

Efecto del nivel de marinado y del tiempo de almacenamiento en la estabilidad del color de carne fresca de bovino



Effect on the level of marinade and storage time on the color stability of fresh beef

Brayan José Quintero Rodríguez , Ana Mireya Romo Valdez ✉, Adriana Cervantes Noriega , Jesús José Portillo Loera , Francisco Gerardo Ríos Rincón 

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa. Blvd. San Ángel s/n, Fraccionamiento San Benito, Culiacán 80246, Sinaloa, México. ✉ *Autor de correspondencia:* e.ana.romo@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la estabilidad del color de carne fresca de bovino con diferentes niveles de marinado bajo condiciones de almacenamiento controlado, 144 porciones de 250 g de Longissimus lumborum se asignaron aleatoriamente a los siguientes tratamientos: marinado a 0, 7, 11 y 15 %, mediante inyección y posterior masajeo; cada pieza se envasó al alto vacío y se almacenó en refrigeración (4 °C). A los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento se registraron los parámetros de color (L*, a*, b*, Croma y Tonalidad). Las variables L*, a*, b*, Croma y Tonalidad mostraron diferencia (P<0.01) en la interacción de los efectos principales. La interacción entre el nivel de marinado y días de almacenamiento afectó el valor de L*, pero el rango registrado indicó ausencia de corte oscuro. El comportamiento de la variable Croma con respecto al tiempo de almacenamiento y nivel de marinado indica que el color de la carne se mantuvo en el rango de 14.5 a 17.5 unidades, típico de una carne bovina con apariencia rosada; el valor de Tonalidad permitió una adecuada interpretación en cuanto a la intensidad del tono.

Palabras clave: carne bovina, marinado, empacado al vacío, almacenamiento, luminosidad, croma, tonalidad.

Recibido: 23/06/2023. Aceptado: 31/08/2023

<https://doi.org/10.24275/PENDIENTE>

ABSTRACT

To determine the color stability of fresh bovine meat with different levels of marinade under controlled storage conditions, 144 slices of 250 g of *Longissimus lumborum* to be randomly assigned to the following treatments: marinated at 0, 7, 11 and 15%, by injection and subsequent tumbling. Each piece was packed under high vacuum and stored in refrigeration (4 °C). At 0, 7, 14, 21 and 28 days of storage the color parameters were recorded (L*, a*, b*, Chroma and Hue). The variables L*, a*, b*, Chroma and Hue presented difference (P<0.01) in the interaction of the main effects. The interaction between the level of marinade and days of storage affected the value of L* but the registered range indicated absence of dark cut. The Chroma values with respect to storage time and marinade level indicates that the color of the meat remained in the range of 14.5 to 17.5 units, typical of a pink-colored beef. Hue's value allowed an adequate interpretation regarding the intensity of the tone.

Keywords: beef, marination, vacuum packed, storage, luminosity, chroma, hue.

INTRODUCCIÓN

En la industria cárnica, el marinado es una de las formas más adecuadas de conservar y agregar valor a los cortes de carne fresca de dureza extrema, ya que es posible su utilización en cortes de bajo valor comercial y de poca aceptación por parte de los consumidores (Istrati y col., 2012); otro aspecto importante del marinado es el aumento de rendimiento de la materia prima, el cual, bien controlado, puede ofrecer beneficios al productor, dando lugar a la creación de productos con alto valor agregado (Behrends y col., 2005; Molina y col., 2005). De acuerdo con Reicks y col. (2018), refieren que el 15.8 % de los cortes primarios para venta al menudeo en los Estados Unidos de América, habían pasado por procesos de mejorado mediante marinado. Al respecto, diversos estudios se han desarrollado para valorar el efecto del marinado en las características de calidad de la carne; así, Carr y col. (2004) marinaron porciones de *Longissimus lumborum* al 5 % con una solución 200 mM de cloruro de calcio grado alimentario y después de siete días de maduración los consumidores detectaron mejoras en la suavidad y la jugosidad de la carne bovina. González y col. (2004), evaluaron el efecto del masajeo al vacío al adicionar por cada kilogramo de carne una solución 150 mM de cloruro de calcio en un volumen de 1000 mL, a 4 °C, a una velocidad de 10 rpm en el músculo *Braquiocephalicus* de bovino, con ello se obtuvo una reducción de un 56.6 % en la característica de esfuerzo al corte comparando con el tratamiento testigo. Por otra parte, Sharedeh y col. (2015), realizaron un estudio con el músculo *Semitendinosus* bovino, procedente de la raza Charolais con una edad aproximada de dos años de edad, en el que evaluaron los cambios histológicos en la estructura muscular; al respecto, utilizaron dos niveles de inyección de cloruro de sodio (0.9 y 2%) y tres niveles de pH (4.3, 5.4 y 6.5), los autores determinaron que la distancia entre las células aumentó con la disminución del pH, favoreciendo la degradación de proteínas estructurales. Huerta-Leidenz y col. (2016) al procesar los músculos *Cutaneous trunci* (suadero) y *M. diaphragma pars costalis* (arrachera) de bovino usaron una solución

