

RELACIONES ENTRE PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS DE LA CANAL DE CORDEROS LECHALES DE RAZA MERINA DE GRAZALEMA

ALCALDE, M. J.¹; JUÁREZ, M.¹; HORCADA, A.¹; CASTRO, A.² Y MOLINA, A.³.

¹Departamento de Ciencias Agroforestales. E.U.I.T.A. Universidad de Sevilla. aldea@us.es. ²Asociación de Criadores de Raza Merina de Grazalema. ³Departamento de Genética. Universidad de Córdoba.

RESUMEN

Se han estudiado las relaciones entre los parámetros de color de la canal de 16 corderos lechales machos de raza Merina de Grazalema. Los parámetros físicos L^* , a^* , b^* , C^* y h^* se midieron en el matadero, a las 24h post-mortem, sobre el músculo *Rectus abdominis* y sobre la grasa renal. Paralelamente se realizaron valoraciones del color de la carne y de la grasa mediante valoración subjetiva y medición del pH 24h. A las 72h, se volvieron a estimar los parámetros colorimétricos, esta vez sobre el músculo *Longissimus dorsi*, así como el contenido de pigmentos hemínicos y pH 72h. La mayores correlaciones observadas para el contenido de pigmentos hemínicos, han sido las obtenidas con las variables colorimétricas determinadas en el músculo *Longissimus dorsi* a las 72h. La mejor ecuación de predicción del contenido en pigmentos hemínicos (80% de la variabilidad explicada) ha sido aquella en la que se han incluido la variable h^* a las 72h sobre el músculo *Longissimus dorsi* y la valoración mediante patrones del color de la grasa a las 24h post-mortem.

Palabras Clave: CIE $L^*a^*b^*$, color, correlación, ecuaciones de predicción, Merina de Grazalema.

INTRODUCCIÓN

El color es un importante parámetro de calidad de la carne y de la grasa que puede ser apreciado en el momento de la compra y que, por tanto, puede intervenir en la elaboración del precio. Además, algunos métodos basados en la determinación del color se han mostrado eficientes para la caracterización de la carne y de la grasa y para la predicción de otros valores relacionados con la calidad de la canal y de la carne en diversas especies, como en el ganado porcino (Xing et al, 2007), y particularmente en el ovino (Alcalde y Negueruela, 2001; Ripoll et al., 2007). No obstante, los métodos colorimétricos, en la mayor parte de las ocasiones, no son viables para la industria ya que se practican sobre músculos comerciales de elevado valor (*Longissimus dorsi*) y/o en momentos tardíos (72h post-sacrificio) en los que la valoración ya no resulta interesante ya que el producto ha sido comercializado.

Sin embargo, la determinación de los índices colorimétricos sobre músculos y grasa de fácil acceso, que no supongan depreciación de la canal ni interrupción de la cadena de sacrificio, como el *Rectus abdominis* y la grasa renal, podría suponer una herramienta rápida y económica de valoración de las canales si se demuestra una clara correlación entre estos índices y otros parámetros de calidad de la canal y de la carne.

La raza Merina de Grazalema es una raza ovina de orientación eminentemente lechera. No obstante, el complemento económico que supone la venta de los corderos de esta raza es determinante para el mantenimiento de las escasas ganaderías que explotan esta raza catalogada como en Peligro de Extinción. Este hecho, junto al alto precio que pueden alcanzar los corderos lechales en determinadas épocas del año, justifica el estudio de posibles técnicas de predicción de la calidad de su carne.

Así, el objetivo del presente estudio es evaluar el posible uso del análisis colorimétrico de áreas de la canal de bajo valor comercial como medida predictora de la calidad de la canal y de la carne ovina en corderos lechales de la Raza Merino de Grazalema.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio, se han empleado 16 corderos machos lechales de raza Merina de Grazalema, procedentes de partos simples, que fueron sacrificados con aproximadamente 12 kg de peso vivo (tabla 1).

