

# Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero

MD SOLER SANCHIS<sup>1</sup>, M. MATEOS OTERO<sup>1</sup>, E. SAFÓN GARCÍA<sup>1</sup>,  
P. SOLER ROMERO<sup>1</sup>, C. GARCÉS NARRO<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Area Producción Animal Dpto. PASAPTA. Facultad de Veterinaria. Universidad CEU  
Cardenal Herrera. Avda. Seminario s/n 46113 Moncada-Valencia, España.

cgarces@uch.ceu.es

---

## RESUMEN

Son diversos los autores que en la última década han detectado la presencia de carne PSE (pálida, blanda y exudativa) en canales de pollo con una reducida capacidad de retención de agua de las mismas y por tanto una menor jugosidad y calidad tecnológica. En los principales países productores este tipo de carne puede llegar afectar al 30% de las canales y su presencia está relacionada con factores intrínsecos como la genética, o extrínsecos como la estación, el estrés previo al sacrificio o incluso el protocolo de detección de carne PSE utilizado en el matadero. El color de la carne y su pH son parámetros utilizados para determinar la calidad de la canal y para detectar la presencia de carnes PSE. Estas carnes PSE se producen por una glicólisis postmortal rápida con una bajada de pH cuando la carne se halla aún caliente, lo que provoca una desnaturalización de las proteínas que afecta al color y a la textura. La aparición del rigor mortis en aves tiene lugar entre las 2 y las 4 horas desde el sacrificio, siendo el pH final diferente en los músculos en los que predominan las fibras blancas respecto de aquellos en los que predominan las fibras rojas. El pH final del músculo blanco de la pechuga puede continuar disminuyendo más allá de las 24 horas cuando las canales se enfrían de forma rápida, alcanzando valores medios de 5,6-5,4. En el presente trabajo se han determinado directamente en el músculo de la pechuga el pH y el color de 600 canales de pollo de hembras procedentes de 24 granjas, a las 6 horas desde el sacrificio en matadero durante los meses de mayo a julio. Los resultados tienen como objetivo el caracterizar el color de la pechuga de las canales, así como intentar establecer la relación entre color y pH que permita, a partir de los parámetros de color L\*, a\* y b\* o una combinación de los mismos, predecir el pH de la carne.

---

**Palabras clave:** color; pH; pollo; carne; PSE.

---

## ABSTRACT

*Several authors in the last decade have detected the presence of PSE meat (pale, soft and exudative) in chicken carcasses with reduced water holding capacity and a lower juiciness and technological quality. In the main producer countries PSE meat may affect the 30% of the carcasses and is Related with intrinsic genetic factors or extrinsic factors like season, pre-slaughter stress or the protocol for PSE control used to determine meat quality and to detect the PSE meat. PSE meats are produced by a fast postmortal glycolysis with a drop in pH when the meat is still warm. The onset of rigor mortis in birds takes place between 2 and 4 hours after slaughter, the final pH being different in muscles with predominantly white fibers with respect to those with predominantly red fibers. The final pH of white muscle of the breast, may continue to decline beyond 24 hours when carcasses are cooled rapidly reaching values of 5.6 to 5.4. In 594 chicken breasts of carcasses from 24 farms, at 6 hours after slaughter during . carcasses parameters L \*, a \* b \* or a combination thereof, . used in the slaughterhouse. The color and pH are parameters resulting in denaturation of proteins that affect the color and texture. In this preliminary study we have analyzed the pH and color in females during the months from May to July. The results intend to characterize the breast color and to establish the relationship between pH and color to predict the pH of the meat.*

---

**Key words:** meat color, meat pH, chicken meat, PSE meat.

## INTRODUCCIÓN

La carne de pollo es una de las de mayor consumo debido por una parte a que combina unas propiedades nutricionales adecuadas y presenta un precio competitivo con otras carnes, habiéndose detectado un aumento del consumo de carne de pollo de un 12% entre los años 2008 a 2010 (MARM, 2011). La mayor demanda la presenta el producto fresco (93,6% del total) consumiéndose por piezas el 57,7% (Martín, 2010, 2011). Por otro lado entre las Comunidades que más carne de pollo consumen se encuentra la Comunidad Valenciana con un consumo per cápita 2,7 kilos por encima de la media nacional y que está relacionado con el hecho de que en el periodo estival, se produce un marcado incremento del consumo de pollo en las zonas más turísticas y por tanto en esta Comunidad.