marinadora preparada a razón de 1 kg del producto marinador diluido en 20 L de agua; los autores determinaron que este procedimiento disminuyó el esfuerzo de corte, y que la arrachera marinada fue la que presentó mayor suavidad. En un estudio Khalid y col. (2019), valoraron el efecto del marinado pre y post añejamiento en la calidad y aceptabilidad de carne bovina: en cuanto a la característica de color se registraron los siguientes valores de 40.88 a 43.68 para L *, 8.18 a 10.53 para a *, -2.34 a 0.53 para b *. Se conoce que el color de la carne es uno de los principales atributos que influyen en la decisión de compra del consumidor y está determinado por su contenido de mioglobina (Werner, 2014) y varía conforme a diversos factores inherentes al animal y al tipo de músculo (Bekhit y col., 2019). La primera impresión que recibe el consumidor se establece mediante el sentido de la vista, y entre las propiedades que observa destacan el color, la forma y las características de su superficie; por tal razón, el color se usa como indicador de frescura de la carne (Schnettler y col. 2010), además ocupa un lugar preferente entre los factores que definen la calidad de este producto. De acuerdo con lo anterior el objetivo del presente trabajo fue determinar la estabilidad del color de carne fresca de bovino con diferentes niveles de marinado bajo condiciones de tiempo en almacenamiento controlado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las muestras

En el presente estudio se utilizó el músculo *Longissimus lumborum*. La denominación comercial del corte primario en México es Lomo plano (MX 207; SAGARPA, 2013) o Strip Loin en los Estados Unidos de América (IMPS-USDA, 2014), esta pieza cárnica también es conocida como New York. Para obtener el corte primario, este se separó manualmente de la región anatómica correspondiente al Lomo Corto. Ocho piezas de este corte comercial, con un peso promedio de 4.5 kg, se empacaron individualmente en envases para conservación al alto vacío (Cryovac® Sealed Air, Charlotte, NC, USA); este procedimiento se desarrolló en la sala de corte de un establecimiento Tipo Inspección Federal; posteriormente los cortes primarios se trasladaron al laboratorio y se almacenaron en refrigeración (2 a 4 °C) durante 24 horas, antes de proceder a la asignación de los tratamientos.

Después del tiempo de refrigeración, se retiró el exceso de grasa de los cortes primarios; a continuación se rebanaron en porciones de 250 g mediante un equipo de operación manual modelo R-300 A (Torrey^{MR}; México); 144 porciones de 250 g se asignaron aleatoriamente a los siguientes tratamientos: Tratamiento 1- Grupo Testigo (Sin marinado); Tratamiento 2- Inyección de solución marinadora al 7 %; Tratamiento 3- Inyección de solución marinadora al 11 %; Tratamiento 4- Inyección de solución marinadora al 15 %. En todos los casos el porcentaje de inyección se aplicó con respecto al peso de las porciones.

Preparación de la solución marinadora

Se utilizó el producto marinador denominado NATURAL, identificada con el código PCD-012 (FABPSA S. A. de C. V., CDMX), elaborada a base de tripolifosfatos, carrageninas, goma de xantana, benzoato de sodio y eritorbato de sodio, se disolvió a razón de 60 g por litro de agua potable, a una temperatura de 2 a 4 °C; posteriormente se registró el valor del pH de la solución.

Marinado de las porciones de carne mediante masajeo al alto vacío

La inyección de las porciones se realizó de forma manual y el masajeo se realizó mediante un equipo marinador modelo MV-25 (Torrey ^{MR}, México). De acuerdo con las especificaciones del fabricante de la solución marinadora, las porciones de carne se introdujeron, previo pesaje, dentro del tanque colocado en posición vertical; la operación del equipo marinador se calibró con una presión de vacío de 13 pulgadas/cm Hg a una velocidad de giro de 6 rpm, durante 15 minutos. Posteriormente las porciones marinadas de cada tratamiento se pesaron, se empacaron al alto vacío (Torrey modelo EVD-8 ^{MR}, México) y se almacenaron a 2 a 4 °C (Imbera VR-19, Monterrey, México). A los 0, 7, 14, 21 y 28 días de almacenamiento, se determinaron los parámetros de color ($L^*a^*b^*$, Cromo y Tonalidad) mediante un espectrofotómetro (Color Lite modelo SPH 900, Alemania).

