



Aspectos de la calidad de carne pH, color y textura entre bovinos procedentes de centros de engorde y viajeros

Aspects of meat quality pH, color and texture between bovines from feedlots and travelers

Carla G. Marquina Rondinel¹; José Maximiliano Almeyda Matías^{2*}; José Alberto Barrón López²; Carlos Cesar Augusto Elías Peñafiel³

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Recepción: 2/04/2019; Aceptación: 05/06/2019

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar los aspectos de calidad de la carne: pH, color y textura entre bovinos procedentes de centros de engorde y viajeros. Se evaluaron medias carcasas de 114 toretes agrupados en dos tratamientos: el T1, toretes viajeros provenientes de la selva central y T2, toretes engordados en un centro de engorde de Lurín. Los datos del pH de las carcasas fueron tomados a las 1, 18, 24, 36 y 48 horas después del faenamiento, utilizando un potenciómetro. La evaluación de color y textura de la carne se realizó 48 horas después del faenamiento; para el color se utilizó el método de grado de coloración y para la textura se utilizó un texturómetro (cizalla de Warner Bratzler). Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SAS con arreglo factorial para pH de 2x4x5 (tratamiento, edad dentaria y horas evaluadas) para color de 2x4 (tratamiento, edad dentaria) y para textura de 2x2 (tratamiento, edad dentaria). Los resultados indican que en el pH solo se encontró el efecto de interacción entre tratamientos y horas de evaluación ($p < 0,05$), observándose que en el momento del faenamiento los valores fueron similares para ambos tratamientos (T1: 6,55 vs T2: 6,51) y en las posteriores horas los valores de pH fueron mayores en T1 comparados con T2 (6,49 vs 5,97; 6,34 vs 6,02; 6,29 vs 5,95 y 6,25 vs 5,90, respectivamente). El color fue más oscuro en T1 ($p < 0,05$) (3,93 vs 3,55 de nivel de coloración). No se encontraron suficientes evidencias sobre el efecto del tratamiento en textura. De los resultados se concluye que algunos aspectos de la calidad de carne se ven afectados en las carcasas de toretes viajeros, como los valores altos del pH durante y al final del proceso de *rigor mortis*, generando carcasas más oscuras, siendo estas características semejantes a las que presentan carnes con defecto DFD (oscura, firme y seca).

Palabras clave: bovinos; faenamiento; pH; calidad de carne.

Forma de citar el artículo: Marquina et al. 2019. Aspectos de la calidad de carne pH, color y textura entre bovinos procedentes de centros de engorde y viajeros. Anales Científicos 80(2):613-625 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i2.1513>

Autor de correspondencia (*): José Maximiliano Almeyda Matías. Email: jalmeyda@lamolina.edu.pe

© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Abstract

The aim of this investigation was to assess the aspects of meat quality: pH, color and texture among cattle from feedlots and travelers. The half carcasses of 114 young bulls were distributed in two treatments: T1: traveling young bulls from the central jungle and T2: young bulls from a feedlot in Lurin. The pH of the meat was measured at 1, 18, 24, 36 and 48 hours after the slaughter, using a potentiometer. The evaluation of color and texture of the meat was made 48 hours after the slaughter; for color, the Lawrie's adapted degree of coloring method and for texture a texturometer (Warner Bratzler Shear) was used. The data was analyzed by SAS statistical program with a factorial arrangement, for pH of 2x4x5 (treatment, tooth age and hours evaluated), for color of 2x4 (treatment, tooth age) and for texture of 2x2 (treatment, tooth age). The results indicate that for PH only the effect of interaction between treatments and measure hours was found ($p < 0,05$), observing that at the moment of slaughter the values were similar for both treatments (T1: 6,55 vs T2: 6,51), and in later hours, the pH values were higher in T1 compared to T2 (6,49 vs 5,97, 6,34 vs 6,02, 6,29 vs 5,95 and 6,25 vs 5,90, respectively) The color was darker in T1 ($p < 0,05$) (3,93 vs 3,55 in coloration level). There is not enough evidence of the effect of the treatments over texture. From the results is concluded that some aspects of meat quality are affected in the carcasses of young traveling bulls, such as high pH values during and at the end of the *rigor mortis* process, affecting the meat color, being these characteristics similar to meats with DFD defect (dark, firm and dry).

Keywords: cattle; animal slaughter; pH; meat quality.

1. Introducción

La crianza de ganado bovino es una actividad económicamente importante para el país y la demanda por productos cárnicos, así como de leche, está en franco incremento. La crianza de vacunos destinados a producción de carne se desarrolla en las tres regiones naturales del país, cada una con sus características propias tales como tipo de animal, medio ambiente, sistema de producción y nivel tecnológico. Respecto a la población de vacunos, más del 88% se encuentra distribuido en la sierra y la selva, bajo sistemas extensivos o semiintensivos. En la costa, la producción de carne está más relacionada con los procesos de engorde intensivo de animales provenientes de la sierra y la selva.

