personas que hacen de la carne de ave una comida frecuente. El contenido de Fe heme es de particular importancia para la disminución de las patologías asociadas a la deficiencia de hierro como la anemia. El Fe heme es aquel derivado de la hemoglobina, aparece sólo en los productos de origen animal y es considerado ser nutricionalmente importante por su alta biodisponibilidad (40 %) (Kalpalathika *et al.*, 1991). Además esta biodisponibilidad no es afectada por otros factores dietarios (Carpenter y Mahoney, 1992).

La carne de ave, hoy está sustituyendo la clásica carne vacuna y al tenor de Fe heme que se aportaba por ésta. Sin embargo la equivalencia no es igual, ya que la carne de pollo tiene valores algo menores de Fe heme respecto a la carne roja (Clark *et al.*, 1997). Para el caso específico de la carne de ave, interesa el contenido de Fe heme y no heme ó inorgánico (Miret *et al.*, 2003; Kanner *et al.*, 1990). El contenido de Fe no heme también está presente en la carne de ave, y es la única forma presente en los vegetales, su biodisponibilidad es muy baja (5%) y puede aumentar su contenido con algunos procesos tecnológicos (Clark *et al.*, 1997).

Estudios recientes han mostrado que la cantidad de Fe Heme del músculo animal, puede sufrir variaciones con el tipo de músculo del animal, debido, por ejemplo, al alto contenido en mioglobina de los músculos oxidativos (Lei and Van Beek 1997). Por otro lado, el trabajo muscular realizado a través del desplazamiento (Hoffmann, 1995; Castellini *et al.*, 2002) pueden aumentar considerablemente el nivel de Fe heme en el músculo, particularmente en los músculos más oxidativos (O'Brien *et al.*, 1992).

El objetivo de este trabajo es comparar dos sistemas de producción de aves de carne existentes en Uruguay, que difieren por la densidad de las aves así como por la posibi-

lidad de desplazamiento de las mismas, a través de las características de color, pH y el contenido de Fe hemínico en los principales músculos *Pectoralis major*, *Gastrocnemius* y *Sartorius*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y muestras de carne: Se utilizaron pollos híbridos (Ross) de 50 días de edad, provenientes de dos granjas avícolas: una con sistema de producción convencional, con una densidad de 10 aves por m², alimentadas con una dieta iniciación-terminación a base de maíz-soja-harina de carne y otra granja con un sistema de producción de tipo orgánico (de acuerdo a la normativa vigente en Uruguay), con una densidad de 7 aves por m² (con una salida al exterior), recibiendo una dieta iniciación-terminación en base a granos y subproductos (sin OGM), alfalfa molida y con un complemento de pasto verde picado. Las aves fueron faenadas y evisceradas en planta comercial de faena para aves e inmediatamente transportadas al Laboratorio en condiciones de refrigeración. El peso promedio de las canales evisceradas provenientes del sistema convencional es de 2,500 kg mientras que del sistema orgánico es de 2 kg. Se estudiaron los músculos *Pectoralis major* (pechuga), *Gastrocnemius* (pata) y *Sartorius* (muslo) a 3 horas *post mortem* y a las 24 horas *post mortem*. Previamente a este momento las canales se mantuvieron a 4°C.

Análisis de las muestras: A las 3 y 24 horas *post mortem* se realizaron las siguientes medidas sobre los tres músculos mencionados:

1) pH: se midió con peachímetro de penetración LTIutron pH-201 introduciendo el electrodo a través de una incisión en el músculo.

2) Parámetros del color (L*, a*, b*): se midieron en el músculo crudo luego de retirada la piel con un colorímetro Minolta CR-10 usando el Cielab Colour System (1976).

3) Fe hemínico por el método de Hornsey (1956) adaptado por Cabrera *et al.*, (2007) para muestras pequeñas, en el cual la muestra se maceró con acetona acidificada durante 1 hora, se filtró (Whatman 40 sin cenizas) y se midió cantidad de pigmento total a 640 nm en Espectrofotómetro Genesys 10. La cantidad de Fe hemínico se determinó con el factor 0.0882.

Análisis estadístico: Los resultados obtenidos se analizaron por el procedimiento GLM del programa NCSS(2004) para efecto del sistema, del tipo de músculo y del tiempo *post mortem*. Las medias se separaron por el Test de Tukey-Kramer (P<0.05).

RESULTADOS

Efecto del sistema de producción sobre el color y el pH (Cuadro 1)

A las 3 horas *postmortem* se observa un efecto del sistema de producción sobre el color de la carne de los animales obteniéndose en el sistema de producción orgánico coloraciones más luminosas (L^* 53.99 vs L^* 50.60), tendientes al enrojecimiento (a^* 3.15 vs a^* 1.5) y menos amarillamiento de la piel (b^* 14.98 vs b^* 17.30). A las 24 horas *post mortem* se mantiene la diferencia significativa para el parámetro L^* lo que nos lleva a considerar que este sistema de producción da origen a carnes más luminosas o pálidas debido tal vez al no uso de pigmentantes artificiales donde el animal debe obtener la pigmentación a partir de la alfalfa picada y del forraje verde suministrado en fresco, en el caso del sistema convencional el agregado de maíz y pigmentantes artificiales favorece la coloración más amarillenta y menos luminosa en la carne del pollo.