Análisis estadístico

Se utilizó el procedimiento UNIVARIATE opción NORMAL de SAS (SAS, 2002) para conocer la aproximación a la distribución normal de los datos con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Al obtener normalidad en los datos se procedió a realizar la prueba de homocedasticidad de las varianzas con la prueba de Bartlett. Posteriormente los datos fueron analizados mediante análisis de la varianza con el procedimiento GLM (SAS, 2002), se realizó un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas declarado en el siguiente modelo lineal general:

$$y = \mu + A_i + \delta_{j(i)} + B_k + (AB)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde,

y : Variable de respuesta

μ : Media general

A_i : Efecto de la parcela grande (marinado)

$\delta_{j(i)}$: Error asociado con la parcela grande

B_k : Efecto de la parcela chica (tiempo)

$(AB)_{ik}$: Efecto de la interacción AB

ε_{ijk} : Error aleatorio asociado con la parcela chica

Para la comparación de medias de las variables de color se utilizó la prueba de Tukey (SAS, 2002). Los resultados se presentan en cuadros con la media y la desviación estándar. Se presentan gráficas de interacción entre los días de maduración por el porcentaje de marinado para las variables L^* , Croma y Tonalidad. En todos los análisis estadísticos se utilizó un valor máximo de alfa de 0.05 para aceptar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de las variables de color de la carne de bovino fresca según el efecto de nivel de marinado, los días de maduración y la interacción, en donde se observa que las variables L^* , a^* , b^* , Croma y Tonalidad presentan diferencia estadística en la interacción de los efectos principales. Se conoce que la cantidad de ingredientes y el nivel de solución inyectada en la carne pueden afectar a las características del producto final, llamado también producto mejorado; por esta razón, se debe tener cuidado al formular soluciones para proporcionar una cantidad deseada de cada ingrediente en la carne a un nivel de inyección determinado, en el entendido de que los niveles de inyección en la carne de res se expresan en porcentaje, que se refleja en el incremento de peso después de la inyección con la solución marinadora; en tal sentido, los niveles de inyección en la carne fresca de bovino más comunes oscilan entre 8 y 12 % (Brooks, 2007), para no modificar la esencia del producto cárnico.

Se conoce que el color de la carne es una propiedad óptica fundamental y es un indicador de información crítica asociado a la frescura del producto (Hernández y col., 2019); es por ello que en términos de medición y clasificación del color, este debe basarse en colores tridimensionales y no sería correcto considerar solo los valores de L^* , a^* o b^* por separado cuando se quiere definir el color de la carne, por ello es importante calcular el Croma y Tonalidad (tono); el Croma está determinado por la cantidad de hemoglobina y varía de rosa pálido a intenso; el tono por su parte indica el estado químico de este pigmento. Cuando la carne está expuesta al aire se une al oxígeno de la atmosfera y el color es rojo brillante, o sea se forma oxihemoglobina, pero cuando la carne se envasa al alto vacío, el color se modifica por la formación de oximioglobina y cuando la carne se va deteriorando por el paso del tiempo se pierde la capacidad de unirse el oxígeno y el color se vuelve pardo, es decir se forma metamioglobina, por lo tanto la estabilidad del color a lo largo del tiempo determinan la vida útil de la carne (Ripoll y col., 2012). La luminosidad (L^*) es la variable que mejor describe la apariencia de la carne y es uno de los parámetros que mejor predice la presencia de carne oscura, firme y seca (OFS); cuando el valor de L^* se encuentra por arriba de 33 unidades, el color de la carne es considerado como normal para la especie bovina (Mullen y col., 2004), por lo que la presencia de carne OFS en el presente estudio, queda descartado. Al respecto Ramanathan y col. (2020) afirman que después de 14 días de maduración, la carne tiende a decolorarse más rápidamente, pero la estabilidad del color en carne madurada está asociada a la mayor actividad de las enzimas glucolíticas.

Tabla 1. Efecto del nivel de marinado, días de maduración e interacción en las variables del color de carne fresca de bovino.

