



Alteraciones del pH y temperatura en la canal a causa de factores relacionados al transporte bovino previo al sacrificio.

Carcass pH and temperature changes due to factors related to bovine transport prior to slaughter.

Autores: García-Ávila George Alexander ¹
Zambrano-Garay Wilmer Humberto ¹
Martínez-Cepeda Galo Ernesto ²
Zambrano-Villacís Juan José ³

Dirección para correspondencia: doctorveterinario1@gmail.com

Recibido: 2021-01-10

Aceptado: 2021-05-10

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo dilucidar los factores relacionados al transporte que tienen influencia sobre el pH y la temperatura del músculo post mortem, en la canal de los animales faenados en el camal frigorífico Nobol (GAI) de la provincia del Guayas, Ecuador. Se muestrearon 605 bovinos; las variables independientes como mezcla de categorías, tipos de categorías, sexo, tiempo de viaje y tipo de cama usado para el transporte fueron evaluados como posibles causas de variaciones del pH y temperatura. Se identificó que la temperatura de los bovinos sometidos a más de 3 horas de viaje y camas a base de residuo de caña generan una elevación de la temperatura corporal, afectando en la calidad de la carne y produciendo carnes de tipo pálidas, blandas y exudativas (PSE); corroborando que los factores relacionados al transporte son precursores de estrés en los semovientes.

¹ Méd. Vet., Trabajo final para optar el título de Maestría del Programa de Maestría en Medicina Veterinaria, Mención Salud y Reproducción en Especies Productivas del Instituto de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí.

² Docente Investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guayaquil.

³ Instituto de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Docente-Investigador, Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí.

Palabras clave: vacas; camal; PSE; DFD; movilidad

Abstract

The objective of this research was to elucidate the transport-related factors that influence the pH and temperature of the post-mortem muscle, in the carcass of the slaughtered animals in the Nobol slaughterhouse (GAI) in the province of Guayas, Ecuador. 605 cattle were sampled; the independent variables such as a mixture of categories, types of categories, sex, travel time and bedding type used for transportation were evaluated as possible causes of variations in pH and temperature. It was identified that the temperature of bovines subjected to more than 3 hours of travel and beds based on cane residue generate an increase in body temperature, affecting the quality of the meat and producing pale, soft and exudative meats (PSE); corroborating that transport-related factors are precursors of stress in livestock.

Keywords: cows; slaughterhouse; PSE; DFD; mobility

Introducción

El bienestar animal en la actualidad se ha convertido en un sistema creciente de escrutinio público, en el cual se ven inmersos temas como el sistema de crianza, efectos del transporte, y métodos de sacrificio, entre otros; los cuales causan una presión sobre la cadena de producción e industrias para mejorar y evaluar los sistemas implementados para este fin (Wigham *et al.*, 2018).

El bienestar animal y los factores del transporte asociados al pH y temperatura

Existen diversos factores asociados al transporte que causan alteraciones fisicoquímicas en los semovientes destinados a faena (Alcalde *et al.*, 2017; Bethancourt-García *et al.*, 2019; Carrasco-García *et al.*, 2020); entre los principales tenemos la densidad de carga, mezcla de categorías bovinas, tiempo de transporte, tipo de cama o piso, estructura o diseño del camión, calidad de las vías, velocidad al conducir y tipo de conducción (Bethancourt-García *et al.*, 2019; Brandt & Aaslyng, 2015; Brunel *et al.*, 2018; Chacon *et al.*, 2005; Dos Santos *et al.*, 2017); los cuales son generadores de contusiones causantes de hematomas, esguinces, dislocaciones, desgarros musculares y fracturas óseas. Dichas lesiones impactan directamente sobre el pH de la carne y está en la calidad del producto final, generando carnes oscuras, firmes y secas (DFD) (del vocablo en inglés Dark, Firm, Dry) o carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE) (del vocablo en inglés *Pale, Soft, Exudatives*) (Chambers & Temple-Grandin, 2001; Ferreira *et al.*, 2006; Honkavaara *et al.*, 2003; Romero & Sánchez, 2012; SENASA, 2015; Węglarz, 2010).

Las lesiones en la canal de un bovino se relacionan a factores como estrés previo al sacrificio, y manipulación de los animales (Nanni Costa *et al.*, 2006). Los hematomas se identifican por ruptura de capilares que conlleva a la acumulación

de sangre en el músculo y otros tejidos; dichas lesiones son causadas en la mayoría por los factores relacionados al transporte e impactan en el mayor decomiso de carne y por ende a la generación de pérdidas económicas al productor (Huertas *et al.*, 2015; McNally & Warriss, 1996; Strappini *et al.*, 2009). Sin embargo, existen otros factores relacionados al transporte que no siempre se relacionan a las contusiones sufridas en los animales, si no a los procesos bioquímicos a causa del estrés fisiológico de los semovientes sufridos durante el transporte (Ferguson & Gerrard, 2014; Jorquera-Chavez *et al.*, 2019; Loredó-Osti *et al.*, 2019).

El pH y su relación en la calidad de la carne

El pH es uno de los parámetros estudiados a profundidad como factor predisponente en la calidad de la carne.

