

Parámetros de calidad de carne en cinco músculos de novillos Holando durante la maduración *post-mortem*.

II. Evolución del color durante su almacenamiento

Franco, J. ¹; Feed, O.; Bianchi, G.; Garibotto, G.; Ballesteros, F.; Nan, F.; Percovich, M.; Piriz, M. y Bentancur, O.

¹Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". (EEMAC) Ruta 3 km 363.500. Paysandú. 60000. URUGUAY. Correo electrónico: jufra@fagro.edu.uy

Recibido: 13/11/07 Aceptado: 15/10/08

Resumen

Se estudió el efecto del tipo de músculo *Gluteo biceps*, (GB), *Longissimus dorsi* (LD) *Psoas mayor* (PS), *Semimembranosus* (SM) y *Semitendinosus* (ST), sobre la evolución de los parámetros de color durante los primeros 7 días de almacenamiento *post-mortem* con exposición al oxígeno. Durante los 7 días de evaluación se evidenció una pérdida gradual de color (C*) (1° día: 27,0 vs. 7° día: 24,1), observándose los valores más bajos al 5° día (23,7) (P < 0,001). A su vez, se registró un descenso del índice de rojo (a*) con diferencias significativas entre el primer y cuarto día (21,9 vs. 18,8) y un aumento del tono (H*) durante todo el período (1° día: 35,6 vs. 7° día: 41,3; P ≤ 0,001). No obstante, la evolución de todos los parámetros de color resultó músculo dependiente (P ≤ 0,001). El músculo ST mostró los valores más altos en Luminosidad (L*), índice de rojo (a*) y Color (C*), frente a los demás músculos evaluados, a excepción del día 6°, donde el músculo SM mostró valores similares. Los índices de tono fueron aumentando durante la conservación, registrándose los más altos en los músculos GB y PS al día 7. Estos resultados sugieren diferentes estrategias de venta en función del tipo de corte, sobre todo si el sistema de empaque es permeable al oxígeno. La indicación en las bandejas con la fecha de empaque, señalando el período durante el cual el color no sufre mayores alteraciones, aparece como una práctica aconsejable de comercialización, en función de lo determinante que resulta esta característica en la decisión de compra.

Palabras clave: carne vacuna, variación del color, tipo de músculo

Summary

Meat quality parameters of five muscles of Holando steers during *post-mortem* ageing. II Color evolution during storage

The objective of this study was to assess the effect of the muscle type, *Gluteo biceps*, (GB), *Longissimus dorsi* (LD) *Psoas* (PS), *Semimembranosus* (SM) and *Semitendinosus* (ST) on meat color evolution parameters after 7 days oxygen - exposed samples. During the 7 days of aerobic *post-mortem* storage, the samples showed a gradual decrease color (C*) (day 1: 27,0 vs. day 7: 24,1) with the lowest values at day 5 (23,7) (P > 0,001), a reduction in a*(redness) values with significant differences between day 1 and 4 (21,9 vs. 18,8), and an increment in Hue values (H*) (day 1 35,6 vs. day 7: 41,3) (P ≤ 0,001). During the storage period color parameters had a muscle x day significant interaction effect (P ≤ 0.0001). ST showed the greatest values of luminosity (L*), red index (a*) and Color index (C*) related to other muscles evaluated, with the exception of SM that reached the same values at day 6 of storage. Hue (H*) values increased during the storage period with GB and PS, reaching the greatest values at day 7. These results suggest different strategies of sale depending on the type of cut, especially if the system of packing is permeable to the oxygen. The indication in the trays with the date of packing, indicating the period during which the

color does not suffer major alterations, appear as advisable practices of marketing, depending on the decisive importance of this characteristic in the decision of purchase.

Key words: cattle meat, color variations, muscle type.