Los animales que son faenados en los camales de Lima provienen de dos fuentes: centros de engorde cercanos (denominados engordados) y animales que vienen directamente de diferentes zonas de crianza (denominados viajeros). Estos últimos llegan al centro de faenamamiento luego de un

prolongado viaje de varias horas, e incluso días, que de inmediato son llevados al camal. Al respecto, Gallo, citado por Gallo *et al.* (2001) indica que el transporte puede ser causante de estrés y afecta la calidad de la carne y el bienestar animal. En el mismo sentido, Warriss (1990) menciona que el manejo realizado en el ganado a horas previas de su faenado, es uno de los momentos más estresantes para el animal, lo cual puede afectar el pH, el color y la textura de la carne, así como los procesos bioquímicos, histológicos y físicos durante el *rigor mortis* y su maduración.

El pH muscular de la carne resulta ser una medida interesante para cuantificar el nivel de reserva energética en el músculo y además para valorar cómo ha sido tratado el animal antes del faenamamiento.

Se considera que el pH típico de la carcasa de un animal bien alimentado y no estresado cae aproximadamente de 7,2 a más o menos 5,4, según lo reportado por Warriss (2003) y Onopiuk *et al.* (2016). Por otro lado, se señala que los animales de mayor

edad son más susceptibles al estrés, según confirman Zimerman (2008) y Grandin *et al.* (2015).

Estudios indican que un alto valor y el descenso mínimo del pH en las carcasas corresponden a animales viajeros (Gallo *et al.*, 2001; Hargreaves *et al.*, 2004 y Schuler, 2010). Por otro lado, Hoffman (1988) indica que el pH tiene influencia directa sobre el color de la carne.

Cualquier situación de estrés con un pH final de la carcasa por encima de 6,0 a 6,2 ocasionará colores oscuros de la carne (Warriss, 1990; Grandin, 1994 y Hernández *et al.*, 2013). En el mismo sentido Gallo *et al.* (2003) mencionan que, entre los factores predisponentes de corte oscuros en bovinos, existe una relación positiva con el tiempo del transporte y el descanso previo al faenamiento. Al respecto, Frimpong *et al.* (2014) encontraron que el manejo del ganado ante mortem, previo al faenamiento, tiene efectos en la calidad de la carne, donde la gran mayoría tuvo pH mayor a 6,2 y tenía cortes oscuros.

Respecto a la coloración de la carne, se entiende que no solo es una característica de importancia económica debido a que el consumidor se orienta para la decisión de compra, sino que carnes oscuras con un elevado pH no son aptas para el envasado al vacío, debido a que son más susceptibles a un mayor deterioro bacteriano y por tanto no duran mucho tiempo (Ponnampalam *et al.*, 2017; Gallo, 2010; Romero y Sánchez, 2012).

De otro lado, es importante destacar que la terneza o textura tierna de la carne es un factor importante de satisfacción del consumidor (Romero y Sánchez, 2012; Koohmararaie y Geesink, 2006). Al respecto, el estrés de los animales antes del faenamiento y el descanso previo, afecta la fuerza del corte de la carne y el proceso de maduración (Partida *et al.*, 2007; Alende *et al.*, 2014; Obanor, 2002).

Por las consideraciones indicadas al hablar de carne de calidad se espera que está presente ciertas características organolépticas que aporten palatabilidad como son la suavidad, consistencia, olor, sabor y jugosidad. Estas propiedades pueden verse afectadas por diversos factores que van desde la alimentación del animal, el estado de salud y el manejo de este antes y durante el sacrificio.

Por estas razones, existe preocupación en los centros de faenamiento por conocer si la calidad de la carne se ve afectada por el manejo al que estuvieron sometidos los animales previos al sacrificio, además para hacer un monitoreo (trazabilidad) de un producto alimenticio como la carne y de esta manera contribuir a lograr un producto de calidad para el consumidor en cuanto a su aspecto y calidad sensorial. Estudios científicos en torno al transporte (manejo *ante mortem*) permiten comprender mejor las relaciones causa-efecto dentro de este proceso y sirven de base para contribuir al bienestar animal, calidad ética y tecnológica de la carne (Gallo y Tadich, 2005).

Por tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación es evaluar los aspectos de calidad de carne pH, color y textura en bovinos procedentes de centros de engorde y viajeros.

2. Materiales y métodos

Lugar y duración

La fase experimental se realizó en el mes de junio de 2015 en las instalaciones del camal Frigorífico José Olaya SAC, ubicado a la altura del km 18,5 de la Panamericana Sur, en el distrito de San Juan de Miraflores. El análisis de las muestras de carne se realizó en el Laboratorio de Investigación e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Unalm.

Carcasas de animales

Se evaluaron 114 medias carcasas provenientes de 64 toros engordados y 50 toros viajeros, todos ellos de cruces de *Bos t. taurus* x *Bos t. indicus*. Los animales engordados provinieron de centros de engorde de Lurín, con distancias menores y a una hora del centro de faenamiento mientras que los animales viajeros provinieron del interior del país (Oxapampa) con un tiempo de transporte, en promedio, de 18 horas. Las edades estimadas de los animales fluctuaron entre los 2 a los 8 dientes permanentes, con pesos vivos que fluctuaron entre 300 y 500 kg, el promedio de pesos de medias carcasas fue de 106 a 142 kg.