Posterior al sacrificio de los animales, los músculos deben pasar por dos procesos bioquímicos *post-mortem*, conocidos como *rigor mortis* y maduración. La acidificación muscular es el principal proceso que se lleva a cabo en el *rigor mortis*; en el cual, tras el deceso del animal el suministro de oxígeno y nutrientes al músculo cesa, y por tal motivo, se inicia el metabolismo anaeróbico para transformar el glucógeno en adenosín trifosfato (ATP), el cual es obtenido debido a la degradación del glucógeno en ácido láctico, el cual permanecerá en el músculo causando un descenso del pH muscular (Sañudo Astiz, 2008).

El valor del pH final o último (pHu), es un parámetro que se mide 24h después del sacrificio; y cuyo efecto se relaciona a las características organolépticas y tecnológicas de la carne (Jorquera-Chavez *et al.*, 2019; Loredó-Osti *et al.*, 2019; Węglarz, 2010).

El pH muscular depende del predominio de fibras musculares que contenga el músculo, las fibras de contracción rápida (blancas) y lenta (rojas) generan que se presenten pH finales de 5.5 y valores no menores de 6.3, respectivamente (De la Sota, 2005). En concreto, el pH es un parámetro de medida utilizado para cuantificar los niveles de glucógeno en el músculo, además de ser indicativo del bienestar animal antes y durante el faenamiento (Chambers & Temple-Grandin, 2001; De la Sota, 2005; Węglarz, 2010). Además, un correcto pH ayuda a la conservación de la inocuidad de la carne, ya que el ácido láctico produce una mejor eficiencia de descontaminación que el ácido acético (Van Ba *et al.*, 2018).

Carnes DFD y PSE

La calidad de la carne es directamente proporcional al glucógeno presente en los músculos del animal previo al sacrificio, un animal sano y descansado con parámetros de bienestar animal óptimos, presenta niveles de glucógeno altos, lo cual incide en la mayor conversión de glucógeno en ácido láctico *post-mortem* en los músculos que conforman la canal de animal. Sin embargo, si un animal sufre situaciones de estrés antes del sacrificio, el glucógeno de sus músculos es consumido *pre-mortem*, lo que conlleva a la poca generación de ácido láctico en

los músculos *post-sacrificio*; dichos cambios generan efectos adversos graves en la calidad de la carne (Chambers & Temple-Grandin, 2001).

Los animales con insuficientes reservas de glucógeno en los músculos en el momento del sacrificio son precursores de carnes tipo DFD; se destacan porque posterior a la muerte la glucólisis muscular anaeróbica es poco intensa, lo que conduce a la generación de poco ácido láctico y un pH final elevado. La carne de estos animales se caracteriza por ser firme, sin exudar agua y refleja menos luz, con el consiguiente oscurecimiento. Dichas carnes tienen una elevada capacidad de retención agua (CRA) y un mejor rendimiento industrial, aunque debido a su pH menos ácido este alimento es más propenso de sufrir alteraciones por microorganismos (Brunel *et al.*, 2018; Gonzalez-Rivas *et al.*, 2020). Para la identificación de carnes DFD se debe tomar dos medidas de pH, una inicial al momento posterior al sacrificio (pH0) y otras 24 horas después del faenamiento (pHu o pH final), debido a que la curva de descenso del pH en relación a una carne normal en pH0 es muy similar y solo se nota la diferencia 24 horas después. Los mencionados cortes de carne son difíciles de filetear, trocear y vender, debido a su superficie seca y pegajosa, y la poca aceptación por parte del consumidor, debido a que por su apariencia la asocia a animales longevos o malas condiciones de almacenamiento; pero el principal punto a destacar es la gran susceptibilidad al deterioro microbiano, que compromete su conservación (Cañequé & Sañudo-Astiz, 2005).

Por otra parte, las carnes PSE se asocia más a carnes originadas en cerdos, pero no se descarta la presencia de este tipo de carnes en bovinos estresados o afectados por el estrés agudo momentos antes del sacrificio (Trevisan & Brum, 2020). Se caracterizan por una glucólisis post mortem rápida que genera un descenso del pH brusco, antes de que la canal pase al cuarto de enfriamiento de manera eficaz; el déficit térmico y el bajo pH son parámetros críticos para la presentación de carnes PSE, ya que provoca una desnaturalización de las proteínas mayor a lo normal; además se ha comprobado que el CRA es menor de lo habitual y por consiguiente causa un menor rendimiento industrial (Cañequé & Sañudo-Astiz, 2005).

Los tipos de carnes influyen directamente sobre la desnaturalización de algunas de las proteínas, lo que resulta en cambios en la apariencia, textura y capacidad de retención de agua de las proteínas de la carne (Dawson & Acton, 2018), lo que lleva a diferentes percepciones y gustos del consumidor del plato de carne preparado (Boland *et al.*, 2019) y a las propiedades ópticas masivas (Van Beers *et al.*, 2018).

En tal sentido, el presente trabajo busca dilucidar el efecto que generan sobre el pH y temperatura, las variables: mezcla de categorías, categorías bovinas, tipo de cama y tiempo de viaje; relacionadas al proceso de transporte de animales hacia los camales. Es importante identificar como el pH y temperatura se pueden modificar y generar alteraciones en el musculo del animal, lo cual influye directamente sobre las propiedades organolépticas de la carne.

Metodología

El presente estudio fue realizado en el camal frigorífico Nobol (GAI) de la provincia del Guayas, Ecuador; el número de animales muestreados fue de 605, los cuales fueron evaluados previo y posterior al sacrificio para identificar si la presencia de factores relacionados al transporte como mezcla de categorías, tipos de categorías, sexo, tiempo de viaje y tipo de cama usado en el camión de transporte, causaban alteraciones en el pH y temperatura (variables dependientes) del músculo que posterior al proceso de madurado se transforma en carne de consumo humano.