El consumo masivo de esta carne y la creciente diversidad de presentaciones comerciales de la misma en el mercado alimentario, demandan unos requerimientos de calidad específicos. Entre ellos, el color de la carne y su pH son parámetros utilizados para determinar la calidad de la canal y para detectar la presencia de carnes PSE. Estas carnes PSE se producen por una glicólisis postmortal acelerada con una bajada de pH rápida cuando la carne se halla aún caliente, lo que provoca una desnaturalización de las proteínas que afecta al color y a la textura. Las carnes PSE se caracterizan entre otros factores, por una baja capacidad de retención de agua que se traduce en falta de jugosidad y un mayor requerimiento de aditivos en la elaboración de transformados. Las carnes PSE suponen para la industria transformadora de Estados Unidos unas pérdidas anuales de aproximadamente unos 200 millones de dólares. En los principales países productores, este tipo de carne puede llegar afectar al 30% de las canales o incluso al 40% en climas cálidos (Petracci, 2009) y su presencia está relacionada con factores intrínsecos como la genética (Le Bihan-Duval, 2001) o extrínsecos ya que se ha observado que durante el período estival el color de la carne de la pechuga es más pálido y los valores de pH mas bajos si se comparan con los determinados durante el invierno (Bianchi et al., 2007, Barbut, 2009). Dentro de los factores extrínsecos, el estrés previo al sacrificio o incluso el tipo de protocolo de detección de carne PSE utilizado, también se consideran factores de importancia en la determinación de la calidad de la canal. La aparición del rigor mortis en aves tiene lugar entre las 2 y las 4 horas desde el sacrificio, habiéndose determinado que son necesarias al menos de 4 a 6 horas para obtener una terneza adecuada en el músculo *pectoralis major* en la pechuga (Liu et al. 2004; Abdulah y Matarneh, 2010). En general, una carne más pálida de lo normal está asociada a un pH bajo, una humedad superficial elevada, baja capacidad de emulsificación y baja capacidad de retención de agua (Qiao et al., 2001). Sin embargo es necesario recordar que el efecto de la aplicación de frío y su impacto en la reducción de pH y la aparición de carnes pálidas PSE, no es tan marcado en la carne de ave como en la carne de ternera (James et al., 2006).

En el presente trabajo se ha pretendido caracterizar el color de la pechuga de las canales tras 6 horas desde el sacrificio, así como intentar establecer la relación entre color y pH que permita, a partir de los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  o una combinación de los mismos, predecir el pH de la carne. El objetivo final, es poder seleccionar, en trabajos posteriores, parámetros de determinación rápida y de aplicación en línea relacionados con la calidad y la aptitud tecnológica de la carne de pollo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Tras 6 horas desde el sacrificio en matadero, se seleccionaron al azar 594 canales de hembras de pollo procedentes de 24 granjas y de peso comprendido entre 2 y 2,1 Kg, a las cuales se les analizó el color y el pH en la pechuga. El color se ha determinado mediante un colorímetro Minolta CHROMA METER CR-400 (sistema CIE Lab con iluminante D65 y ángulo de observación 10°) determinándose los parámetros de color:  $L^*$ = claro (Luminosidad),  $a^*$ =rojizo (coordenada rojo-verde), y  $b^*$ =amarillento (coordenada amarillo-azul). La determinación se realizó en la parte superior de cada pechuga derecha (músculo *pectoralis major*) y tras eliminar la piel. Las determinaciones fueron realizadas en cada pechuga por triplicado. Tras el análisis de color, se procedió a realizar el análisis de pH mediante un pH-metro portátil de penetración de la marca EUTECH Instruments. La determinación se realizó por triplicado mediante la introducción de 2 cm del electrodo en el músculo pectoral en la parte superior de la pechuga derecha de cada canal.

Para el tratamiento estadístico de los datos se ha utilizado el paquete informático SPSS, llevando a cabo un análisis de regresión lineal, incorporando los datos medios de cada animal, utilizando como variable dependiente el pH y como variables independientes cada uno de los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), así como algunas transformaciones de estos. Asimismo se han calculado los coeficientes de correlación de Pearson con un nivel de confianza del 95% para cada una de las variables independientes con el pH.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios obtenidos de los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , así como del pH de las pechugas de pollo analizadas procedentes de 24 granjas, son los que se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1. Rangos y valores medios de los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , y del pH determinados en 594 pechugas en las canales de pollo de hembras en matadero, tras retirar la piel a las 6 horas desde el sacrificio**

	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Std. Error	Std. D.
$L^*$	49,26	65,50	57,4853	0,12088	2,94621
$a^*$	-1,23	2,53	0,4384	0,02724	0,66382
$b^*$	-1,98	5,77	1,8171	0,04807	1,17161
pH	5,32	6,64	5,9525	0,00782	0,18374