Marinado, %		L*	a*	b*	Croma	Tonalidad
0		42.07 ^b	13.55	9.20 ^a	16.38 ^a	34.19 ^a
7		39.37 ^c	13.69	8.03 ^c	15.87 ^{ab}	30.37 ^c
11		42.53 ^a	13.45	8.50 ^b	15.91 ^{ab}	32.24 ^b
15		39.68 ^c	13.49	7.71 ^c	15.54 ^b	29.71 ^d
EEM		0.08	0.09	0.07	0.11	0.13
Días de maduración						
0		39.97 ^d	13.80 ^{ab}	8.60 ^{ab}	16.27 ^{ab}	31.82 ^a
7		40.83 ^c	14.08 ^a	8.83 ^a	16.63 ^a	32.12 ^a
14		41.07 ^{bc}	13.02 ^d	7.56 ^c	15.07 ^d	30.14 ^b
21		41.22 ^{ab}	13.33 ^{cd}	8.30 ^b	15.71 ^c	31.89 ^a
28		41.47 ^a	13.49 ^{bc}	8.50 ^b	15.95 ^{bc}	32.19 ^a
EEM		0.09	0.10	0.08	0.12	0.15
Marinado, %	DM					
0	0	41.52	14.47	9.85	17.51	34.24
	7	42.52	13.75	9.43	16.67	34.44
	14	41.84	12.67	8.56	15.29	34.05
	21	42.11	13.20	8.96	15.96	34.22
	28	42.33	13.65	9.21	16.46	34.00
7	0	38.27	13.32	7.79	15.43	30.24
	7	39.45	14.92	8.89	17.37	30.80
	14	39.49	12.97	7.63	15.05	30.48
	21	39.86	13.64	7.82	15.72	29.81
	28	39.79	13.61	8.04	15.80	30.55
11	0	40.98	13.97	8.88	16.56	32.45
	7	42.24	13.59	8.81	16.19	32.97
	14	42.82	12.70	7.18	14.59	29.42
	21	43.05	13.45	8.75	16.05	33.03
	28	43.54	13.52	8.89	16.18	33.34
15	0	39.10	13.45	7.89	15.59	30.35
	7	39.10	14.06	8.21	16.28	30.26
	14	40.13	13.74	6.88	15.36	26.59
	21	39.84	13.04	7.68	15.13	30.48
	28	40.21	13.17	7.88	15.35	30.89
EEM		0.18	0.20	0.16	0.25	0.29
Fuente de variación		Probabilidad				
Marinado		0.0001	0.2446	0.0001	0.0001	0.0001
Días de maduración		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Marinado*DM		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Marinado: nivel de marinado en %; DM: Días de maduración; EEM: Error estándar de la media.

En la Figura 1 se muestran los valores que se registraron para la variable L^* en el *Longissimus lumborum* según la interacción entre días de almacenamiento y nivel de marinado. La interacción cruzada entre el nivel de marinado y días de almacenamiento afectó los valores de L^* del corte primario ($P<0.01$), y como consecuencia no se procedió a la discusión de los efectos principales (Tabla 1). En el presente estudio, las porciones cárnicas marinadas mostraron valores de L^* entre los límites de 43.54 como valor máximo y de 38.27 como valor mínimo, y mostraron valores cercanos al promedio para la carne fresca (40.9) a lo largo del periodo de almacenamiento, que, de acuerdo con la escala visual para la evaluación del color de la carne de bovino en México, se ubica en la categoría 2B que es el color de la carne más atractivo para el consumidor (Salinas y col., 2020).

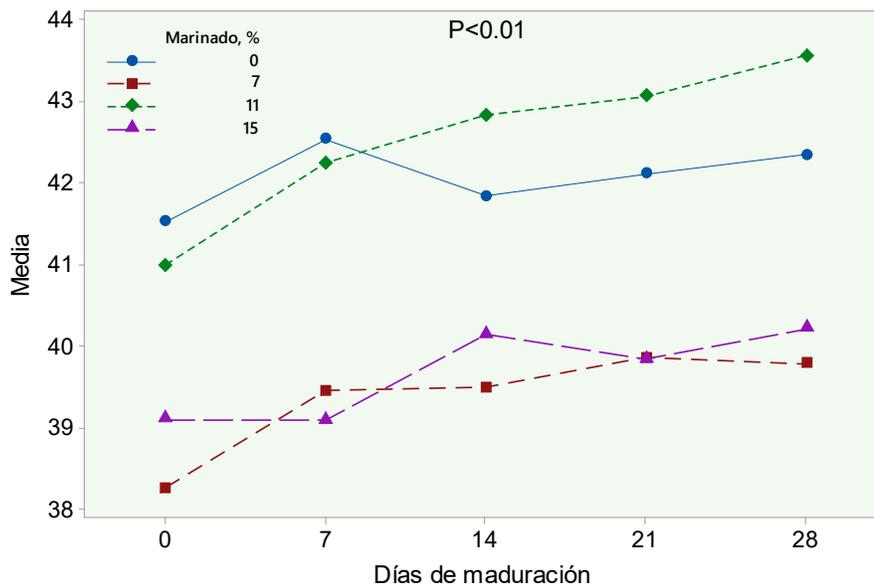


Figura 1. Valor de L^* en el *Longissimus lumborum* de bovino según la interacción entre días de almacenamiento y porcentaje de marinado.

Se observó interacción al día 7 de almacenamiento entre los tratamientos testigo y 11 %; sin embargo, el valor de L^* se mantuvo entre 41 y 43 unidades, mientras que en los niveles 7 y 15 % se observó interacción a los días 7 y 21 de almacenamiento, pero el valor de L^* se mantuvo dentro del rango de 38 a 40 unidades; lo anterior indica una posible menor incidencia de corte obscuro. Hughes y col. (2014), al investigar el color de la carne clasificada, determinaron prematuramente una mayor incidencia de carne oscura mediante la medición de los valores de L^* . En tal sentido, el color es el factor más importante por ser el más atractivo y de la primera impresión para el consumidor, ya que

la decisión de compra es de acuerdo con el color que se percibe en el empaque; en el caso de que el color de la carne no sea brillante, los consumidores suponen que la carne que requieren es pobre con respecto a los estándares de calidad, y por lo tanto es rechazada (Khalid y col., 2019).