Transcurridas 24h desde el sacrificio de los corderos, se determinó el peso de las canales (PCF), así como el valor de pH (pH24) en el músculo *Longissimus dorsi* (LD) de la media canal izquierda con un pHmetro portátil (Crison pH/mv-506). El color de la canal se determinó mediante una escala subjetiva de cinco puntos donde 1 se corresponde con carne muy pálida y 5 con carne roja oscura. Se utilizó una escala similar para valorar el color de la grasa (1- grasa blanca; 5- grasa amarilla). La valoración subjetiva del color fue realizada por dos valoradores expertos y los resultados expresados como la media de ambos valores.

Las determinaciones colorimétricas se realizaron a las 24h tras el sacrificio sobre el músculo *Rectus abdominis* (RA) y en la grasa renal, y a las 72h sobre el músculo LD. Para ello se empleó un espectrocolorímetro Minolta CM-2500d con iluminante D65 y 10° de ángulo de visión. Los índices estudiados fueron: L^* (luminosidad), a^* (índice de rojo), b^* (índice de amarillo), C^* (saturación= $(a^{*2}+b^{*2})^{0,5}$) y h^* (tono= $\arctangente(b^*/a^*)$) (CIE, 1976).

Tabla 1. Parámetros descriptivos de las canales de corderos machos de raza Merina de Grazalema

N	PV	PCF	pH24	pH72
16	11,40±0,23	5,83±0,17	5,61±0,02	5,55±0,02

PV: Peso Vivo; PCF: Peso Canal Fría; pH24: pH a las 24 horas del sacrificio; pH72: pH a las 72 horas del sacrificio.

Transcurridas 24h desde el sacrificio de los corderos, se determinó el peso de las canales (PCF), así como el valor de pH (pH24) en el músculo *Longissimus dorsi* (LD) de la media canal izquierda con un pHmetro portátil (Crison pH/mv-506). El color de la canal se determinó mediante una escala subjetiva de cinco puntos donde 1 se corresponde con carne muy pálida y 5 con carne roja oscura. Se utilizó una escala similar para valorar el color de la grasa (1- grasa blanca; 5- grasa amarilla). La valoración subjetiva del color fue realizada por dos valoradores expertos y los resultados expresados como la media de ambos valores.

Las determinaciones colorimétricas se realizaron a las 24h tras el sacrificio sobre el músculo *Rectus abdominis* (RA) y en la grasa renal, y a las 72h sobre el músculo LD. Para ello se empleó un espectrocolorímetro Minolta CM-2500d con iluminante D65 y 10° de ángulo de visión. Los índices estudiados fueron: L^* (luminosidad), a^* (índice de rojo), b^* (índice de amarillo), C^* (saturación= $(a^{*2}+b^{*2})^{0,5}$) y h^* (tono= $\arctangente(b^*/a^*)$) (CIE, 1976).

A las 72h del sacrificio, se midió de nuevo el valor de pH (pH72) en el músculo LD. El contenido de pigmentos hemínicos (mg de mioglobina/g de carne fresca) se obtuvo a partir del músculo LD de acuerdo al método propuesto por Hornsey (1956) y recomendado por Boccard *et al.* (1981).

Los datos fueron tratados estadísticamente usando el paquete estadístico SPSS v14.0. Se calcularon las medias y errores estándar de cada medida, así como las correlaciones entre dichos parámetros, y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en busca de diferencias significativas entre los valores de las dos medidas de color $L^*a^*b^*$ (24h y 72h). También se han realizado ecuaciones de regresión para predecir la cantidad de pigmentos hemínicos mediante los valores de las variables colorimétricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de la canal fría, así como el pH a las 24h y 72h se detallan en la tabla 1. Los valores de pH24 y pH72 horas se encuentran dentro de los rangos normales para la carne ovina, con escasas diferencias entre uno y otro, ya que a las 24h este parámetro ya está estabilizado. La tabla 2 muestra la valoración subjetiva del color y las medidas físicas L^* , a^* y b^* , y los índices C^* (croma) y h^* (saturación) de la canal y de la grasa renal determinados a las 24h del sacrificio de los corderos. También en esta tabla, se detallan las medidas L^* , a^* y b^* , y los índices C^* y h^* determinados sobre el músculo LD a las 72h. Igualmente, se muestran los valores para la concentración de pigmentos hemínicos.