Los valores de Luminosidad proporcionados por el parámetro  $L^*$  han variado en un rango de 49,26 (canales con pechuga menos clara) a valores de 65,50 (canales con pechuga más pálida). Los valores medios obtenidos 57,48 para la  $L^*$ , 0,43 para la  $a^*$  y de 5,77 para la  $b^*$ , indican que el color de las pechugas es, en términos generales, de un color rosa pálido y ligeramente amarillento, habiéndose detectado algunas diferencias significativas entre las muestras procedentes de las diferentes granjas. El rango de pH observado ha estado comprendido entre 5,32 y 6,64, con un valor medio de 5,95 considerado normal por otros autores. El valor medio de pH es similar al encontrado por otros autores y considerado un valor de pH normal para carne de pollo (Qiao, 2001). Sin embargo, el valor medio del parámetro  $L^*$  en nuestro caso es algo más elevado y está considerado por algunos autores como demasiado pálido, teniendo en cuenta que ha sido determinado en la parte alta del músculo pectoral en donde pueden producirse una intensificación de la coloración por causa del escaldado (Qiao, M. 2001).

Al realizar la regresión del parámetro de color  $L^*$  frente al pH se ha observado que el ajuste no es demasiado bueno ( $r^2=0,26$ ), aunque el análisis de residuos indica que la predicción es independiente del valor del pH ( $r^2=0,009$ ). Asimismo, el coeficiente de correlación de Pearson negativo, indica que a mayor valor de  $L^*$ , esto es, color de la pechuga más pálido, menor es el valor del pH observado. Estos valores están de acuerdo con los obtenidos por otros autores, aunque la correlación obtenida por estos últimos entre los valores de  $L^*$  y el pH, es mayor que la obtenida en nuestro caso. Así por ejemplo Fletcher y colaboradores (2000) obtienen una correlación lineal negativa entre los valores de  $L^*$  y el pH con  $r^2 = 0,59$ , determinando el color en la parte baja de la pechuga.

Las regresiones realizadas comparando cada uno de los valores de  $a^*$  y  $b^*$  con el pH, han dado como resultado un ajuste malo ( $r^2=0,013$ ) en el caso de  $a^*$  y no demasiado bueno en el caso de  $b^*$  ( $r^2=0,20$ ), de lo que se deduce que estos parámetros por sí solos no podrían ser utilizados para realizar una predicción de pH.

Al realizar la regresión de todos los parámetros de color ( $L$ ,  $b$ ,  $a$ ,  $L^*b$ ,  $a^*b$ ,  $L^*a$ ,  $L^*a^*b$ ,) frente al pH, se obtiene un ajuste relativamente bueno ( $r^2=0,29$ ), que podría permitir una cierta predicción del pH. En la Tabla 2 se muestran los valores del coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de todos los parámetros de color, de forma independiente o combinada en los que se puede observar, que aunque los coeficientes obtenidos no son muy altos, permiten una cierta predicción del pH cuando se combinan entre sí.

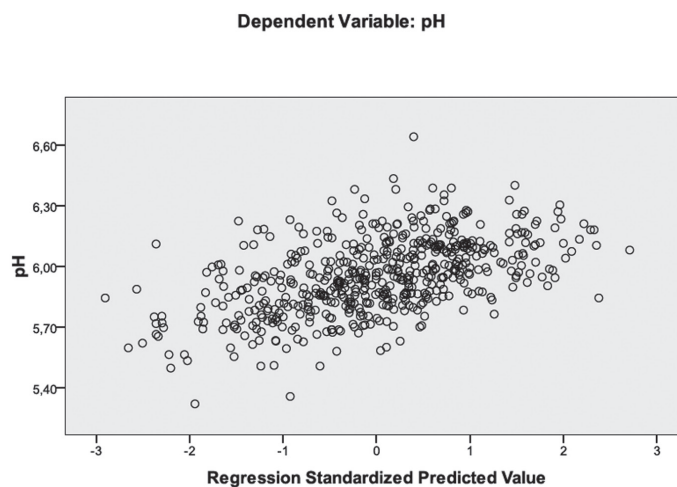
**Tabla 2. Valores del coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) de todos los parámetros de color**

Parámetros	Coeficiente de correlación de Pearson (r)	Coeficiente de determinación (R <sup>2</sup> )	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
L* vs. pH	0,507	0,257	0,256	0,15850
a* vs. pH	0,101	0,010	0,008	0,18297
b* vs. pH	0,421	0,178	0,176	0,16677
L* x b* vs. pH	0,515	0,266	0,263	0,15775
L*x a* vs. pH	0,523	0,273	0,271	0,15690
L*a*b, L, b, a, L*b, a*b, L*a vs. pH	0,539	0,290	0,281	0,15579

El coeficiente de correlación teniendo en cuenta todos los parámetros de color es de 0,54, aparentemente bajo, pero la predicción calculada tiene un error medio de 0,12 unidades de pH, que es prácticamente el mismo error del pHmetro. En la Figura 1 se representan los valores de pH y la predicción del mismo utilizando el modelo de regresión lineal que combina los parámetros de color seleccionados de mayor influencia, mediante el polinomio siguiente:

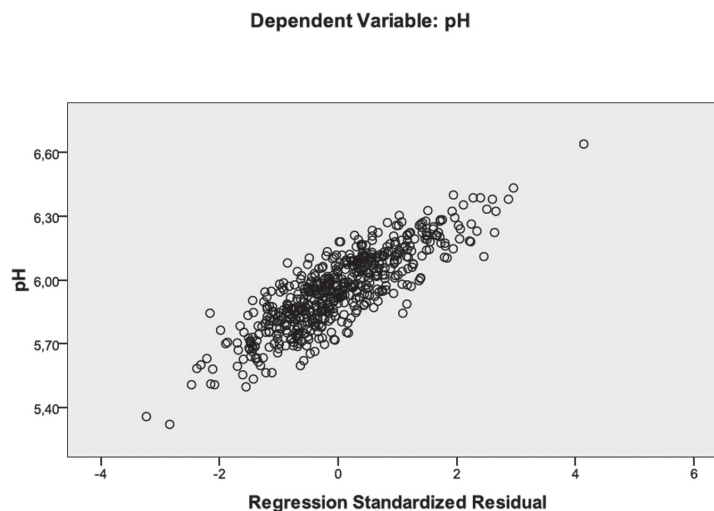
$$pH = 7,107 - 0.019 \times L^* + 0.85 \times a^* - 0.017 \times L^* \times a^*$$

**Figura 1. Modelo de Regresión lineal ajustado para la predicción de pH mediante la combinación de los parámetros de color (L, b, a, L\*b, a\*b, L\*a, L\*a\*b,)**



En la Figura 2, se representa el modelo de regresión lineal para los valores residuales. El análisis de residuos ha indicado que la predicción es independiente de los valores de pH. Es decir, que predice igual los pH altos y los pH bajos (r<sup>2</sup>=0,012).

**Figura 2. Modelo de Regresión lineal para los residuos estandarizados mediante la combinación de los parámetros de color (L, b, a, L\*b, a\*b, L\*a, L\*a\*b,)**



Así por tanto, podemos concluir que teniendo en cuenta los coeficientes de determinación de Pearson, los porcentajes de concordancia con el pH mejor ajustados corresponden al 26% con el parámetro  $L^*$  de forma individual, al 26,6% de concordancia con  $L^* \times b^*$  y al 27% de concordancia con  $L^* \times a^*$ . Sin embargo, se obtiene una concordancia con el pH equivalente al 29% que permitiría una cierta predicción del mismo a partir de la combinación de los parámetros de color. En futuros trabajos está previsto desarrollar un índice de color que permita comparar las diferencias visuales en el color de la carne y la medida instrumental del color, así como establecer un protocolo de análisis que permita un modelo de regresión más ajustado y su relación con parámetros de calidad como la terneza, la capacidad de retención de agua y la capacidad emulsionante de la carne de pollo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, A.Y. y MATARNEH, S.K.** (2010) Broiler performance and the effects of carcass weight, broiler sex, and postchill carcass aging duration on breast fillet quality characteristics. *Journal of Applied Poultry Research* 19:46-58.
- BARBUT, S.** (2009) Pale, soft, and exudative poultry meat—Reviewing ways to manage at the processing plant. *Poultry Science* 88 :1506–1512.
- FLETCHER, D. L, QIAO, M., y SMITH, D. P.** (2000). The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science* 78:784-788.
- LE BIHAN-DUVAL, E., BERRI, C., BAEZA, E., MILLET, N., y BEAUMONT, C.** (2001) Estimation of the genetic parameters of meat characteristics and of their genetic correlations with growth and body composition in an experimental broiler line. *Poultry Science* 80: 839-843.
- JAMES, C., VINCENT, C., DE ANDRADE, T.I. y JAMES, S.J.** (2006) The primary chilling of poultry carcasses-Review. Réfrigération des carcasses de poulet: tendances. *International Journal of Refrigeration* 29: 847-862.
- LIU, Y., LYON, B.G., WINDHAM, W.R y SAVAGE, E. M.** (2004) Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breast deboned at two, four, six and twenty-four hours post-mortem. *Poultry Science* 83:101-108.
- MARM** (2011): *Consumo Alimentario en España*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. [www.marm.es](http://www.marm.es)
- MARTÍN, V.J.** (2010) Consumo de carne y productos cárnicos. Evolución y tendencias más recientes, *Distribución y Consumo* 111: 5-23.
- MARTÍN, V.J.** (2011) Hábitos de compra y consumo de carne de pollo. *Distribución y Consumo*, 117:37-42.