Manejo de los animales y carcasas

Los animales provenientes de los centros de engorde (engordados), estuvieron en ayunas 12 horas antes del faenamiento. Mientras que los viajeros no recibieron alimento durante el transporte, el mismo que duró alrededor de 18 horas. En el camal, todos los animales tuvieron acceso solo al consumo de agua. El proceso de faenamiento y manejo de carcasa se describe en la [Figura 1](#).

Tratamientos

Se formaron dos grupos de animales tomados aleatoriamente, un grupo de 64 animales provenientes de centros de engorde de Lurín, que demoraron menos de 1 hora en ser trasladados al centro de faenamiento, y otro grupo de 50 animales provenientes de ganaderías de la selva central (Oxapampa), que viajaron alrededor de 18 horas (viajeros), [Tabla 1](#).

Características evaluadas

Las características evaluadas fueron: pH, color y textura de las carcasas provenientes de animales engordados y viajeros.

pH

La toma de datos de acidez (pH) de la carne, se hizo con un potenciómetro de la marca HANNA modelo HI 99163, que contiene una cuchilla en el electrodo para poder penetrar el músculo con mayor facilidad. El potenciómetro fue calibrado antes de tomar las muestras, mediante la inmersión del electrodo en una solución buffer (fosfato) de pH 7 y, luego, en una solución buffer de pH 4. La técnica consistió en introducir el electrodo en el área del ojo de lomo, a la altura de la duodécima costilla (músculo *Longissimus dorsi*), correspondiente al corte comercial 'ojo de lomo'. Entre mediciones del pH se limpió el electrodo antes y después, con una solución de agua destilada. Las medidas de pH fueron tomadas a las carcasas a la 1, 18, 24, 36 y 48 horas posteriores al faenamiento, considerando a los animales con edad dentaria de 2, 4, 6 y 8 diente

Color

El color fue tomado a las 48 horas posteriores al faenamiento, considerando a los animales con edad dentaria de 2, 4, 6 y 8 dientes. Se realizó a nivel de la décima segunda costilla, en el área de ojo de lomo (músculo *Longissimus dorsi*). Se clasificaron los colores de acuerdo al grado de coloración y para ello se utilizó tarjetas con 6 niveles de colores, como se muestra en la [Figura 2](#). Estos niveles fueron adaptados de acuerdo a lo propuesto por [Lawrie \(1998\)](#) y Australian Meat (<http://test.australian-meat.com>, 2015).

Textura

La textura fue tomada a las 48 horas posteriores al faenamiento, considerando a los animales con edad dentaria de 2 y 6 dientes. La muestra fue de aproximadamente 20 g de carne obtenidas de la misma zona donde se realizaron las mediciones del pH y color; es decir, a la altura de la duodécima costilla (músculo *Longissimus dorsi*). Las

muestras se mantuvieron a temperatura de 4 °C y fueron analizadas en el Laboratorio de Investigación e Instrumentación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina para la lectura mediante el texturómetro. A partir de cada muestra de carne de 20 g, se sacó 5 pequeñas porciones de carne (siendo estas las repeticiones de cada muestra) de 3 cm de largo, 1 cm de ancho y 1 cm de alto, teniendo en cuenta la dirección de las fibras musculares (Figura 3). Cada muestra fue cortada utilizando la cizalla de Warner Bratzler, que mide la fuerza de corte en kg/cm². La razón del menor número de muestras evaluadas en la presente prueba se debió al costo del análisis de laboratorio que fue una limitante.

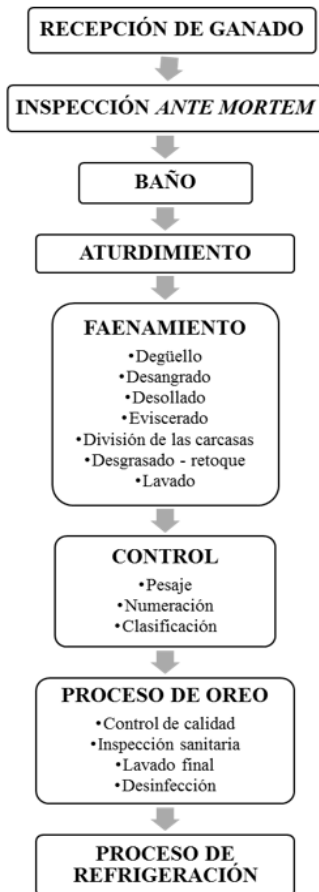
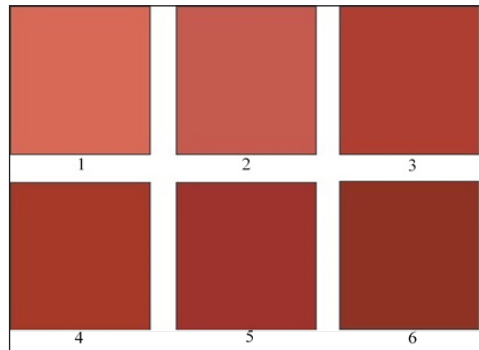