Las variables independientes estudiadas fueron de tipo categórico, entre las cuales tenemos mezcla de categorías (si/no), tipos de categoría (vaconas, vacas, toretes y toros), tiempo de viaje [viajes cortos (30 min a 3 horas), cortos a medianos (3 horas a 6 horas), medianos a largos (6 a 12 horas), y muy largos (más de 12 horas)], y tipos de cama (viruta, aserrín, arena, tamo de arroz, residuo de caña y sin cama).

Para la obtención de datos se realizaron registros de todos los camiones que ingresaron al camal con ganado para faenamiento, antes del desembarque en la manga de recepción el investigador procedía a la toma de datos por observación y las preguntas relacionadas al tiempo de viaje que había realizado el ganado se las efectuaba al chofer del camión o dueño del ganado.

Para fines explicativos dentro de la variable mezcla de categorías vs pH como temperatura estuvo conformado por 346 animales y el grupo que no presentaba la condición se conformó por 259 individuos.

La distribución de bovinos por cada categoría en estudio fue 19 vacas, 50 toretes y 363 toros; dando un total de 605 animales categorizados con la nomenclatura internacional dada por la OIE.

Posterior a la recepción del ganado, los semovientes eran asignados a diferentes corrales y se les ofrecía agua *ad libitum* hasta que cumplan con las 12 horas de descanso reglamentario. Concluyendo con la etapa de alivio, las labores de faena iniciaban en horas de la madrugada; después del noqueo, izado, sangrado, decapitado, corte de patas, desuelle y eviscerado del animal; se procedía al corte de la canal, momento en el cual se realizaba la toma de pH y temperatura a nivel del músculo subescapular por única vez a los 15 minutos *post-mortem*; con un termómetro digital Microlife MT3001® y tirillas Macherey-Nagel™ para medir el pH.

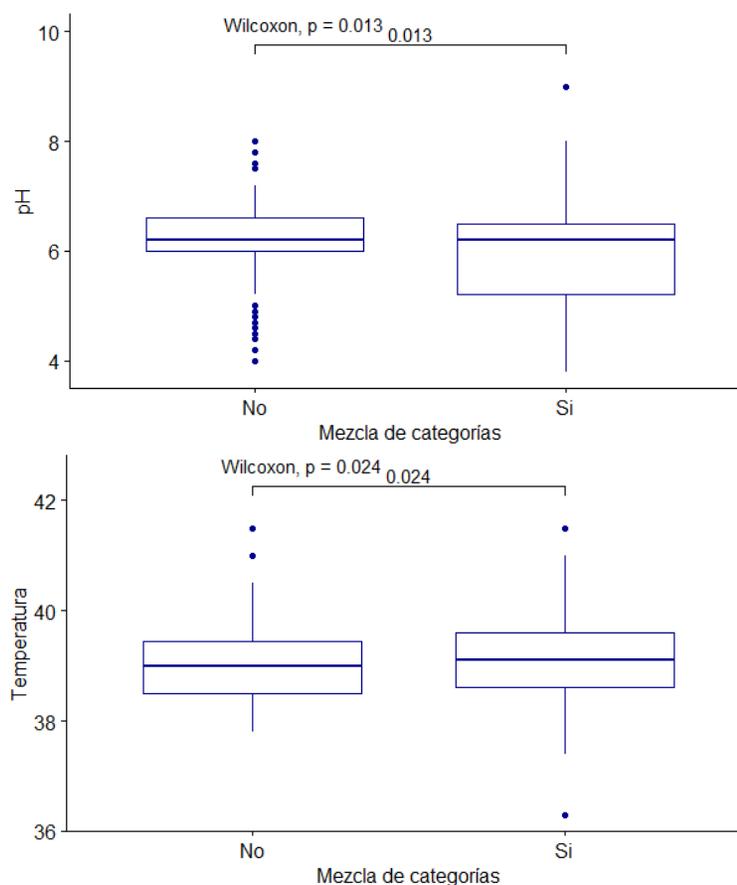
Para el análisis de datos se utilizó pruebas de normalidad y homocedasticidad para identificar la distribución normal; debido a la no presencia de normalidad se realizaron pruebas no paramétricas como la prueba de Wilcoxon y el test de Kruskal Wallis con posterior prueba Post Hoc de Dunn; todas estas pruebas estadísticas fueron realizadas en el software IBM® SPSS Statistics V. 25 y RStudio.

Resultados

Alteraciones del pH y temperatura de la canal frente a la mezcla de categorías animales en el transporte.

Se identificó con p -valor 0.013 y un p -valor 0.024 que existen diferencias significativas en el pH y temperatura, respectivamente, en los animales posterior al sacrificio debido a la mezcla de categorías, a la cual son sometidos en el momento del transporte hacia los camales (ver fig. 1A – 1B).

Figura 1. Distribución de medias del pH y temperatura frente a la mezcla de categorías



Nota: Figura 1A y 1B. En la condición que presentó mezcla de categorías vs pH como temperatura estuvo conformado por 346 animales y el grupo que no presentaba la condición se conformó por 259 individuos.