Introducción

El color es un importante indicador de calidad en la carne fresca. No obstante, durante el almacenamiento ocurren cambios visibles en la superficie del músculo que tienen influencia en la aceptación por el consumidor (Cassens *et al.*, 1987; Romans y Norton, 1989). Tal situación determina que la industria continúe esforzándose para incrementar la estabilidad del color *post-mortem* de los distintos cortes de carne, manteniendo el color rojo brillante, correspondiente al estado de oximioglobina. La apariencia del color de carne es determinada por el estado de la mioglobina, determinando el rechazo por los consumidores de aquellos cortes que no tengan una apariencia de carne fresca (Kropft *et al.*, 1986).

Las variaciones entre los distintos músculos en relación a la estabilidad del color se atribuyen entre otros factores al contenido: de mioglobina, de dinucleótido de nicotinamida adenina (NAD⁺), de su forma reducida (NADH), de vitamina E, de la actividad mitocondrial, de la capacidad de reducción de metamioglobina y del tipo de fibra (Renner y Labas, 1987).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tipo de músculo sobre la evolución del color de la carne de novillos Holando expuesta al oxígeno durante los primeros 7 días de almacenamiento refrigerado *post-mortem*.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay (32,5° de latitud sur y 58,0° de longitud oeste). Se utilizaron 20 novillos Holando provenientes del rodeo de la Estación Experimental, los cuales fueron sometidos a las mismas condiciones de manejo y sacrificados a un peso vivo y edad promedios de: 466 ± 22 kg. y 23 ± 2 meses respectivamente.

Los animales fueron transportados al Frigorífico Casa Blanca S.A., permaneciendo en ayuno con acceso al agua durante un periodo de 18 horas previo al sacrificio.

Luego de la faena se registró el peso de la canal caliente, y a las 24 horas se midió el pH sobre el músculo *Longissimus dorsi*, en el espacio intercostal entre

la 10ª y 11ª costilla. Se utilizó un peachímetro portátil marca Cole-Palmer con un terminal diseñado específicamente para su inserción dentro del músculo. Se descartaron 2 animales por tener valores de pH superiores a 5,8, con el propósito de no alterar las medidas instrumentales a realizar (Purchas, 1990). El pH promedio del *Longissimus dorsi* en las restantes fue 5,63 ± 0,2. De las 18 medias canales izquierdas se extrajo una muestra de carne de los músculos (*Gluteo bíceps* (GB), *Longissimus dorsi* (LD), *Psoas mayor* (PS), *Semimembranosus* (SM) y *Semitendinosus* (ST), con el objetivo de medir la evolución de color durante los primeros 7 días post- sacrificio, mediante un Colorímetro Minolta (modelo CR-300). Para ello, se acondicionaron las muestras de 2,5 cm de espesor, en bandejas de polyespam, las que fueron cubiertas con una película de nylon permeable al oxígeno, sin tomar contacto con la muestra.

El almacenamiento de las muestras se realizó a temperatura de refrigeración (0°- 4° C). La lectura de color se realizó retirando la cubierta de nylon y registrando por triplicado sobre la superficie de cada músculo las coordenadas L*, a* y b*. A partir de estos parámetros se calculó el Índice de cromaticidad C* y el tono H* (Albertí, 2000).

El efecto del tipo de músculo sobre las variables de color se estudió mediante un diseño de bloques al azar de medidas repetidas en el tiempo. Se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9,03 (SAS, 2005).

Resultados y discusión

En las Figuras 1 a 4 se presenta la evolución de los parámetros de color para los distintos músculos analizados.

Los valores de luminosidad (L*) que se presentan en la Figura 1 mostraron un descenso hasta el día 5, donde alcanzaron los valores más bajos (40,1), para luego aumentar al día 7 (41,1) (P ≤ 0,001). Estos resultados son coincidentes con Onega *et al.* (2001), que reportaron un descenso de los índices de L* durante 6 días de maduración con exposición al oxígeno.