En la Figura 2 se muestran los valores que se registraron para la variable Croma en la pieza cárnica marinada, según la interacción entre días de almacenamiento y nivel de marinado; se conoce que el valor de Croma (C*), es una medida de saturación que indica la pureza del color (Warris, 2000). En el presente estudio se observó que el valor inicial de C* al día 0, oscila en el rango de 15.5 a 17.5 unidades. Se observó interacción entre el nivel de marinado a los días 7 y 14, donde los valores permanecieron en el rango de 16.5 a 17.5 unidades al día 7, y en el rango de 14.5 a 15.5 unidades al día 14; al día 21 se observó interacción entre el nivel 0 y 11 % de marinado, y el rango de C* se registró entre 15 y 16 unidades. Al finalizar el tiempo de almacenamiento, el valor de C* se observó entre 15.5 y 16.5 unidades.

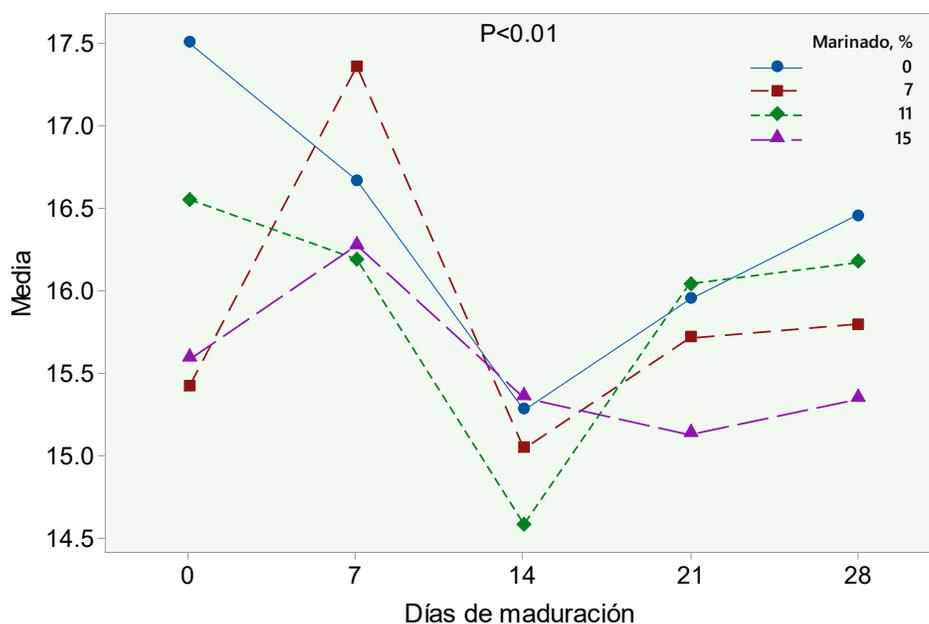


Figura 2. Valor de Croma en el *Longissimus lumborum* de bovino según la interacción entre días de almacenamiento y porcentaje de marinado.

En términos prácticos, la carne blanca presenta valores de Croma menores a 14 unidades, la carne con apariencia rosada entre 14 y 22 unidades, la carne de color rojo tiene entre 18 y 24 unidades, y la carne muy roja entre 23 y 30 unidades (Alberti y col., 2016). En un estudio llevado a cabo por González y col. (2014), determinaron que, en carne de bovino, con bajo contenido de grasa intramuscular, que es el caso de corte cárnico conocido como New York

(lomo plano; m. *Longissimus lumborum*), se presentó una disminución lineal en la variable Croma con respecto al tiempo de almacenamiento en tanto que el valor de Tonalidad se mantuvo sin cambio significativo.

La carne envasada al alto vacío tendrá distinto color y será también distinta la evolución del mismo (Ripoll y col., 2013), en tal sentido, la carne envasada al alto vacío después de su oxigenación y durante su exposición tendrá menores valores de luminosidad, Croma y Tonalidad que la carne fresca (Alberti, 2012), también las condiciones de iluminación durante la exposición serán determinantes en los parámetros colorimétricos que serán más estables si se mantiene la carne en la oscuridad y más inestables en una exposición con iluminación intensa (Franco y col., 2012).

No es fácil interpretar los datos tridimensionales de color obtenidos con un espectrofotómetro, para luego calificarlo de acuerdo con el color que se percibe con la vista. Si al medir dos tipos de carnes con el espectrofotómetro es posible que se encuentren diferencias estadísticas entre ellas para alguna o todas las variables medidas e incluso es posible que estas diferencias sean apreciables a simple vista, no obstante, estas diferencias no siempre van a tener importancia comercial ya que pueden estar en un rango de color aceptable por el público (Albertí y col., 2016).