Tabla 2. Características de color de la carne y la grasa de corderos lechales de raza Merina de Grazalema

Canal 24h		Grasa 24h		Carne 72h	
L^*	48,51±0,81	L^*	68,28±1,05	L^*	44,61±0,98
A^*	7,45±0,45	a^*	4,24±0,52	A^*	7,54±0,64
B^*	8,67±0,65	b^*	13,43±0,49	B^*	9,77±0,39
C	11,56±0,68	C^*	14,24±0,50	C^*	12,63±0,29
H	48,55±2,12	h^*	72,74±2,09	h^*	52,80±3,23
ColCarne	2,06±0,13	ColGrasa	1,77±0,15	Pigmentos Hemínicos	3,10±0,31

ColCarne: Color de la canal mediante patrones fotográficos; ColGrasa: Color de la grasa mediante escala 1-5; Pigmentos hemínicos: mg pigmentos hemínicos en g de carne.

La valoración subjetiva del color de la canal y de la grasa estimados en los corderos lechales de raza Merina de Grazalema fueron cercanos a los puntos indicativos de carne clara (2,06) y grasa blanca (1,77) y reducida concentración de pigmentos hemínicos (3,10 mg/g carne), como cabría esperar en corderos de peso reducido y alimentados exclusivamente con leche materna.

La valoración subjetiva del color de la canal y de la grasa estimados en los corderos lechales de raza Merina de Grazalema fueron cercanos a los puntos indicativos de carne clara (2,06) y grasa blanca (1,77) y reducida concentración de pigmentos hemínicos (3,10 mg/g carne), como cabría esperar en corderos de peso reducido y alimentados exclusivamente con leche materna.

El músculo LD a las 72h resultó significativamente ($p < 0,01$) más oscuro (menor L^*) que el del músculo RA a las 24h. En el resto de variables colorimétricas no se observan diferencias significativas. En cuanto al color de la grasa, se muestra una L^* alta en consonancia con la claridad de esta grasa.

Las correlaciones entre las variables colorimétricas medidas en canal y carne se muestran en la tabla 3. El pH24 y el pH72 no muestran correlación con ninguna medida del color, excepto el pH24

con el color de la canal medida de forma subjetiva ($r = 0,52$; $p < 0,05$). El color de la canal estimado mediante comparación con patrones fotográficos muestra una correlación con el color de la grasa ($r = 0,58$; $p < 0,05$), el contenido en pigmentos hemínicos ($0,61$; $p < 0,05$) y el índice de color a^* ($r = 0,56$; $p < 0,05$). Sin embargo, la valoración del color de la grasa muestra una mayor correlación con el contenido en pigmentos hemínicos ($r = 0,77$; $p < 0,01$). Las canales valoradas subjetivamente con grasa más amarilla han presentado menor L^* ($r = -0,64$) y con menos tono (h^*). De la misma forma, la grasa resultó más amarilla en aquellas canales con carne más roja y de color más saturado medido en el RA.

El contenido en pigmentos hemínicos, además de su relación con la valoración del color de la grasa, también se correlaciona bien con las medidas colorimétricas realizadas sobre la grasa renal, positivamente con el índice rojo y de forma inversa con el tono. Y, como era de esperar, las correlaciones de este parámetro fueron mayores con las variables colorimétricas mediadas en el LD (más pigmentos en carne más oscura, más roja, menos amarilla y con menos tono) que con las medidas en el *Rectus abdominis*.