No obstante, en el presente experimento, la evolución de luminosidad conforme transcurrió la madura-

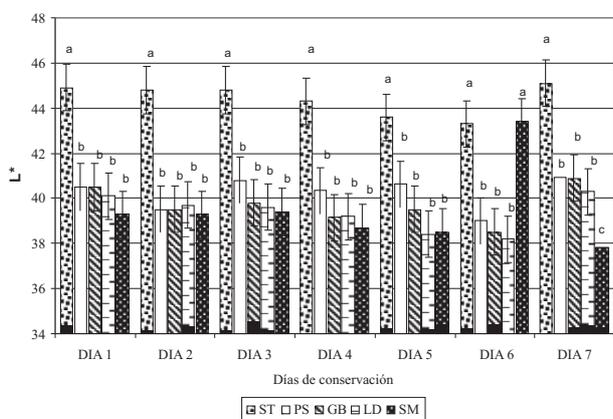


Figura 1. Evolución de la luminosidad (L^*) de 5 músculos bovinos durante su conservación en la primera semana *post-mortem*.

Gluteo bíceps (GB), *Longissimus dorsi* (LD), Psoas mayor (PS), Semimembranosus (SM) y Semitendinosus (ST) $L^* = 0$ (negro); 100 (blanco) ns: $P > 0,05$; a, b, c): $P \leq 0,001$.

ción resultó músculo dependiente. El músculo ST alcanzó los mayores índices de L^* , diferenciándose significativamente ($P \leq 0,001$) de los demás, a excepción del día 6, donde mostró valores similares a los alcanzados por el músculo SM. Los músculos PS, GB y LD mostraron valores similares e inferiores al ST ($P \leq 0,001$) durante los 7 días de evaluación.

Estas variaciones encontradas según el tipo de músculo pueden ser explicadas por la velocidad de oxidación, siendo la profundidad de la capa superficial de color rojo vivo (debido a la formación de oximioglobina), inversamente proporcional a la actividad respiratoria de los músculos. Esta situación es compatible con el comportamiento del músculo ST que presenta, según Behrends (2004), una menor actividad respiratoria. Igualmente Carballo *et al.* (2001) identifican al músculo ST con una mayor luminosidad que el LD, en concordancia con Von Seggern y Calkins (2001) y Buford *et al.* (2004), que evaluaron las características de 21 músculos de la pierna, y 39 de la canal bovina respectivamente. En estos dos últimos trabajos también se encontraron mayores valores de luminosidad en el ST; la mayor luminosidad estuvo asociada a menores concentraciones de hierro hemínico y de grasa intramuscular en el músculo ST.

En la Figura 2 se presenta el comportamiento de la coordenada a^* del color para los diferentes músculos evaluados durante el almacenamiento. Los valores promedio de a^* sufrieron un descenso durante los 7 días de evaluación con diferencias significativas entre el día

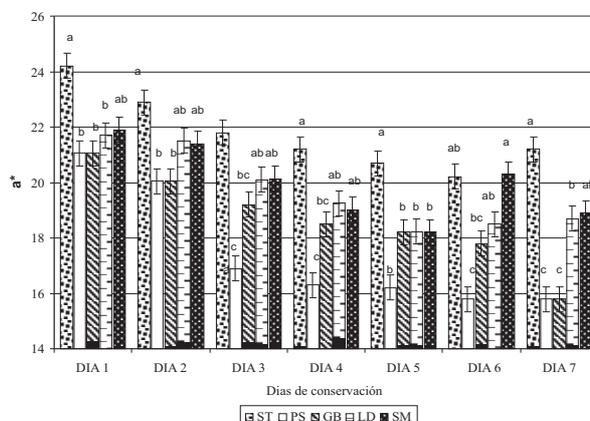


Figura 2. Evolución del índice de rojo (a^*) de 5 músculos bovinos durante su conservación en la primera semana *post-mortem*.