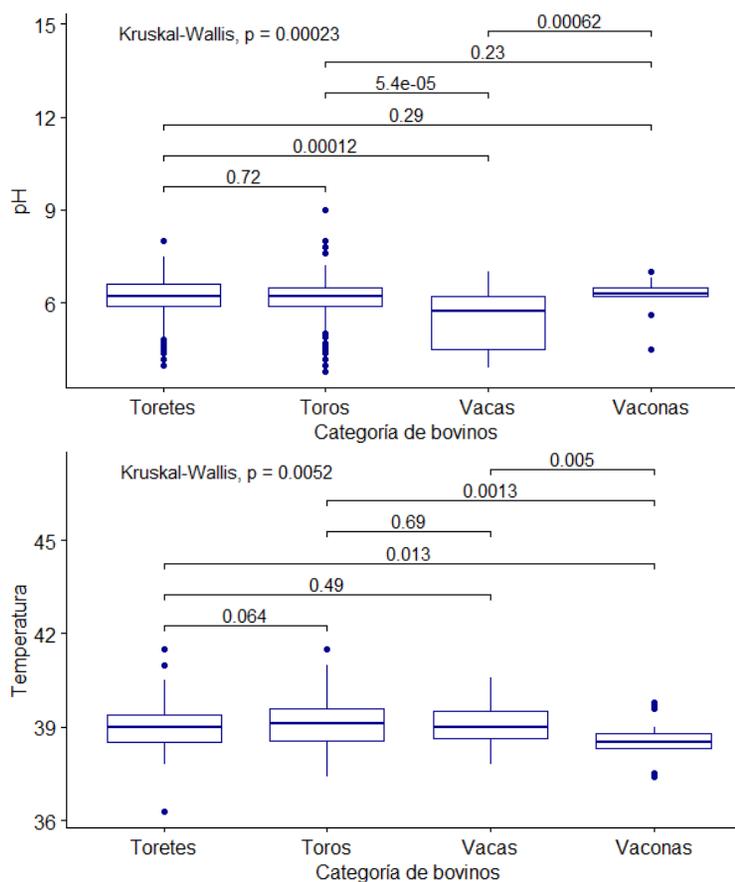
Alteraciones del pH y temperatura de la canal frente a los tipos de categorías bovinas transportadas.

Los resultados obtenidos demostraron que existen diferencias entre las medias de las diferentes categorías bovinas frente al pH (p -valor 0.00023) y temperatura (p -valor = 0.0052) de la canal. Por tal motivo, se procedió a realizar las comparaciones entre parejas de los grupos (Test de Dunn), evidenciando que la categoría vaca presenta una diferencia estadística con la categoría toros, toretes

y vaconas (ver fig. 2A); contemplando valores menores a seis respecto a las demás.

Por otra parte, la temperatura en las canales vs categoría bovina evidenció diferencias estadísticas (p -valor = 0.0052); lo cual puede ser observado en la fig. 2B.

Fig. 2 A-B. Distribución de medias del pH y temperatura frente a los distintos tipos de categorías de animales faenados.



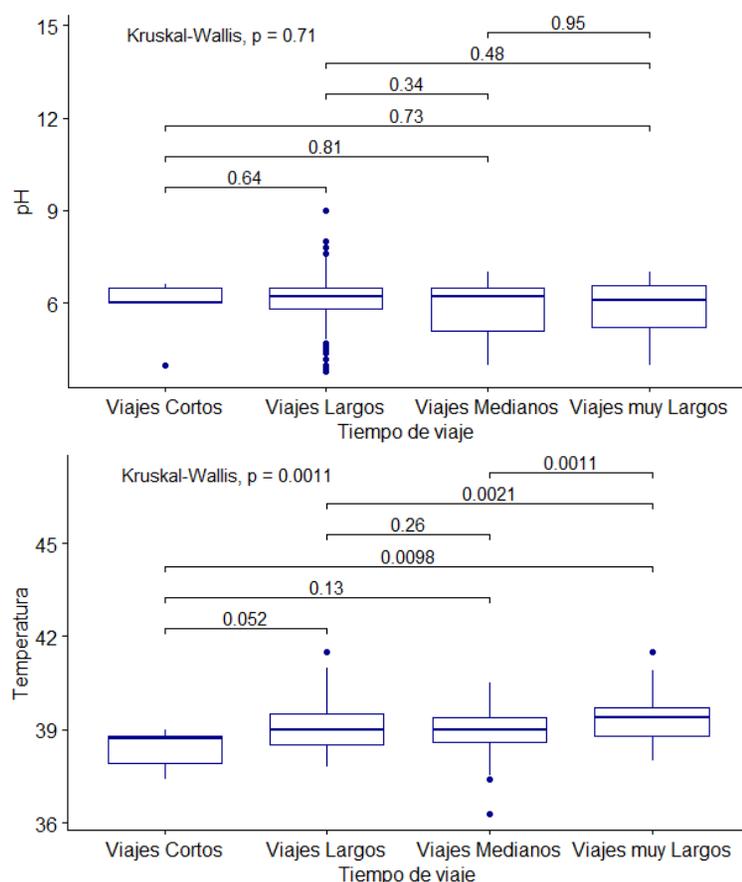
Nota: Fig. 2 A y B. La distribución de bovinos por cada categoría en estudio fue 19 vaconas, 50 vacas, 173 toretes y 363 toros; dando un total de 605 animales categorizados con la nomenclatura internacional dada por la OIE.

Alteraciones del pH y temperatura de la canal frente al tiempo de transporte.