En lo que respecta al pH se observan valores significativamente ($P < 0.05$) más altos en la carne del sistema convencional (6.14 y 6.12) respecto al orgánico (6.05 y 6.02) a 3 y 24 horas respectivamente lo que perjudicaría la calidad de la carne para la industrialización.

Efecto del tipo de músculo sobre el pH y color de la carne (Cuadro 2)

En lo que respecta a la luminosidad (L^*) se observa una diferencia significativa entre los valores hallados para el músculo del muslo en el sistema convencional respecto a los restantes músculos en ambos sistemas de cría, característica que se mantiene a las 24 horas *post mortem*. Esto nos permite inferir que el muslo presenta un color más oscuro producto quizás de una mayor irrigación sanguínea. Es de hacer notar que este valor es menor también en el sistema orgánico, existe una tendencia a mayor oscuridad en este músculo aunque su diferencia no resulta significativa probablemente por el no agregado de pigmentantes tal como fue expresado en el apartado anterior.

En lo que respecta al parámetro a (enrojecimiento) en ambos sistemas los valores de los tres músculos dan resultados significativamente diferentes siendo el muslo el músculo de mayor color rojo seguido de la pata y la pechuga. Estas diferencias persisten a las 24 horas de faena con iguales significancias.

El factor b o amarillamiento no presenta diferencias significativas entre los músculos estudiados ni a las tres ni a las 24 horas *post mortem*.

Cuadro 1. Efecto del sistema de cría orgánico o convencional, sobre los parámetros de color (sistema L,a,b) y del pH a las 3 y 24 horas *post mortem*.

PARÁMETRO (1)	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA
	ORGÁNICO	CONVENCIONAL	ORGÁNICO	CONVENCIONAL
	3 horas <i>post mortem</i>		24 horas <i>post mortem</i>	
pH	6.05a ±0.08	6.14b ±0.17	6.02a ±0.22	6.12b ±0.11
L^*	53.99a ±4.19	50.60 b ±7.53	53.43a ±3.97	52.0a ±2.29
a^*	3.15a ±2.6	1.50 b ±0.97	2.05a ±1.89	2.6b ±1.35
b^*	14.98a ±1.45	17.30b ±1.64	16.36a ±1.74	19.7b ±2.02

Los valores representan la media \pm SEM de $n=10$. Valores de pH, L, a y b, seguidos de diferente letra implica diferencias significativas entre sistemas y para cada tiempo *post mortem*, según el Test de Tukey-Kramer ($P < 0.05$).

(1) los valores corresponden al promedio de los tres músculos estudiados.

Cuadro 2. Variación del color (sistema L*, a*, b*) y del pH en los tres músculos estudiados (pechuga, pata y muslo) según el sistema de producción (orgánico, SO; convencional, SC) y el tiempo *postmortem*, 3 y 24 horas.

Sistema de producción	3 horas <i>post mortem</i>				24 horas <i>post mortem</i>			
	PECHUGA							
	L*	a*	b*	pH	L*	a*	b*	pH
SO	54.33b	1.38c	15.08	6.03	55.3b	0.69c	16.87	5.99a
	±4.99	±0.76	±1.77	0.05	±4.13	±0.51	±1.32	±0.32
SC	51.89b	0.72c	17.10	6.12	53.31b	1.28c	19.7	6.08a
	±1.62	±0.38	±0.79	0.17	±1.74	±0.77	±1.54	±0.15
PATA								
SO	53.54b	2.73b	14.61	6.00	53.79b	2.19b	15.56	6.02a
	±2.7	±0.75	±1.41	0.08	±3.54	±0.90	±1.67	±0.16
SC	54.58b	2.03b	17.57	6.14	53.24b	3.61b	20.28	6.12a
	±1.82	±1.29	±2.40	0.18	±1.28	±1.29	±2.68	±9.35
MUSLO								
SO	51.11b	3.53a	15.27	3.12	51.19b	3.29a	16.66	6.02a
	±2.7	±3.4	±3.4	0.07	±3.40	±2.58	±2.03	±0.17
SC	45.35a	1.76a	17.25	6.18	49.45a	2.91a	19.14	6.16a
	±11.27	±0.45	±1.47	0.16	±1.19	±0.67	±1.71	±1.48

Los valores representan la media ± SEM de n=10. Valores de L*, a*, b*, y pH, seguidos de diferente letra implica diferencias significativas entre sistemas y entre músculos para cada tiempo *post mortem*, según el Test de Tukey-Kramer (P<0.05).

El pH final (24 horas) o sea aquel pH debido a la producción anaerobia de ácido láctico en el músculo a partir de las reservas glicolíticas en el proceso de maduración *post mortem* no presenta diferencias significativas entre los músculos estudiados manteniéndose en rangos de 5.99 a 6.02.