La maduración *postmortem* de las canales y de los cortes de la carne, es un proceso natural que generalmente mejora la suavidad y contribuye a estabilizar el color en condiciones de refrigeración; sin embargo, sigue habiendo un alto nivel de variabilidad en los atributos organolépticos, que es una razón para el consumidor quede insatisfecho (Hocquette y col., 2014). Al respecto, Florek y col. (2003), observaron que la relación entre el color y el tiempo de maduración en diferentes cortes de carne se modifica, y determinaron que los valores de L^* , a^* y b^* se incrementan a medida que el tiempo de envejecimiento *post mortem* aumenta.

En la Figura 3 se muestran los valores que se registraron para la variable Tonalidad en el corte New York (lomo plano; m. *Longissimus lumborum*) según la interacción entre días de almacenamiento y nivel de marinado. Para entender la importancia de la variable Tonalidad en el color de la carne, este se traduce como tono, tonalidad o matiz, y representa los colores primarios (rojo, verde, azul) con todos los matices intermedios que se pueden percibir cuando se sitúan en el círculo cromático (naranja, amarillo, morado); los valores de tono se refieren mediante su posición en el círculo cromático, que queda normalizado al situar al color rojo primario a 0° , al verde primario a 120° y al azul primario a 240° , volviendo al rojo cuando se regresa al origen del círculo a 360° (AMSA, 2012); al interpretar los resultados del ángulo de tono, los valores más bajos indican un color rojo más verdadero (Baublits y col., 2006), que es el que verdaderamente aprecia el consumidor, esto es, entre más alto sea el valor de Tonalidad, menos atractivo será el color de la carne para el

consumidor; en términos prácticos el ángulo de Tonalidad (h^*), mide la proporción de color rojo o amarillo.

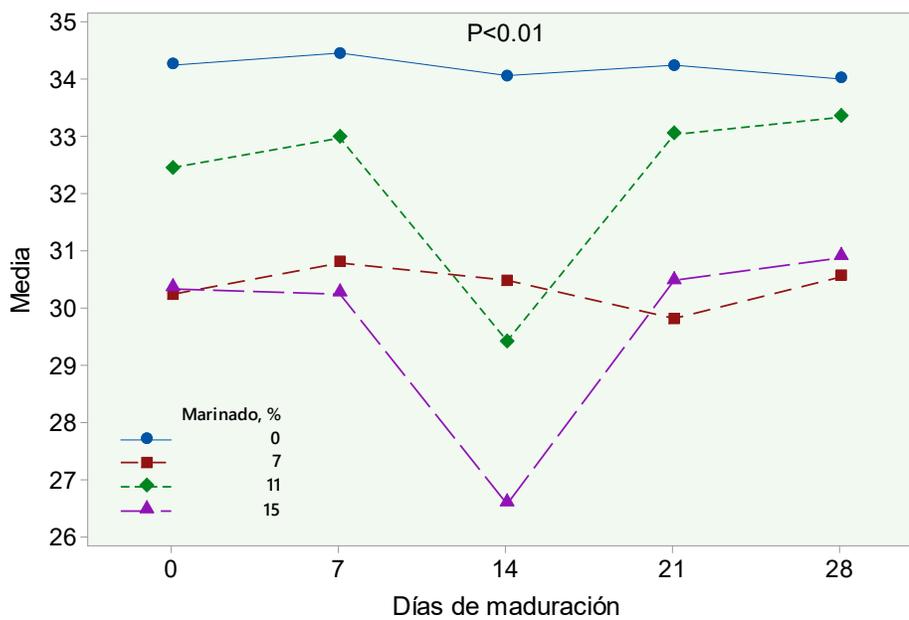


Figura 3. Valor de Tonalidad en el *Longissimus lumborum* de bovino según la interacción entre días de almacenamiento y porcentaje de marinado.

En el presente estudio se observó que el corte New York (lomo plano; m. *Longissimus lumborum*) del grupo testigo, el valor de Tonalidad se mantuvo constante (34 unidades) durante todo el tiempo de almacenamiento. El valor de Tonalidad en el corte New York (lomo plano; m. *Longissimus lumborum*) marinado al 7 %, mostró interacción al día 0 y al día 21 de almacenamiento; en el nivel de marinado de 11 % se observó interacción al día 14 de almacenamiento; en cambio el nivel de marinado al 15 % la interacción ocurrió al día 0 y al día 21 de almacenamiento.