Los tiempos de transporte a los cuales fueron sometidos los animales previos al sacrificio no fueron estadísticamente significativos (p -valor = 0.71 y no causaron alteraciones en el pH de la canal de los semovientes (ver fig. 3A); sin embargo, la temperatura presentó una significancia de p -valor = 0.0011 concluyendo que, a mayores horas de viaje, la temperatura de los bovinos faenados tiende a aumentar (ver fig. 3B). Especialmente se identificó que los bovinos que viajaron

más de 3 horas (viaje corto a mediano) presentan alteraciones en la temperatura de la canal.

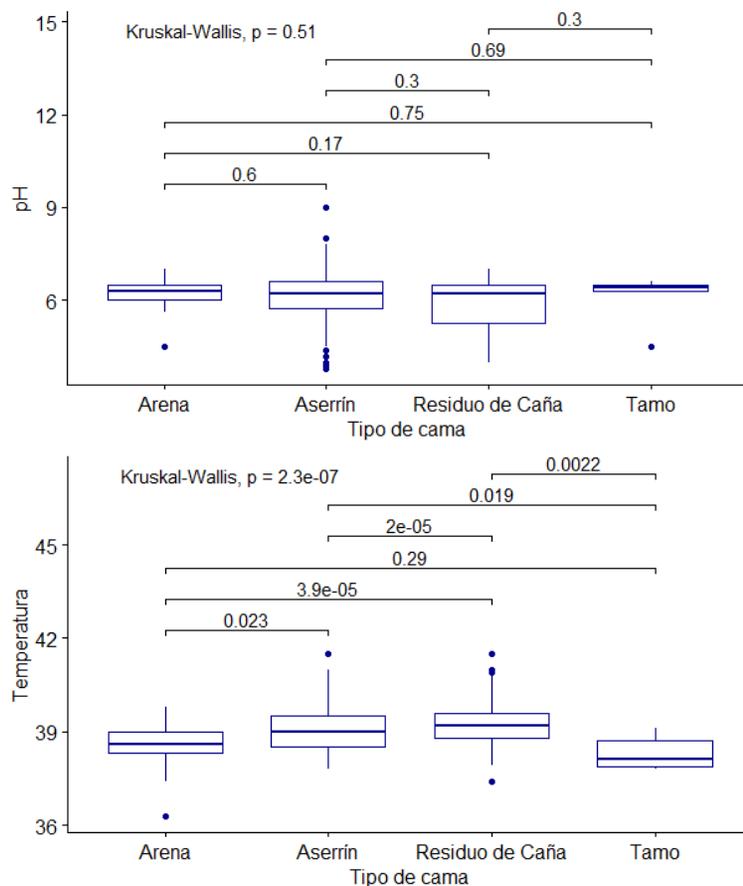
Figura 3 A-B. Distribución de medias del pH y temperatura frente al tiempo de transporte de los animales.



Nota: Fig. 3 A y B. La distribución de individuos por cada tiempo de estudio fue: viajes cortos (5), viaje de corto a mediano (65), viaje de mediano a largo (453) y viajes muy largos (82); dando un total de 605 animales.

Alteraciones del pH y temperatura de la canal frente a los diferentes tipos de cama usados en el transporte.

El pH es un parámetro que demostró no ser alterado por los diferentes tipos de cama usados en el transporte de los animales (p -valor = 0.51); no obstante, la temperatura es una variable que presenta cambios por los diferentes tipos de cama (p -valor $2.3e-7$), en especial dentro de los diferentes tipos de cama estudiados (ver fig. 5B). Cabe destacar que, aunque en el estudio se consideró el transporte de animales sin cama; ninguno de los 605 bovinos estudiados fue transportado sin la misma.

Figura 4 A-B. Distribución de medias del pH y temperatura frente al tipo de cama usada en el transporte de animales.

Nota: Fig. 4 A y B. La distribución de individuos por cada tipo de cama fue: aserrín (370), arena (30), tamo (6) y residuo de caña (199).

Discusión

Loredo-Osti *et al.* (2019) identificaron que el pH bajo es indirectamente proporcional a la presencia de carne DFD; en contraposición, en el presente trabajo se evidenció que las hembras que se encuentran en la categoría de vacas tienden a manifestar un pH de 5.75 de media cuando son sometidas a mezcla de categorías en el transporte, lo cual sugiere que estas carnes con un proceso de maduración de 24h tendrán un pH muy ácido, obteniendo carnes de tipo PSE. Cabe destacar que diversas investigaciones realizan la toma de muestra de pH a las 24h *post-mortem*, lo cual es conocido como pHu (Jorquera-Chavez *et al.*, 2019; McGilchrist *et al.*, 2012; Węglarz, 2010); sin embargo, en la presente investigación se trabajó con el pH a los 15 minutos *post-mortem*, lo cual es un parámetro válido debido a que en los camales ecuatorianos las canales permanecen en los frigoríficos solo 4 o 6 horas máximo, lo que imposibilita la comparación de pH y temperatura en las 24 horas *post-mortem*. En consecuencia, el punto álgido de la investigación fue la falta de tiempo para realizar mediciones subsecuentes hasta las 24 horas *post-mortem*, lo cual