Figura 1. Flujograma de faenamiento de

vacunos
Tabla 1. Tratamientos experimentales

Variable	Tratamiento	
	T1 (engordados)	T2 (viajeros)
Nº animales	64	50
Tiempo de viaje	1 hora	18 horas



Niveles de colores según Lawrie (1998):

- 1: rosa ligeramente pálido
- 2: rojo pálido
- 3: rojo brillante
- 4: rojo ligeramente oscuro
- 5: rojo moderadamente oscuro
- 6: rojo oscuro

Figura 2. Niveles de colores de carne (<http://test.australian-meat.com/>)

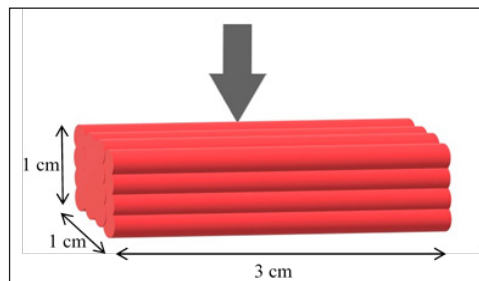


Figura 3. Muestra de carne para ser evaluada en el texturómetro

Diseño experimental

Para analizar el efecto de los animales provenientes de centros de engorde y viajeros sobre el pH, se utilizó el Diseño

Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 2x4x5 donde los factores fueron tratamiento (viajeros y engordados), número de dientes (2, 4, 6 y 8 dientes permanentes) y horas de evaluación (1, 18, 24, 36 y 48 horas posteriores al faenamiento) y las carcasas fueron las unidades experimentales. El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + D_j + H_k + (T*D)_{ij} + (T*D)_{ik} + (D*H)_{jk} + (T*D*H)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde: Y_{ij} = Resultado de pH de la carcasa obtenido con el i -ésimo tratamiento, la j -ésima edad dentaria, k -ésima hora de evaluación y la l -ésima carcasa. ($i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, 4; k = 1, 2, \dots, 5; l = 1, 2, \dots, n_{ijk}$). μ = Efecto de la media general. T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento. D_j = Efecto de la j -ésima edad dentaria ($j = 1, 2, 3, 4$). H_k = Efecto del k -ésima hora de evaluación ($k = 1, 2, 3, 5$). $T*D_{ij}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento y la j -ésima edad dentaria. $T*H_{ik}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento y la k -ésima hora de evaluación. $D*H_{jk}$ = Efecto de la interacción del j -ésima edad dentaria y la k -ésima hora de evaluación. $T*D*H_{ijk}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento, j -ésima edad dentaria y k -ésima hora de evaluación. e_{ijkl} = Efecto del error

Para analizar el color y la textura de la carne se utilizó con arreglo factorial de 2x4 para el color y 2x2 para la textura, donde los factores fueron tratamiento (viajeros y engordados) y la edad dentaria permanente (2, 4, 6 y 8 dientes permanentes para el color y 2 y 6 para textura) y las unidades experimentales fueron las carcasas (teniéndose en total 114 carcasas para color y 21 para textura). El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{(ijk)} = \mu + T_i + D_j + (T*D)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde: Y_{ij} = Resultado del color o textura obtenido del i -tratamiento, de la j -ésima edad dentaria, y la k -ésima carcasa. μ = Efecto de la media general. T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento. D_j = Efecto de la j -ésima edad dentaria. $(T*D)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento y la j -ésima edad dentaria. e_{ijk} = Efecto del error

3. Resultados y discusión

PH posmortem

En la [Tabla 2](#) se muestran los valores promedios del pH de los tratamientos, número de dientes y horas de evaluación, los resultados indican que no existe una triple interacción entre tratamiento, hora *post mortem* y edad dentaria ($p < 0,05$), tampoco una doble interacción entre hora *post mortem* y edad dentaria ($p < 0,05$); encontrándose, sin embargo, una doble interacción entre los tratamientos y horas *post mortem* ($p < 0,05$), así como entre los tratamientos y edad dentaria ($p < 0,05$).

Tabla 2. Variación del pH promedio de las carcasas de los tratamientos en las diferentes horas

	Tiempo de medición <i>post mortem</i> (horas)				
	1h	18h	24h	36h	48h
Engordados (n = 64)	6,51	5,97	6,02	5,95	5,90
Viajeros (n = 50)	6,55	6,49	6,34	6,29	6,25

En la [Figura 4](#), se observa el efecto simple de los tratamientos sobre el pH dentro de las horas de medición, notándose que a la primera hora *post mortem*, el pH inicial de las carcasas fue similar para ambos tratamientos

($p < 0,05$); mientras que, a las 18, 24, 36 y 48 horas *post mortem*, los valores del pH fueron mayores ($p < 0,05$) en las carcasas de los animales viajeros comparadas con las de los animales engordados. Lo cual indica que el descanso de los animales previo al faenamiento no influye en los valores de pH de las carcasas inmediatamente después del faenamiento. Sin embargo, el efecto del viaje en los animales influye sobre el normal descenso del pH durante el *rigor mortis*, lo que estaría afectando negativamente la calidad de la carne.