Tabla 3. Correlaciones entre parámetros de color de la canal, y grasa a 24h y de la carne a las 72h

	pH24	pH72	C<olor Canal24	Color Grasa24	Hornsey	L*Carne 72h	A*Carne 72h	b*Carne 72h	C*Carne 72h	h*Carne 72h
pH 24	1					ns	ns	ns	ns	ns
pH 72	ns	1				ns	ns	ns	ns	ns
ColCan24	,52(*)	ns	1			ns	ns	ns	ns	ns
ColGra24	ns	ns	,58(*)	1		ns	ns	ns	ns	ns
Pig. hHem.in	ns	ns	,61(*)	,77(**)	1	-,67(**)	,76(**)	-,60(*)	ns	-,78(**)
Canal 24h										
L*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
a*	ns	ns	,56(*)	,57(*)	,61(*)	-,52(*)	,68(**)	ns	ns	-,69(*)
b*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-,64(**)	ns	ns
C*	ns	ns	ns	,50(*)	ns	ns	,52(*)	-,66(**)	ns	-,59(*)
h*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Grasa 24h										
L*	ns	ns	ns	-,64(**)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
a*	ns	ns	ns	,53(*)	,70(**)	-,53(*)	,66(**)	-,54(*)	ns	-,68(**)
b*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
h*	ns	ns	ns	-,64(**)	-,71(**)	,51(*)	61(*)	ns	ns	,63(**)

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$

El contenido en pigmentos hemínicos, además de su relación con la valoración del color de la grasa, también se correlaciona bien con las medidas colorimétricas realizadas sobre la grasa renal, positivamente con el índice rojo y de forma inversa con el tono. Y, como era de esperar, las correlaciones de este parámetro fueron mayores con las variables colorimétricas mediadas en el LD (más pigmentos en carne más oscura, más roja, menos amarilla y con menos tono) que con las medidas en el *Rectus abdominis*.

Las correlaciones de las medidas físicas del color de la carne determinadas a las 72h en el músculo LD, nos permiten comprobar que la claridad muestra una correlación media e inversa al índice de rojo del músculo RA medido sobre la grasa renal a las 24h. El índice de rojo a las 72h posee una mejor correlación y más significativa con ambos índices rojos (a^*) medidos en la canal y carne a las 24h. El índice b^* a las 72h se relaciona de forma inversa con los índices b^* y C^* medidos sobre el RA a las 24h. Y a mayor tono (h^*) menores índices de rojo, tanto en la canal como en la carne a las 24h.

El índice de rojo o a^* (en las tres zonas de medida del color físico) es la variable que presenta el mayor número de correlaciones con el resto de las variables en general, y con el contenido en pigmentos hemínicos en particular. Sin embargo, las correlaciones no son tan altas como para poder sustituir esta prueba laboratorial por una única variable de color instrumental.

Tabla 4. Ecuaciones de regresión para medir la capacidad de predicción de los parámetros colorimétricos sobre la determinación de pigmentos hemínicos en carne de corderos lechales de Merina de Grazalema

VARIABLES INCLUIDAS	VARIABLES SELECCIONADAS	% VARIANZA EXPLICADA	ECUACIÓN DE REGRESIÓN
L^* a^* b^* C^* y h^* de grasa y canal a 24 h	H^* de la grasa	46,8%	$10,815 - 0,106 h^*$ grasa 24h
L^* a^* b^* C^* y h^* de grasa y canal a 24 h y carne a 72 h	H^* de la carne a 72 horas	57,8%	$7,075 - 0,075 h^*$ carne a 72 h
L^* a^* b^* C^* y h^* de grasa y canal a 24 h. Valoración del color de la carne y de la grasa con patrones	Color de la grasa y a^* de la grasa	66,7%	$0,060 + 0,377$ color de la grasa + $0,243$ a^* de la grasa
L^* a^* b^* C^* y h^* de grasa y canal a 24 h y de la carne a 72 h. Valoración del color de la carne y de la grasa con patrones	Color de la grasa y h^* de la carne a 72 h	80,0%	$3,965 - 0,052 h^*$ carne a a 72 h + $0,356$ color de la grasa

El índice de rojo o a^* (en las tres zonas de medida del color físico) es la variable que presenta el mayor número de correlaciones con el resto de las variables en general, y con el contenido en pigmentos hemínicos en particular, lógico ya que el contenido en pigmentos y cantidad de mioglobina se encuentra relacionado con el tipo metabólico (oxidativo o glicolítico) de cada músculo según la función motora que desarrolla. Sin embargo, las correlaciones no son tan altas como para poder sustituir esta prueba laboratorial por una única variable de color instrumental.