hubiese demostrado los tiempos claves de baja o alza de pH en el músculo dentro de su proceso de maduración. Debido a la importancia del pH y pHu en relación a la calidad (Della Rosa *et al.*, 2019; Pighin *et al.*, 2014) de la carne, es indispensable evitar procesos que afecten las reservas de glucógeno muscular en los animales (Ferguson & Gerrard, 2014; Pighin *et al.*, 2014). Por otra parte, la media de pH de vacas obtenido en nuestro estudio fue de 5.75, mientras el pH normal de un animal recién faenado debe oscilar entre 7.08 a 7.30 con un descenso normal en su pH a las 48 horas hasta 5.5 a 5.7 (Sañudo Astiz, 2008), lo cual se corrobora con lo reportado por Romero and Sánchez (2012) con un pH de 5.6 a 5.8 para un correcto proceso de maduración de la carne. En tal sentido, con un pH bajo obtenido en el presente estudio a 15 minutos *post-mortem* corrobora que los diversos factores asociados al transporte generan estrés en el animal, conllevando a una alteración de pH y afectando de manera directa las propiedades organolépticas de la carne.

Gonzalez-Rivas *et al.* (2020) señalan que el estrés por calor agudo inmediatamente antes del sacrificio estimula la glucogenólisis muscular y puede dar como resultado una carne PSE caracterizada por una baja capacidad de CRA. Por el contrario, los animales sometidos a estrés por calor crónico han reducido las reservas de glucógeno muscular, lo que da como resultado una carne DFD con un alto pH final y un alto CRA; no obstante, en la presente investigación se identificó que los animales sometidos a calor crónico por largas horas de viaje no tuvieron diferencias significativas de pH en la canal. No obstante; se comprobó en la presente investigación que los animales sometidos a más de 3 horas de viaje tendían a aumentar su temperatura *vs* los bovinos que viajaban menos de 3 horas.

Dentro del estudio de los diferentes tipos de cama se evidenció una marcada significancia del residuo de caña frente a los demás tipos de cama analizados; lo cual generó que los animales presenten una mayor temperatura frente a los diferentes grupos, lo cual se asume al grado de humedad más alto que posee el residuo de caña que sumado al calor ambiental genera que la humedad relativa aumente, causando la elevación corporal de la temperatura. De similar forma un estudio realizado por Figueroa *et al.* (2021); (Toscano Miranda *et al.*, 2021) evidencian las propiedades del residuo de caña en la generación de calor cuando se encuentra en grandes cantidades. En estudios previos, se comprobó que este tipo de residuo industrial puede favorecer el crecimiento de agentes microbianos (Crippen *et al.*, 2021; Mthiyane *et al.*, 2001), lo cual sumado al estrés de los animales en el momento del transporte favorece para la aparición del complejo respiratorio bovino (Timsit *et al.*, 2017; Timsit *et al.*, 2018).

Además, se sugiere que el pH y temperatura de los animales pudo haber sido afectado por la condición de los animales faenados, los cuales en su mayoría eran descendientes o cruza de razas cebuínas, lo cual está comprobado tienden a presentar mayor grado de agresividad que animales de razas *Bos Taurus*; lo cual influye directamente en el proceso de embarque y transporte de los animales.

Conclusiones

Para evitar procesos negativos que alteren la calidad de la carne por medio de la alteración del pH se recomienda instaurar procesos en los cuales los animales destinados a faena sean transportados de la manera más adecuada, respetando los periodos de descanso o tiempos máximos de viaje instaurados en los reglamentos nacionales vigentes, no obstante, se hace meritorio e indispensable que los factores como mezcla de categorías bovinas, tipos de cama y tiempo de viaje sean puntos a considerar en la elaboración de manuales nacionales de bienestar animal, debido a la significancia estadística que demuestra que dichos parámetros influyen sobre el pH y temperatura de los animales previos al sacrificio. El pH entre 5.5 y 6 al momento del sacrificio por lo general se mantienen 24h después concluyendo en la presencia de carnes tipos PSE (Cañeque & Sañudo-Astiz, 2005). Por otra parte, se identificó que la temperatura de los animales se eleva entre más horas de viaje presenten (≥ 3), lo que corrobora lo descrito por Schwartzkopf-Genswein *et al.* (2012); Timsit *et al.* (2017)

Se recomienda no usar residuo o afrecho de caña para el transporte de animales en viajes largos debido a la predisposición de generar aumento de la temperatura, los investigadores infieren que dicha alteración podría estar presentándose debido al porcentaje de humedad que tiene dicho residuo agroindustrial, lo cual sumado al calor corporal de los animales y las extensas horas de viaje, facilitan la generación de calor y estrés en los animales.

En las leyes ecuatorianas, específicamente el Manual de procedimientos para la inspección y habilitación de mataderos, expedido por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), en ninguno de los art. del 22 al 35, relacionado a la inspección de los animales a faena, se nombra la toma de temperatura de los animales previo al sacrificio; en reemplazo, se deja abierto en el Art. 30 “...será el Médico Veterinario Inspector quien decida, en base a los exámenes y diagnósticos el destino de los mismos...”; la temperatura de los animales es un signo muy amplio relacionado a enfermedades de decomiso como no; sin embargo, se necesita repotenciar a los camales del país con laboratorios de diagnóstico, para que por medio de la inspección veterinaria y la toma de temperatura se proceda hacer un diagnóstico más acorde y así evitar que bovinos con patologías de decomiso sean faenados; y su carne distribuida para consumo humano (AGROCALIDAD, 2018).