En el presente trabajo los valores de Tonalidad al día 0 y al día 7 se observaron dentro del rango de 30 a 34 unidades ($P < 0.01$), sin embargo, al día 14 la carne marinada con 11 y 15% mostró una sensible disminución en el valor de Tonalidad (26.5 a 30; $P < 0.01$), en los días posteriores el valor de Tonalidad se estabiliza en el rango de 30 a 34 unidades. De acuerdo con Baublits y col., (2006), el valor promedio de la variable Tonalidad de la carne bovina es de 37 unidades, mismo que puede ir incrementando conforme van aumentando los días de almacenamiento, este mismo comportamiento fue observado por Zhang y col. (2018), al valorar el color de la carne de bovino, situación que se empezó a mostrar en el presente estudio a los 28 días de almacenamiento.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los valores registrados se concluye que la interacción entre el nivel de marinado y días de almacenamiento afectó el valor de L^* de la pieza cárnica marinada, pero el rango registrado indicó ausencia de corte obscuro. El comportamiento de la variable Croma con respecto al tiempo de almacenamiento y nivel de marinado indica que el color de la carne se mantuvo en el rango de 14.5 a 17.5 unidades, típico de una carne bovina con apariencia rosada, que es un color atractivo para el consumidor; además, el valor de Tonalidad permitió una adecuada interpretación en cuanto a la intensidad del tono. Por lo tanto, al determinar la estabilidad del color de carne fresca de bovino con diferentes niveles de marinado bajo condiciones de almacenamiento controlado, no es fácil de interpretar ya que es posible que se encuentren diferencias estadísticas, no obstante, estas diferencias no impactan en la importancia comercial apreciable a la vista.

ORCID

Brayan José Quintero Rodríguez  <https://orcid.org/0009-0003-7193-4556>

Ana Mireya Romo Valdez  <https://orcid.org/0000-0002-9424-3235>

Adriana Cervantes Noriega  <https://orcid.org/0000-0002-5231-500X>

Jesús José Portillo Loera  <https://orcid.org/0000-0002-5990-7481>

Francisco Gerardo Ríos Rincón  <https://orcid.org/0000-0001-6674-4318>

REFERENCIAS

- ALBERTÍ P. (2012). Influencia de la alimentación con altos niveles de ácidos grasos insaturados en la calidad de la canal y de la carne de terneros sacrificados a dos niveles de acabado. Tesis doctoral Universidad de Zaragoza. España. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/9511?ln=es>
- ALBERTÍ P., G. RIPOLL, C. ALBERTI, B. PANEA (2016). Clasificación objetiva del color de la carne de denominación de venta de vacuno. Eurocarne 244: 131-142.
- AMSA (2012). American Meat Science Association. Meat color measurement guidelines. Champaign, Illinois, USA.
- BAUBLITS R.T., F.W. POHLMAN, A.H. BROWN, E.J. YANCEY, Z.B. JOHNSON. (2006). Impact of muscle type and sodium chloride concentration on the quality, sensory, and instrumental color characteristics of solution enhanced whole-muscle beef. Meat Science 72(4): 704-712.
- BEHREND, J.M., K.J. GOODSON, M. KOOHMARAIE, S.D. SHACKELFORD, T.L. WHEELER, W.W. MORGAN, J.O. REAGAN, B.L. GWARTNEY, J.W. WISE, J.W. SAVELL. (2005). Beef

- customer satisfaction: USDA quality grade and marination effects on consumer evaluation of top round steaks. *Journal of Animal Science* 83: 662-670.
- BEKHIT A.E.A., J.D. MORTON, Z.F. BHAT, L. KONG (2019). Meat color: factors affecting color stability. En: *Encyclopedia of Food Chemistry, Volume 2*, L. MELTON, F. SHAHIDI, P. VARELIS (Editores). Amsterdam, Elsevier, pp. 202-210.
- BROOKS C (2007). Marinating of beef for enhancement - Beef Facts. Disponible en: <https://www.beefresearch.org/resources/product-quality/fact-sheets/marinating-of-beef-for-enhancement>
- CARR M.A., K.L. CROCKETT, C.B. RAMSEY, M.F. MILLER (2004). Consumer acceptance of calcium chloride-marinated top loin steaks. *Journal of Animal Science*. 82:1471-1474.
- FLOREK M., A. LITWINCZUK, P. SKALECKI, M. RYSZKOWSKA-SIWKO (2003). Changes of physicochemical properties of bullocks and heifers meat during 14 days of aging under vacuum. *Polish Journal of Food and Nutrition Science* 57:281-88.
- FRANCO D., L. GONZÁLEZ, E. BISPO, A. LATORRE, T. MORENO, J. SINEIRO, M. SÁNCHEZ, M.J. NÚÑEZ (2012). Effects of calf diet, antioxidants, packaging type and storage time on beef steak storage. *Meat Science* 90: 871-880.
- GONZÁLEZ TENORIO R., M.J. OYAGÜE, A. TOTOSAUS, M.L. PÉREZ CHABELA (2004). Efecto del masajeo o marinado con cloruro de calcio en la textura de carne de bovino. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 4: 274-277.
- HERNÁNDEZ S.B., C. SÁENZ GAMASA, J.M. DIÑEIRO RUBIALA, C. ALBERDI ODRIOZOLA (2019). CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Science* 157: 107886.
- HOCQUETTE J.F., L.V. WEZEMAEL, S. CHRIKI, I. LEGRAND, W. VERBEKE, L. FARMER, N.D. SCOLLAN, R. POLKINGHORNE, R. RØDBOTTEN, P. ALLEN, D.W. PETHICK. (2014). Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. *Meat Science* 97: 316-322.
- HUERTA-LEIDENZ N., M. S. RUBIO LOZANO, CH. DIXON, A. VALDEZ, K. BELK, S. HOWARD, F. A. RUÍZ LÓPEZ. 2016. Comparación de suadero de los Estados Unidos de América y de México con y sin tratamiento de marinación. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7: 253-262
- HUGHES J. M., G. KEARNEY, R.D. WARNER. (2014). Improving beef meat colour scores at carcass grading. *Animal Production Science* 54: 422-429.
- IMPS-USDA (2014). Institutional Meat Purchase Specifications. Fresh Beef. Series 100. United States Department of Agriculture. Disponible en: <http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/QAD>