Este resultado concuerda con lo señalado por Sánchez (1999), quien indica que los valores de pH de las carcasas al momento del faenamiento son normalmente constantes y la velocidad en que disminuye el pH depende de otros factores.

Los valores de pH encontrados durante las horas evaluadas en las carcasas provenientes de los animales viajeros en el presente estudio, están muy por encima de los valores normales, teniendo en cuenta que el pH típico de un animal no estresado cae aproximadamente de 7,2 a 5,4 (Warriss,

2003; Onopiuk, 2016). Estos valores altos concuerdan con los reportados por Gallo *et al.* (2003) y Ferguson y Werner (2008), quienes indican que la presentación de pH elevado en las canales guarda relación directa con el manejo previo al faenamiento, acentuándose este alto pH con el mayor tiempo de transporte del animal previo al faenamiento (Gallo *et al.*, 2001; Amtmann *et al.*, 2006; Gebregeziabhear, 2015; Chulayo *et al.*, 2016).

Un valor alto y el descenso mínimo del pH en las carcasas provenientes de los animales viajeros también fueron encontrados por Gallo *et al.* (2001); Hargreaves *et al.* (2004) y Schuler (2010), quienes reportaron valor de pH final por encima de 5,9 a 6,2. Este valor alto de pH, estaría asociado a la poca formación del ácido láctico (Sánchez, 1999) debido a que las carcasas de los animales viajeros no habrían culminado el proceso de *rigor mortis*, por el bajo nivel de reservas de glucógeno en los músculos de estos animales al momento del faenamiento, a causa del estrés sufrido durante el viaje (Warriss, 1990; Grandin, 1994; Warriss 2010).

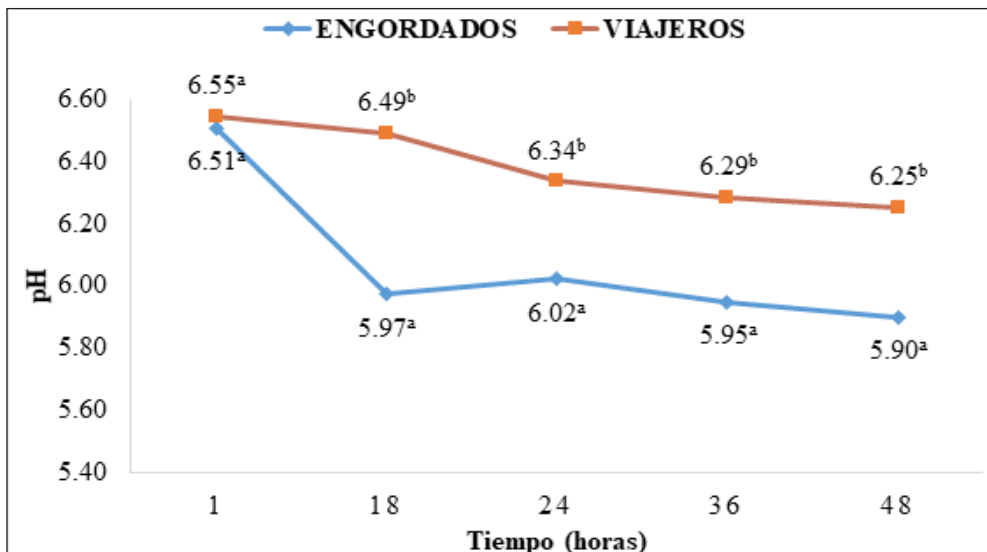


Figura 4. Curva de variación *post mortem* del pH promedio de las carcasas de los tratamientos en las diferentes horas

^{a, b}. Letras diferentes dentro de una misma hora muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

En la [Tabla 3](#), se observa el efecto de las horas de descanso (viajero vs engordado) previo al faenamiento sobre el pH dentro de cada edad dentaria (2, 4, 6 y 8 dientes), donde se observa que el pH de las carcasas, para todas las edades evaluadas, fueron mayores en las carcasas de los animales viajeros comparado con la de los animales engordados ($p < 0,05$), con una ligera diferencia mayor en animales de 8 dientes permanentes. Ello indicaría que el efecto del viaje en los animales influye sobre el menor descenso del pH durante la instalación del *rigor mortis*, independientemente de la edad de los toretes. Respecto al valor encontrado en animales de 8 dientes ([Figura 5](#)), concuerda con lo indicado por [Zimmerman \(2008\)](#) y [Grandin et al. \(2015\)](#), quienes mencionan que los animales mayores son más susceptibles al estrés, ya que los animales con menor edad son más adaptables a los nuevos cambios porque están en una etapa de aprendizaje.

Según [Hargreaves et al. \(2004\)](#), el consumidor asocia la carne con un pH mayor a 5,9 a un animal viejo; sin embargo, en el estudio que realizaron le dan una mayor importancia al factor estrés previamente sufrido, más que a la edad propiamente dicha del animal. Esto debido a que el estrés está asociado a un mayor consumo de glucógeno y si ello ocurre previo al faenamiento del animal, el nivel de ácido láctico proveniente de la glicólisis del glucógeno no llegaría a niveles suficientes para reducir el pH a un nivel óptimo, afectando así, negativamente, la calidad de la carne.