Se recomienda continuar con investigaciones relacionadas a factores intrínsecos y extrínsecos que afecten el pH y temperatura de los músculos de la canal bovina; estudiar variables como la presencia o no de cornamenta en las diferentes categorías bovinas podría arrojar datos interesantes en estudios futuros.

Referencias bibliográficas

AGROCALIDAD. (2018). Manual de procedimientos para la inspección y habilitación de mataderos. I(I), 139. <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/RESOLUCIONES-Y-MANUAL-DE-MATADEROS.pdf>

- Alcalde, M. J., Suárez, M. D., Rodero, E., Álvarez, R., Sáez, M. I., & Martínez, T. F. (2017). Effects of farm management practices and transport duration on stress response and meat quality traits of suckling goat kids. *Animal : an international journal of animal bioscience*, *11*(9), 1626-1635. <https://doi.org/10.1017/S1751731116002858>
- Bethancourt-García, J. A., Vaz, R. Z., Vaz, F. N., Silva, W. B., Pascoal, L. L., Mendonça, F. S., Vara, C. C. d., Nuñez, A. J. C., & Restle, J. (2019, 2019/04/01/). Pre-slaughter factors affecting the incidence of severe bruising in cattle carcasses. *Livestock Science*, *222*, 41-48. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.009>
- Boland, M., Kaur, L., Chian, F. M., & Astruc, T. (2019). Muscle Proteins. In L. Melton, F. Shahidi, & P. Varelis (Eds.), *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp. 164-179). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21602-8>
- Brandt, P., & Aaslyng, M. D. (2015). Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: a review. *Meat Science*, *103*, 13-23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.004>
- Brunel, H. D. S. S., Dallago, B. S. L., de Almeida, A. M. B., de Assis, A. Z., de Bento Calzada, R. J., de Alvarenga, A. B. B., Menezes, A. M., Barbosa, J. P., Lopes, P. R., González, F. H. D., McManus, C., Broom, D., & Bernal, F. E. M. (2018). Hemato-biochemical profile of meat cattle submitted to different types of pre-loading handling and transport times. *International journal of veterinary science and medicine*, *6*(1), 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.04.002>
- Cañeque, V., & Sañudo-Astiz, C. (2005). *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes* (Vol. 3). Ministerio de Educació y Ciencia. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. https://books.google.com.ec/books?id=IHQB_VIVOUEC
- Carrasco-García, A. A., Pardfo-Sedas, V. T., León-Banda, G. G., Ahuja-Aguirre, C., Paredes-Ramos, P., Hernández-Cruz, B. C., & Vega Murillo, V. (2020). Effect of stress during slaughter on carcass characteristics and meat quality in tropical beef cattle. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, *10*.5713/ajas.5719.0804. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0804>
- Chacon, G., Garcia-Belenguer, S., Villarroel, M., & Maria, G. A. (2005). Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, *112*(12), 465-469. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16425633>
- Chambers, P. G., & Temple-Grandin, M. (2001). Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. In G. Heinz & T. Srisuvan (Eds.), *Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del Ganado* (Vol. 1, pp. 196).
- Crippen, T. L., Sheffield, C. L., Singh, B., Byrd, J. A., Beier, R. C., & Anderson, R. C. (2021, 2021/08/01/). Poultry litter and the environment: Microbial profile of litter during successive flock rotations and after spreading on pastureland. *Science of The Total Environment*, *780*, 146413. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146413>
- Dawson, P. L., & Acton, J. C. (2018). 22 - Impact of proteins on food color. In R. Y. Yada (Ed.), *Proteins in Food Processing (Second Edition)* (pp. 599-638). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00023-1>
- De la Sota, M. D. (2005). *Manual de Procedimiento en el transporte de animales* (D. N. d. S. Animal, Ed. Vol. 1). SENASA.
- Della Rosa, M. M., Pavan, E., Maresca, S., Spetter, M., & Ramiro, F. (2019). Performance, carcass and meat quality traits of grazing cattle with different exit velocity %J Animal Production Science. *59*(9), 1752-1761. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/AN18064>