- ISTRATI D., C. VIZIREANU, F. DIMA, R.M. DINICA. (2012). Effect of marination with proteolytic enzymes on quality of beef muscle. *Scientific Study and Research - Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry* 13: 81-89.
- KHALID S., M.B. AKRAM, M.I. KHAN, Z. SIDDIQUE, M. SHOAI B, M. (2019). Effects of pre and post marination aging on quality of meat. *SSR Institute of International Journal of Life Science* 5(1): 2179-2183.
- MOLINA M.E., D.D. JOHNSON, R.L. WEST, B.L. GWARTNEY. (2005). Enhancing palatability traits in beef chuck muscles. *Meat Science* 71: 52-61.
- MULLEN A.M., B. MURRAY, TROY, D. (2004) Predicting the eating quality of meat. *Teagasc. Report 4391: 1-24.*
- RAMANATHAN R., M.C. HUNT, R.A. MANCINI, M.N. NAIR, M.L. DENZER, S.P. SUMAN, G.G. MAFI. (2020). Recent updates in meat color research: Integrating traditional and high-throughput approaches. *Meat and Muscle Biology* 4: 1-24.
- REICKS A.L., J.C. BROOKS, J.M. KELLY, W.G. KUECKER, K. BOILLOT, R. IRION, M.F. MILLER. (2008). National Meat Case Study 2004: Product labeling information, branding, and packaging trends. *Journal of Animal Science* 86: 3593-3599.
- RIPOLL G., B. PANEA, P. ALBERTÍ, P. (2012). Apreciación visual de la carne bovina y su relación con el espacio de color CIE Lab. *ITEA Información Técnica Económica Agraria* 108: 222-232.
- RIPOLL G., P. ALBERTÍ, I. CASASÚS, M. BLANCO. (2013). Instrumental meat quality of veal calves reared under three management systems and color evolution of meat stored in three packaging systems. *Meat Science* 93: 336-343.
- SAGARPA (2013). *Guía mexicana para el comprador de carne. Comité Nacional del Sistema Producto Bovinos Carne. México, D.F.*
- SALINAS L.S., RUBIO, L.M.S., BRAÑA, V.D., MÉNDEZ, M.R.D. (2020). Desarrollo y validación de un patrón visual para la evaluación del color de la carne de bovino en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 11: 479-497.
- SAS INSTITUTE. (2002). *Statistical Analysis Software. SAS/STAT System for Windows 9.0. Cary, SAS Institute Inc.*
- SCHNETTLER B., M. CIESLA, A. CANDIA, F. LLANCANPÁN, J. SEPÚLVEDA, M. DENEGRI, H. MIRANDA, N. SEPÚLVEDA N. (2010). Importancia del color, contenido de grasa y frescura en la compra de la carne bovina en Temuco, región de la Araucanía, Chile. *Revista Científica* 20: 623-632.
- SHAREDEH D., P.S. MIRADE, A. VENIEN, J.D. DAUDIN. (2015). Analysis of salt penetration enhancement in meat tissue by mechanical treatment using a tumbling simulator. *Journal of Food Engineering* 166: 377-383.

- WARNER R. (2014). Measurement of meat quality: Measurements of water-holding capacity and color – Objective and Subjective. En: Encyclopedia of Meat Sciences, 2 edition, C. DEVINE and M. DIKEMAN (Editores). Oxford: Elsevier, 164-171
- WARRIS P.D. (2000). Meat Science. Wallingford, CABI Publishing.
- ZHANG Y., D.L. HOPKINS, X. ZHAO, V.V. REMY, Y. MAO, L. ZHU, G. HAN, X. LUO (2018). Characterization of pH decline and meat color development of beef carcasses during the early postmortem period in a Chinese beef cattle abattoir. Journal of Integrative Agriculture 17: 1691–1695.

Indizada o indexada en