Color

El color de la carne no fue influenciado por la interacción entre la edad dentaria y los tratamientos ($p < 0,05$), tampoco por la edad dentaria de los animales evaluados ($p < 0,05$); sin embargo, se observaron diferencias significativas, en el color, entre los tratamientos ($p < 0,05$).

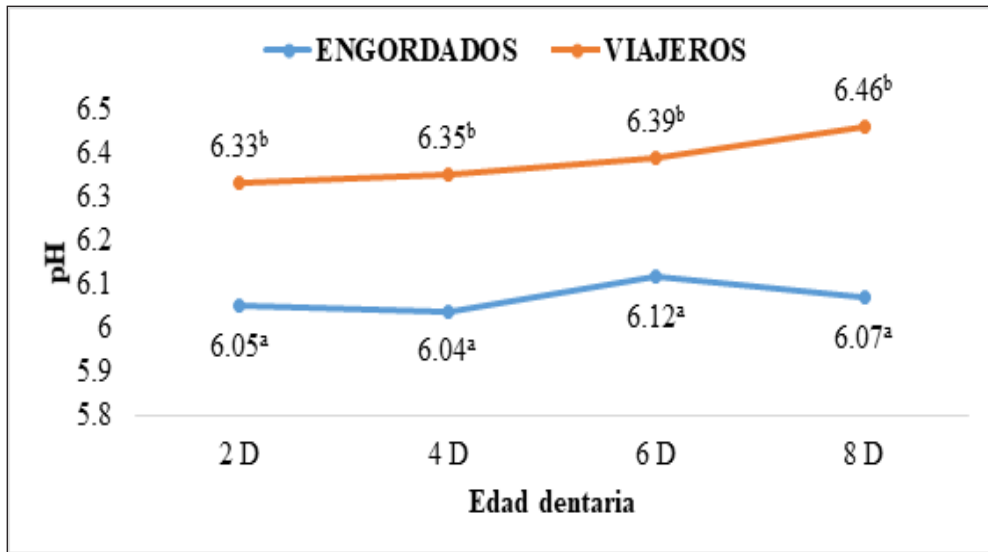
En la [Figura 6](#), se observa que el grado de coloración de la carne de los viajeros resultó ser más oscuro que el de los engordados ($p < 0,05$), donde se estaría de acuerdo con el criterio de que el estrés en vacunos se manifiesta con carnes duras, firmes y secas (DFD por sus siglas en inglés: Dark, Firm and Dry). Este color más oscuro en la carne proveniente de los animales viajeros, guarda relación con el mayor pH encontrado en la carne comparada con los animales engordados; afectando así negativamente su calidad. Este resultado concuerda con lo reportado por [Hoffman \(1988\)](#), quien menciona que el pH tiene una influencia directa sobre el color, conociéndose a este fenómeno como “corte oscuro” o DFD, que se caracteriza por tener un pH alto a las 24 horas *post mortem* y un oscurecimiento en el músculo ([Hood y Tarrant, 1980](#)).

En el presente estudio se encontraron carcasas con un pH final de 6,25, logrando obtener carnes oscuras en animales viajeros; al respecto, [Warriss \(1990\)](#), [Grandin \(1994\)](#), [Hernández et al. \(2013\)](#) mencionan que cualquier situación de estrés con un pH final por encima de 6,0 o 6,2 ocasionará colores oscuros en la carne. Según [Gallo et al. \(2003\)](#), entre los factores predisponentes de corte oscuro en bovinos, existe una relación positiva con el tiempo de transporte y el descanso previo al faenamiento. Con ello también concuerdan [Frimpong et al. \(2014\)](#), quienes encontraron que el manejo de ganado *ante mortem*, previo al faenamiento, tiene efectos en la calidad de la carne, donde la gran mayoría tuvo un pH mayor a 6,2 y tenía “cortes oscuros” o DFD.

Cabe mencionar que las carnes DFD se relacionan con el agotamiento de la reserva de glucógeno en el músculo antes del faenamiento, lo cual impide una caída gradual del pH en esta etapa, obteniendo un pH *post mortem* alto y con ello carnes DFD ([Moreno, 2003](#); [Gallo et al., 2003](#); [Gallo y Tadich, 2008](#); [Gallo, 2010](#); [Warriss, 2010](#)).

Tabla 3. Variación del pH promedio de las carcasas de los tratamientos en las diferentes edades dentarias tomado a las 48 horas *post mortem*

	Edad dentaria (número de dientes)							
	2D	n	4D	n	6D	n	8D	n
Engordados (n = 64)	6,05	14	6,04	20	6,12	8	6,07	22
Viajeros (n = 50)	6,33	3	6,35	10	6,39	11	6,46	26

**Figura 5.** Curva de variación del pH promedio de las carcasas de los tratamientos en las diferentes edades dentarias tomado a las 48 horas *post mortem*

^{a, b}. Letras diferentes dentro de una misma edad muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$)

La coloración de la carne no es solo una característica de importancia económica debido a que el consumidor se orienta para la decisión de compra, sino que carnes oscuras con un elevado pH no son aptas para el envasado al vacío, debido a que son más susceptibles a un deterioro bacteriano, haciendo que la carne no dure por mucho tiempo (Gallo, 2010; Romero y Sánchez, 2012; Ponnampalam *et al.*, 2017). Ante ello, Meat Standards Australia (2017), admite solo carnes hasta un pH de 5,7 para así evitar problemas de calidad.