- Dos Santos, V. M., Dallago, B. S. L., Racanicci, A. M. C., Santana, Â. P., & Bernal, F. E. M. (2017). Effects of season and distance during transport on broiler chicken meat. *Poultry science*, 96(12), 4270-4279. <https://doi.org/10.3382/ps/pex282>
- Ferguson, D. M., & Gerrard, D. E. (2014). Regulation of post-mortem glycolysis in ruminant muscle. *Animal Production Science*, 54(4), 464-481. <https://doi.org/10.1071/AN13088>
- Ferreira, G. B., Andrade, C. L., Costa, F., Freitas, M. Q., Silva, T. J. P., & Santos, I. F. (2006, 2006/11/01/). Effects of transport time and rest period on the quality of electrically stimulated male cattle carcasses. *Meat Science*, 74(3), 459-466. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.006>
- Figuroa, A., Derksen, T., Biswas, S., Nazmi, A., Rejmanek, D., Crossley, B., Pandey, P., & Gallardo, R. A. (2021, 2021/03/01/). Persistence of low and highly pathogenic avian influenza virus in reused poultry litter, effects of litter amendment use, and composting temperatures. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(1), 100096. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.09.011>
- Gonzalez-Rivas, P. A., Chauhan, S. S., Ha, M., Fegan, N., Dunshea, F. R., & Warner, R. D. (2020, 2020/04/01/). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*, 162, 108025. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108025>
- Honkavaara, M., Rintasalo, E., Ylönen, J., & Pudas, T. (2003, 2003/03/). Meat quality and transport stress of cattle. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 110(3), 125-128. <http://europepmc.org/abstract/MED/12731114>
- Huertas, S. M., van Eerdenburg, F., Gil, A., & Piaggio, J. (2015). Prevalence of carcass bruises as an indicator of welfare in beef cattle and the relation to the economic impact. *Veterinary medicine and science*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1002/vms3.2>
- Jorquera-Chavez, M., Fuentes, S., Dunshea, F. R., Jongman, E. C., & Warner, R. D. (2019, 2019/10/01/). Computer vision and remote sensing to assess physiological responses of cattle to pre-slaughter stress, and its impact on beef quality: A review. *Meat Science*, 156, 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.007>
- Loredo-Osti, J., Sánchez-López, E., Barreras-Serrano, A., Figuroa-Saavedra, F., Pérez-Linares, C., Ruiz-Albarrán, M., & Domínguez-Muñoz, M. Á. (2019, 2019/04/01/). An evaluation of environmental, intrinsic and pre- and post-slaughter risk factors associated to dark-cutting beef in a Federal Inspected Type slaughter plant. *Meat Science*, 150, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.007>
- McGilchrist, P., Alston, C. L., Gardner, G. E., Thomson, K. L., & Pethick, D. W. (2012, Dec). Beef carcasses with larger eye muscle areas, lower ossification scores and improved nutrition have a lower incidence of dark cutting. *Meat Sci*, 92(4), 474-480. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.014>
- McNally, P. W., & Warriss, P. D. (1996, Feb 10). Recent bruising in cattle at abattoirs. *Vet Rec*, 138(6), 126-128. <https://doi.org/10.1136/vr.138.6.126>
- Mthiyane, D. M. N., Nsahlai, I. V., & Bonsi, M. L. K. (2001, 2001/12/13/). The nutritional composition, fermentation characteristics, in sacco degradation and fungal pathogen dynamics of sugarcane tops ensiled with broiler litter with or without water. *Animal Feed Science and Technology*, 94(3), 171-185. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00311-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00311-X)

- Nanni Costa, L., Lo Fiego, D., Tassone, F., & Russo, V. (2006, 08/01). The Relationship Between Carcass Bruising in Bulls and Behaviour Observed During Pre-slaughter Phases. *Veterinary Research Communications*, 30, 379-381. <https://doi.org/10.1007/s11259-006-0086-9>
- Pighin, D., Brown, W., Ferguson, D., Fisher, A., & Warner, R. (2014, 03/17). Relationship between changes in core body temperature in lambs and post-slaughter muscle glycogen content and dark-cutting. *Animal Production Science*, 54, 459-463. <https://doi.org/10.1071/AN12379>
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.21897/rmvz.264>
- Sañudo Astiz, C. (2008). *Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil.
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L. A., & Crowe, T. G. (2012, 2012/11/01/). Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. *Meat Science*, 92(3), 227-243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.010>
- SENASA. (2015). *Resolución 97-1999-SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria*. Retrieved 07/03/2020 from <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-97-1999-senasa-servicio-nacional-de-sanidad-y-calidad-agroalimentaria>
- Strappini, A. C., Metz, J. H., Gallo, C. B., & Kemp, B. (2009, May). Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, 3(5), 728-736. <https://doi.org/10.1017/s1751731109004091>
- Timsit, E., Hallewell, J., Booker, C., Tison, N., Amat, S., & Alexander, T. W. (2017, 2017/09/01/). Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, and *Histophilus somni* isolated from the lower respiratory tract of healthy feedlot cattle and those diagnosed with bovine respiratory disease. *Veterinary Microbiology*, 208, 118-125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2017.07.013>
- Timsit, E., Workentine, M., van der Meer, F., & Alexander, T. (2018, 2018/07/01/). Distinct bacterial metacommunities inhabit the upper and lower respiratory tracts of healthy feedlot cattle and those diagnosed with bronchopneumonia. *Veterinary Microbiology*, 221, 105-113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.06.007>
- Toscano Miranda, N., Lopes Motta, I., Maciel Filho, R., & Wolf Maciel, M. R. (2021, 2021/10/01/). Sugarcane bagasse pyrolysis: A review of operating conditions and products properties. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149, 111394. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111394>
- Trevisan, L., & Brum, J. S. (2020). Incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork meat in reason of extrinsic stress factors. *An Acad Bras Cienc*, 92(3), e20190086. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190086>
- Van Ba, H., Seo, H.-W., Pil-Nam, S., Kim, Y.-S., Park, B. Y., Moon, S.-S., Kang, S.-J., Choi, Y.-M., & Kim, J.-H. (2018, 2018/03/01/). The effects of pre-and post-slaughter spray application with organic acids on microbial population reductions on beef carcasses. *Meat Science*, 137, 16-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.006>
- Van Beers, R., Kokawa, M., Aernouts, B., Watté, R., De Smet, S., & Saeys, W. (2018, 2018/02/01/). Evolution of the bulk optical properties of bovine muscles during wet aging. *Meat Science*, 136, 50-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.10.010>

- Węglarz, A. (2010, 12/01). Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 548-556. <https://doi.org/10.17221/2520-CJAS>
- Wigham, E. E., Butterworth, A., & Wotton, S. (2018, 2018/11/01/). Assessing cattle welfare at slaughter – Why is it important and what challenges are faced? *Meat Science*, 145, 171-177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.010>