Gluteo bíceps (GB), *Longissimus dorsi* (LD), Psoas mayor (PS), Semimembranosus (SM) y Semitendinosus (ST) a^* = valores positivos corresponden al rojo y los negativos se acercan al verde (a, b, c): $P \leq 0,001$.

1 y 4: 21,9 vs. 18,8 ($P < 0,001$). Page *et al.* (2001) señalan que el índice de rojo (a^*) es más útil que el índice de amarillo (b^*) cuando se analiza la estabilidad del color (formación de metamioglobina en superficie), porque a^* mide la variación entre rojo y verde y la formación de metamioglobina provoca variación en esta gama de colores (rojo + 60; verde - 60). El descenso en los valores de a^* se debe a un aumento de la oxidación de la mioglobina (Hernández *et al.*, 1999), lo cual indica un descenso en la aceptabilidad del color (Moore y Young, 1991). El músculo ST mantuvo valores superiores de a^* con relación a PS y GB durante los 7 días, mientras que LD y SM conservaron valores intermedios, no diferenciándose de GB a partir del día 3. Behrends (2004) encontró que el contenido de mioglobina desciende rápidamente a partir de los 3 días de almacenamiento, siendo más pronunciado en PS y GB, mientras que el ST fue más estable. Jeremiah y Gibson (2001) también reportaron un descenso en los valores de a^* durante el almacenamiento con exposición al oxígeno, encontrando valores menos variables para el LD.

En general, los músculos ricos en pigmentos hemínicos como el PS, que poseen una intensa actividad respiratoria, tienen un metabolismo aerobio importante, con fibras musculares del tipo rojo lento, presentando una mayor inestabilidad del color. Por otro lado, el músculo ST, con un metabolismo más anaerobio, com-

puesto por fibras blancas rápidas, es más estable en cuanto a coloración debido a su escasa actividad respiratoria. El LD, por su parte, presenta un metabolismo intermedio por estar constituido con una proporción importantes de fibras musculares del tipo rojo rápidas (Renner, 1982).

La Figura 3 muestra el comportamiento del índice de cromaticidad (C^*) durante todo el periodo de evaluación, con un descenso más marcado en los primeros 3 días aunque mostrando los valores más bajos al día 5 ($P \leq 0,01$). Esta situación también estaría explicada por el rápido descenso de los valores de a^* en los primeros 3 días de conservación.

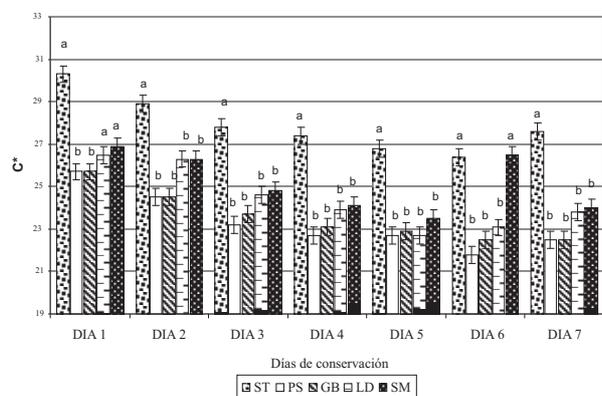


Figura 3. Evolución del índice de cromaticidad (C^*) de 5 músculos bovinos durante su conservación en la primer semana *post-mortem*.

Gluteo bíceps (GB), *Longissimus dorsi* (LD), Psoas mayor (PS), Semimembranosus (SM) y Semitendinosus (ST) (a, b): $P \leq 0,001$.

El C^* ha sido descrito como un buen indicador que caracteriza el cambio de color, porque desciende a medida que aparece el color amarronado (Mac Dougall, 1977; Lizaso, 1998). Para este parámetro, el músculo ST también mantuvo valores más elevados, con relación a los demás músculos evaluados, a excepción del día 6 en donde el músculo SM mostró valores semejantes.