Textura

En la [Tabla 4](#) se observa que no se encontraron suficientes evidencias del efecto de la edad ni de los tratamientos sobre la textura de las carcasas ($p < 0,05$). Estos resultados no guardan relación con los reportados en otros estudios, lo cual se debería a la alta variabilidad y poco número de repeticiones obtenidas en este estudio. Este resultado contrasta con lo reportado por Obanor (2002), Partida *et al.* (2007) y Alende *et al.* (2014) quienes encontraron que el estrés de los animales previo al faenamiento y al descanso previo afecta la fuerza de corte de la carne y el proceso de maduración.

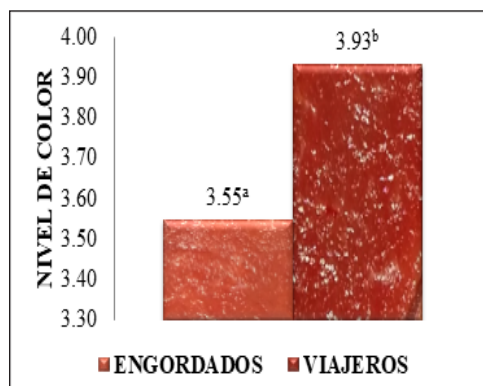


Figura 6. Valor promedio del nivel de color de las carcasas de los tratamientos tomado a las 48 horas *post mortem*

^{a, b}. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$)

Tabla 4. Textura promedio de las carcasas de los tratamientos en las diferentes edades dentarias tomado a las 48 horas *post mortem*

	Edad dentaria (número de dientes)			
	2D	n	6D	N
Engordados (n = 13)	4,47	6	4,29	7
Viajeros (n = 8)	3,96	3	4,19	5

Por otro lado, [Chulayo et al. \(2016\)](#), indican que la velocidad con la que disminuye el pH determina la terneza de la carne, así como la coloración, capacidad de retención de agua. El pH es un buen predictor de la terneza de la carne, durante el proceso de maduración ([Li et al., 2014](#)), encontrándose los valores máximos de fuerza de corte a rangos de pH entre 5,8 a 6,3 ([Romero y Sánchez, 2012](#)).

Es importante destacar que la terneza o textura es factor importante de satisfacción del consumidor ([Koochmarai y Geesink, 2006](#); [Romero y Sánchez, 2012](#)) y el estrés

sufrido por los animales previo al faenamiento, resulta en un pH elevado, un temprano *rigor mortis* y un proceso acelerado de proteólisis, afectando negativamente la terneza de la carne, por lo que un manejo adecuado *ante mortem* se hace muy importante ([Geesink et al., 1999](#); [Ferguson et al., 2001](#); [Soria y Corva, 2004](#); [Huff et al., 2010](#); [Kemp et al., 2010](#)).

4. Conclusiones

De los resultados del presente estudio se determinaron las siguientes conclusiones:

Animales viajeros presentan valores de pH más altos respecto a los animales procedentes de centros de engorde, durante el proceso de la caída del pH, llegando a una diferencia de pH final de 6,25 vs 5,90.

Los animales viajeros presentan carne más oscura respecto a la de los animales procedentes de centros de engorde, observados por el nivel de color (3,93 vs 3,55).

No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) sobre el efecto de la textura de la carne en animales viajeros comparados con animales provenientes del centro de engorde.

4. Literatura citada

- Alende, M; Volpi Lagreca, G; Pordomingo, A; Pighín, D; Grigioni, G; Carduza, F; Pazos, A; Babinec, F; Sancho A. 2014. Efectos del tiempo de transporte, espera pre-faena y maduración en novillos sobre indicadores de estrés, calidad instrumental y sensorial de la carne. Arch med vet 46: 217-227.
- Amtmann, V.; Gallo, C.; Van Schaik, G.; Tadich, N. 2006. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y