Efecto del sistema de producción sobre el contenido de Fe hemínico de los músculos (Cuadro 3)

Sobre el contenido de Fe disponible o Fe heme determinado a las 24 horas *post mortem* se observa un claro efecto

del sistema de cría donde el orgánico origina valores superiores del mineral (P<0.05) respecto al sistema convencional. Si comparamos los músculos entre sí independientemente del sistema se encuentra un contenido significativamente mayor de Fe disponible en los músculos de la pata y del muslo respecto a la pechuga donde el valor es francamente menor (P<0.05).

Cuadro 3. Contenido de Fe hemínico (ppm) en los tres músculos estudiados: pechuga, pata y muslo según el sistema de producción orgánico (SO) o convencional (SC).

Fe hemínico (ppm)				
	PECHUGA	PATA	MUSLO	Todos los músculos
SO	3.12a	5.07b	5.73b	3.75a
	±1.32	±0.96	±0.98	± 1.33
SC	1.94a	4.82b	5.12b	2.88b
	±0.30	±1.52	±1.48	±1.10

Los valores representan la media ± SEM de n=10. Valores seguidos de diferente letra implica diferencias significativas entre sistemas (columna) y entre músculos (filas) para cada sistema, a las 24 horas post mortem, según el Test de Tukey-Kramer (P<0.05). Se presentan los valores de Fe hemínico de todos los músculos juntos para cada sistema en la fila «todos los músculos juntos».

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio particular se concluye que el sistema de producción puede afectar la calidad de la carne de ave tanto en el color como en el pH o contenido de pigmentos hemínicos lo cual podría estar asociado a la movilización de las aves y una menor densidad. A partir de estos parámetros las aves evaluadas provenientes del sistema orgánico presentan mayor calidad nutricional y tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

- BARON, C. and ANDERSEN, H. 2002. Myoglobin-induced lipid oxidation. A review. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3887-3897.
- CABRERA, M. C. 2003. Alimentos funcionales. Métodos aplicados al desarrollo y la innovación en alimentos enriquecidos en nutrientes indispensables. In: *Calidad de Alimentos y Calidad de Productos. Bases moleculares, fisiológicas, nutricionales y tecnológicas de la calidad de los alimentos.* Ed. M.C. Cabrera, A. Saadoun y L. Astigarraga.
- CARPENTER, C. E. and MAHONEY, A.W. 1992. Contribution of heme and nonheme iron to human nutrition. *Crit. Rev. Food Sci.* 31: 333-367.
- CASTELLINI, C.; MUGNAI, C. and DAL BOSCO, A. 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science* 60: 219-225.
- CLARCK, E.M. and MAHONEY, A.W. 1997. Heme and total iron in ready-to-eat chicken. *J. Agric. Food Chem.* 45: 124-126.
- ELMORE, J. S.; MOTTRAM, D. S.; ENSER, M. and WOOD, J. D. 1999. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. *J. Agric. Food Chem.* 47: 1619-1625.
- HOFFMANN, G. 1995. Sport medical aspects of iron metabolism. *Journal of Inorganic Biochemistry* 59: 237.
- KALPALATHIKA, P.V.M.; CLARK, E.M. and MAHONEY, A.W. 1991. Heme iron content in selected ready-to-serve beef products. *J. Agric. Food Chem.* 39:1091-1093.
- KANNER, J.; BARTOV, I.; SALAN, M.O. and DOLL, L. 1990. Effect of dietary iron level on *in situ* turkey muscle lipid peroxidation. *J. Agric. Food Chem.* 38: 601-604.
- LEI, S. and VAN BEEK, G. 1997. Influence of activity and dietary energy on broiler performance. Carcass yield and sensory quality. *British Poultry Science* 38: 183-189.
- MANTECA, X. 2003. Calidad de la carne. In: *Calidad de Alimentos y Calidad de Productos: Bases moleculares, fisiológicas, nutricionales y tecnológicas de la calidad de los alimentos.* Ed. M.C. Cabrera, A. Saadoun y L. Astigarraga.
- MIRET, S.; SIMPSON, R.J. and MCKIE, A.T. 2003. Physiology and molecular biology of dietary iron absorption. *Annual Review of Nutrition* 23: 283-301.
- NYS, Y. 2003. Carotenoides. Review. In: *Calidad de Alimentos y Calidad de Productos: Bases moleculares, fisiológicas, nutricionales y tecnológicas de la calidad de los alimentos.* Ed. M.C. Cabrera, A. Saadoun & L. Astigarraga.
- O'BRIEN, P. J.; SHEN, H.; MCCUTCHEON, L. J.; O'GRADY, M.; BYRNE, P. J.; FERGUSSON, I.; MIRSAIMI, M. S.; JULIAN, R. J.; SARGEANT, J. M. and TREMBLAY, R. R. 1992. Rapid, simple and sensitive microassay for skeletal and cardiac muscle myoglobin and haemoglobin use in various animals: functional role of myohemoproteins. *Molecular and Cellular Biochemistry* 112: 45-52.
- O'SULLIVAN, A.; O'SULLIVAN, K.; GALVIN, K.; MOLONEY, A.P.; TROY, D.J. and KERRY, J.P. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *J. Anim. Sci.* 80: 1556-1563.