Behrends *et al.* (2003) encontraron que independientemente de la forma de envasado, el contenido de metamioglobina del ST fue menor frente a los músculos GB y SM para periodos de hasta 10 días de conservación. Estos autores explican el descenso del índice C^* debido al incremento en la formación de

metamioglobina y la posible oxidación de los lípidos. En este sentido, tanto el PS como GB han sido identificados como los músculos con una mayor proporción de grasa intramuscular (Behrends, 2004).

Los valores de tono (H^*) que se presentan en la Figura 4, aumentaron conforme avanzó la conservación de la carne, mostrando valores de 35,6 al día 1 y de 41,3 al día 7 ($P \leq 0,001$). Durante los días 1 y 2 no se

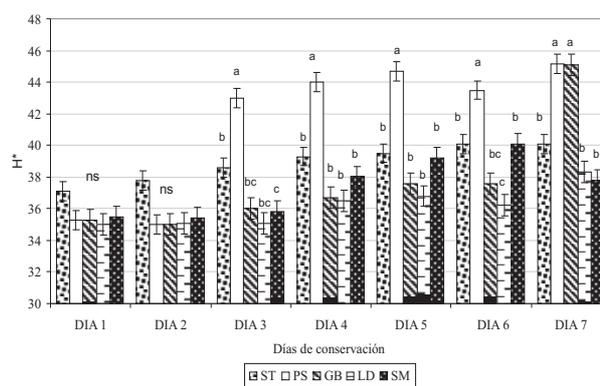


Figura 4. Evolución del tono (H^*) de 5 músculos bovinos durante su conservación en la primer semana *post-mortem*.

Gluteo bíceps (GB), *Longissimus dorsi* (LD), Psoas mayor (PS), Semimembranosus (SM) y Semitendinosus (ST) (a, b, c): $P \leq 0,001$.

evidenciaron diferencias significativas en los valores de tono en los distintos músculos evaluados. No obstante, las diferencias entre músculos fueron aumentando durante la conservación, evidenciándose un aumento más pronunciado en el tono (H^*) de los músculos del PS al día 3 y GB al día 6, culminando ambos con los valores más altos al día 7 ($GB = PS > ST = LD = SM$, $P \leq 0,001$). Esta situación es compatible con lo señalado por O' Keefe y Hood (1982), en el sentido de que los músculos de baja estabilidad de color como el PS y GB, descienden drásticamente la tasa de consumo de oxígeno a partir de los 3 días *post-mortem*, posibilitando la formación de metamioglobina.

Behrends (2004) encontró que al día 5 el porcentaje de metamioglobina mostró niveles inaceptables respecto al día 1 (30 vs. 2 %) y aumentó significativamente la oxidación de lípidos, lo que puede estar explicando el descenso de los valores de L^* , los bajos valores de a^* y el aumento en los niveles de tono, principalmente en los músculos más inestables como el PS.

Conclusiones

Para los músculos evaluados en el presente experimento se evidenció una pérdida gradual de color (C^*) y un aumento de los valores de tono (H^*) durante los primeros 7 días de almacenamiento *post mortem* con exposición al oxígeno. No obstante, el músculo ST fue el que presentó la carne más luminosa y las menores pérdidas de color. Los valores de tono fueron aumentando durante la conservación, presentando los músculos *Gluteo biceps* y *Psoas* los valores más altos. En este sentido, se podría pensar en utilizar, sin mayores inconvenientes, el envasado más barato y común de bandejas cubiertas con nylon permeable al oxígeno, hasta por un período de dos o tres días, salvo que se trate de cortes que involucren al músculo ST, el cual presentaría una mayor estabilidad de su color. Períodos mayores de conservación en fresco requerirían recurrir a otras estrategias de conservación más costosas para no alterar el color de la carne, que es en definitiva el principal criterio de compra por parte del consumidor.