- pH de la canal en novillos. Archivos de medicina veterinaria 38, (3): 259-264.
- Australian-Meat. Australian Beef Chiller Assessment. Disponible en http://test.australian-meat.com/Foodservice/Proteins/Beef/Australian_Beef_Chiller_Assessment/
- Chulayo, A.; Bradley, G.; Muchenje, V. 2016. Effects of transport distance, lairage time and stunning efficiency on cortisol, glucose, HSPA1A and how they relate with meat quality in cattle. Meat Science 117: 89-96.
- Ferguson, D.; Werner, R. 2008. Have we underestimated the impact of preslaughter stress on meat quality in ruminants? Meat Science 80: 12-19.
- Frimpong, S.; Gebresenbet, G.; Bobobee, E.; Aklaku, E.; Hamdu, I. 2014. Effect of transportation and pre-slaughter handling on welfare and meat quality of cattle: case study of Kumasi Abattoir, Ghana. Veterinary Sciences 1: 174-191.
- Gallo, C.; Espinoza, M.; Gasic, J. 2001. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. Archivos de medicina veterinaria 33 (1): 43-53.
- Gallo, C.; Lizondo, T.; Knowles, T. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. Vet Rec 152: 361-364.
- Gallo, C.; Tadich, N. 2005. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. Revista Electrónica de Veterinaria 9, (10B).
- Gallo, C. 2010. Bienestar animal y buenas prácticas de manejo animal relacionadas con la calidad de la carne. En: Introducción a la Ciencia de la Carne. Bianchi, G. y Feed, O. (Ed.). Editorial Hemisferio Sur. 455-494 p.
- Gebregeziabhear, E. 2015. The effect of stress on productivity of animals: A review. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare 5, (15): 14-22.
- Geesink, G.; Koochmaria, M. 1999. Effect of calpastatin on degradation of myofibrillar proteins by mu-calpain under postmortem conditions. Journal of Animal Science 77 (10): 2685-2692.
- Grandin, T. 1994. Farm animal welfare during handling, transport and slaughter. JAVMA 204: 372-377.
- Grandin, T.; Shivley, CH. 2015. How farm animals react and perceive stressful situations such as handling, restraint, and transport. Animals 5: 1233-1251.
- Hargreaves, A.; Barrales, L.; Larrain, R.; Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. Ciencia e Investigación Agraria 31 (3): 155-166.
- Hernández, J.; Aquino, J.; Ríos, F. 2013. Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. Nacameh 7 (2): 41-63
- Hoffman, K. 1988. El pH, una característica de calidad de la carne. Fleischwirtschaft 1: 13-18.
- Hood, D.; Tarrant, P. 1980. The problem of dark-cutting in beef. Martinus Nijhoff, The Hague. In: Current topics.
- Huff, E.; Zhang, W.; Lonergan, S. 2010. Biochemistry of postmortem muscle – Lessons on mechanisms of meat tenderization. Meat Science 86 (1): 184-195.

- Kemp, C.; Sensky, P.; Bardsley, R.; Buttery, P.; Parr, T. 2010. Tenderness-An enzymatic view. *Meat Science* 84: 248-256.
- Koohmaraie, M.; Geesink, G. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science* 74: 34-43.
- Lawrie, R. 1998. *Ciencia de la carne*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Li, P.; Wang, T.; Mao, Y.; Zhang, Y.; Niu, L.; Liang, R.; Zhu, L.; Lio, X. 2014. Effect of ultimate pH on *postmortem* myofibrillar protein degradation and meat quality characteristics of Chinese Yellow crossbreed cattle. *The Scientific World Journal*, 1-8.
- Meat Standards Australia. 2017. *Standards Manual*. Section 5, Livestock Supply.
- Moreno, B. 2003. *Higiene e inspección de carnes (II)*. Editorial Díaz Santos S.A., Madrid.
- Obanor, F. 2002. Biochemical basis of the effect of pre-slaughter stress and post-slaughter processing conditions on meat tenderness. Tesis MSc. Lincoln University, Christchurch. New Zealand. 137 p.
- Onopiuk, A.; Poltorak, A.; Wierzbicka, A. 2016. Influence of post mortem muscle glycogen content in the quality of beef during aging. *J. Vet Res* 60: 301-307.
- Partida, J.; Olleta, J.; Campo, M.; Sañudo, C.; María, G. 2007. Effect of social dominance on the meat quality of young Friesian bulls. *Meat Science* 76: 266-273.
- Ponnampalam, E.; Hopkins, D.; Bruce, H.; Li, D.; Baldi, G.; El-Din Bekhit, A. 2017. Causes and contributing factors to “Dark Cutting” meat: Current trends and future directions: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16: 400-430.
- Romero, M.; Sánchez, J. 2012. Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. *Rev. MVZ Córdoba* 17 (1): 2936-2944.
- Sánchez, G. 1999. *Ciencia básica de la carne*. 1ra edición. Fondo Nacional Universitario. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Shuler, N.E. 2010. Efecto del tiempo de descanso previo al beneficio en el grado de acidez de la carne de vacuno. Tesis para optar título de Ing. Zootecnista, Unalm, Lima. Perú.
- Soria, L.; Corva, P. 2004. Genetic and environmental factors influencing beef tenderness. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 12 (2): 73-88.
- Warris, P.D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science* 28: 171-186.
- Warris, P.D. 2003. *Ciencia de la carne*. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España.
- Warris, P.D. 2010. *Meat Science: An introductory text*. Cab International, Wallingford, UK. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=ExEOboVw_C&pg=PA65&lp_g=PA65&dq=Post-mortem+change+in+muscle+and+its+conversion+into+meat&source=bl&ots=p6sPpi dQ0I&sig=VTbCCXChRApF8Q1 fbPjWU4M-BDc&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKewit8sf36I7dAhUL21 MKHcSdCuoQ6AEwBnoECAQQAQ#v=onepage&q=Post-mortem%20

[changes%20in%20muscle%20and%20its%20conversion%20into%20meat&f=false.](#)

Zimerman, M. 2008. pH de la carne y factores que lo afectan. En: Sañudo, C.; González, C. (Eds.). Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil. 141-152 p.