La predicción de la cantidad de pigmentos hemínicos (Tabla 4) a través de las mediciones de las coordenadas L^* a^* b^* C^* y h^* medidas sobre la canal (grasa renal y músculo RA) no es buena. Esta predicción mejora cuando se incluyen las medidas físicas sobre el mismo músculo (LD a 72h) donde se mide este parámetro laboratorial. Incluso, se mejora mucho más (80% de la variabilidad explicada por la ecuación) cuando se incorporan las valoraciones del color mediante patrones fotográficos, y en particular en nuestro caso, la valoración del color de la grasa.

CONCLUSIONES

La utilización de los datos procedentes del estudio colorimétrico del músculo RA para la valoración de la calidad de las canales de corderos lechales de raza Merina de Grazalema supondría numerosas ventajas, como podrían ser la comodidad y rapidez en la toma de muestras, la falta de depreciación de la canal y el no interrumpir la línea de sacrificio en el matadero. Sin embargo, las relaciones de las variables determinantes de la calidad no han resultado ser tan altas como para sustituir las medidas de color (pigmentos hemínicos y medidas físicas) realizadas sobre el músculo LD a las 72h. En cambio, las valoraciones subjetivas realizadas por expertos y las medidas en la grasa renal han dado unos buenos resultados y han permitido, junto a las variables medidas a las 72h, explicar el 80% de la variabilidad de los resultados de la cantidad de pigmentos hemínicos en la raza Merina de Grazalema. No obstante, es necesario tomar más datos con una mayor variabilidad para determinar el comportamiento de estas correlaciones frente a diversas variaciones en la dieta, el ambiente, peso vivo, etc...

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el proyecto INIA RZ03 019.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALDE, M.J. Y NEGUERUELA, A. I. 2001. The influence of final conditions on meat colour in light carcasses. *Meat Science* 57(2): 117-123.
- BOCCARD, R., BUTCHER, L., CASTEELS, E., COSENTINO, E., DRANSFIELD, E., HOOD, D. E., JOSEPH, R. L., MACDOUGALL, D. B., RHODES, D. N., SCHÖN, I., TINBERGEN, B. J. Y TOURAILLE, C. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Report of working group in the commission of European communities. Beef production research programme. *Livest. Prod. Sci.*, 8, 385-397.
- CIE LAB. (1976). Committee TC.13.CIE. Proposal for study of color spaces and color difference equations. *J.Opt.Soc.Am.*, 64, 896-897.
- GRAU, R. Y HAMM, R. 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29-30.
- HORNSEY, H. C. 1956. The color of cooked cured pork. 1. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* 7, 534-40.
- RIPOLL, G., JOY, M., MUÑOZ, F. Y ALBERTÍ, P. 2008. Meat and fat colour as a tool to trace grass-feeding Systems in Light lamb production. *Meat Science*, doi:10.1016/j.meatsci.2007.11.025.
- XING, J., NGADI, M., GUNENC, A., PRASHER, S. Y GARIEPY, C. 2007. Use of visible spectroscopy for quality classification of intact pork meat. *Journal of Food Engineering*, 82: 135-141.

RELATIONSHIP BETWEEN CARCASS COLOUR PARAMETERS IN GRAZALEMA MERINO SUCKLING LAMBS

SUMMARY

The relationship between colour traits from 16 male Grazaleta Merino sheep has been evaluated. The physical colour traits (L^* , a^* , b^* , C^* and h^*) were collected at the abattoir from *Rectus abdominis* muscle and from kidney knob fat. At the same time, subjective estimates of carcass and fat colour were developed, and pH was measured. After 72h, the same physical colour traits were collected from *Longissimus dorsi* muscle, as well as haem pigment content and 72h. The highest correlations were those between haem pigment content and *Longissimus dorsi* physical colour traits. The best prediction equation for haem pigment content (80% of variability) was the one that included the h^* at 72h and fat colour assessment at 24h.

Key words: CIE $L^*a^*b^*$, colour, correlation, prediction equation, Grazaleta Merino sheep.