Bibliografía

- Albertí, P.** 2000. Medición del color. *In: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Ministerio de Ciencia y Tecnología – INIA.* Madrid, España. pp. 159 – 166.
- Behrends, J. M.** 2004. Metamioglobin reducing ability and visual characteristics of nine selected bovine muscles. Tesis Doctoral. Diciembre 2004. Texas A&M University. 312p.
- Behrends, J., Mikel, W., Armstrong, C. and Newman, M.** 2003. Color stability of *Semitendinosus*, and *Biceps femoris* steaks in a high oxygen modified atmosphere. *Journal of Animal Science* 81: 2230 - 2238.
- Buford, M., Calkins, C., Jonhson, D. and Gwartney, B.** 2004. Cow muscle profiling on chemical and physical properties of 21 muscles from beef and dairy cow carcasses. *Nebraska Beef Report.* pp. 89 - 91.
- Carballo, J., Varela, A., Oliete, B., Monserrat, L. y Sanchez, L.** 2001. Terneros de clase suprema acogibles a la I.G.P. “Ternera Gallega”. Efecto del tiempo de maduración sobre el color de la carne. *ITEA 22* (2, vol extra): 556 - 558.
- Cassens, R. G., Hoekstra W. G., Faltin, E. C. and Briskey, E. J.** 1987. Zinc content and subcellular distribution in red vs. white porcine skeletal muscle. *American Journal Physiology* 212: 688 – 692.
- Hernandez, B., Aporta, J., Sañudo, C. y Saenz, C.** 1999. Pigment and color changes in meta during ageing. *Proceedings of the 1st International Congress on pigments in Food Technology.* Sevilla. España. pp: 301- 305.
- Jeremiah, L. and Gibson, L.** 2001. The influence of storage temperature and storage time on color stability, retail properties and case-life of retail-ready beef. *Food Research International* 34: 815 - 826.
- Kropft, D., Hunt, M. and Piske, D.** 1986. Color formation and retention in fresh meat. *Proceedings of Meat Indian Research Conference.* pp: 62.
- Lizaso, G.** 1998. Calidad de la carne de razas Pirenaica y Frizona. PhD. Tesis Universidad Pública de Navarra. Pamplona, España. p. 268
- Mac Dougall, D.** 1977. *Colour in meat.* Ed: Birch. Brennan J. and Parker K. *Sensory properties of foods.* Applied Science Publishers Ltd London. pp: 59 – 62.
- Moore, V. and Young, O.** 1991. The effects of electrical stimulation, thawing, ageing and packing on the colour and display life of lamb chops. *Meat Science* 30: 131 - 145.
- O’keeffe, M. and Hood, E.** 1982. Biochemical factors influencing metamyoglobin information on beef from muscles of differing colour stability. *Meat Science* 7: 209 -228.
- Onega, E., Miguel E., Blázquez, B. y Ruiz de Huidobro, F.** 2001. Evaluación de algunos parámetros de calidad de carne de vacuno en los primeros 6 días post-mortem. *ITEA 22* (2 vol .extra): 568 - 570.
- Page, J., Wulf, D. and Schwotzer, T.** 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science* 79: 678 - 687.
- Renere, M.** 1982. La couleur de la viande et sur mesure. *Bull Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A* 47: 47 - 54.
- Renere, M. and Labas, R.** 1987. Biochemical factors influencing metamioglobin formation in beef muscles. *Meat Science* 19: 151-165.
- Romans, J. and Norton, H.** 1989. Consumer evaluation of fresh pork quality. *Proceedings from the Meeting of Meat Research Workers.* pp: 62-64.
- SAS.** 2005. Institute Inc., SAS/STAT. User’s Guide, versión 9.1. Carey, N.C.
- Von Seggern, V. and Calkins, C.** 2001. Physical and chemical properties of 39 muscles from the beef chuck and round. *Nebraska Beef Report.* pp: 99 - 102.