InVet. 2017, 19 (1-2): 29-38
ISSN 1514-6634 (impreso)
ISSN 1668-3498 (en línea)

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de las contusiones y del pH en canales bovinas en un matadero de la provincia de Santa Fe

Evaluation of bruises and ph values of bovine carcasses in a slaughterhouse of Santa Fe province

Tuninetti, N.[1]; Blainq, L.[1] & Otero, J.L.[1]

[1] Departamento de Salud Pública. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

RESUMEN

Las contusiones tienen un impacto negativo sobre la calidad de la carne y son una fuente importante de información sobre el bienestar animal. Las contusiones reflejan fallas en las prácticas de manejo, diseño incorrecto de las instalaciones o falta de formación del personal. La carne de pH elevado es el resultado de una depleción del glucógeno antes de la matanza y la consecuente inhabilidad para acumular ácido láctico. Esta carne tiene apariencia seca, firme y oscura (DFD= dark, firm, dry), es menos tierna, tiene defectos de palatabilidad, es poco apreciada por el consumidor y facilita el desarrollo de microorganismos. Se estudió la presencia de contusiones en las canales bovinas y los aspectos relacionados con alteraciones en la calidad de la carne, como el pH elevado. Se observaron las contusiones en 300 canales pertenecientes en su mayoría a la categoría de novillos. Se determinó el pH en el músculo *Longissimus dorsi* a nivel lumbar a las 24 horas posteriores a la faena. Más del 99 % de las canales presentaron al menos una contusión. El número promedio de lesiones por canal fue de 7,39, y el 69% de las canales tenían al menos 6 contusiones. El 89.8% de las contusiones tenían forma irregular. El 88.3% correspondieron al color rosadas-rojas. Las lesiones con un tamaño de 8-16 cm fueron las que mayormente se encontraron. Más del 90% de ellas fue de grado 1 o poco profundas. Se observó un predominio de lesiones en la zona de la paleta (46,5%); el resto se ubicó en la zona costo-abdominal (26,1%), en la pierna (19,9%) y en el lomo (7,5%). El promedio de los valores de pH fue 5.59 ± 0,29. El 83.3% de los animales muestreados poseían un pH menor o igual a 5.79; el 11,7 % tenían un pH en el rango 5.80- 5.99; y el restante 5% se hallaron por encima del pH 6. Nuestros resultados sugieren que existen problemas serios de manejo que podrían afectar al bienestar animal y a la calidad de las canales. Los datos sugieren que es en los momentos posteriores a la salida de los animales del establecimiento productor donde se ocasionan la mayoría de las contusiones. El prolongado tiempo de descanso parece ser un punto crítico en nuestro trabajo, tanto en cuanto a la producción de contusiones como a la presencia de carne de pH elevado.

Palabras claves: (contusiones), (pH), (canales), (bovinos).

Correspondencia e-mail: José Otero jotero@fcv.unl.edu.ar
Recibido: 18-04-2017
Aceptado: 31-03-2018

ABSTRACT

Bruises cause major economic losses in the bovine industry as they negatively impact on meat quality and they are important sources of information on animal welfare. Moreover, they reflect flaws in management practices, poor infrastructure design and unskilled personnel. Meat with high pH values results from glycogen repletion prior to slaughter and the consequent inability to accumulate lactic acid. As regards its appearance, it is dark, firm and dry (DFD) and less soft. It also has palatability defects and it facilitates the development of microorganisms, thus being little appreciated by consumers. The presence of bruises and the aspects related to alterations in meat quality, such as high pH, were observed in 300 bovine carcasses, mostly heifers. In the lumbar region of the *Longissimus dorsi* muscle, pH was determined 24 h after slaughter. Over 99% of the carcasses showed at least one bruise, the average number of bruises per carcass was 7.39 and a 69% of the carcasses had at least six bruises. An 89.8% of the bruises had irregular form and an 88.3% a rose-red color. Bruises sized 8-16 cm were the most commonly found. Over 90% of the bruises were grade one or superficial. There was a prevalence of bruises on the plate (46.5%), and the rest were observed on ribs and abdomen (26.1%), on legs (19.9%) and on the back (7.5%). There was a higher number of lesions in adult animals than in young ones, and in female and castrated animals than in male intact animals. The average range of pH values was 5.59 ± 0,29. An 83.3% of the sampled animals had a pH below or equal to 5.79, an 11.7% had a pH in a range between 5.80 and 5.99 and the remaining 5% were above pH 6. Our results suggest that there are serious management problems affecting animal welfare and carcass quality, indicating that most bruises take place after animals leave production establishments. A prolonged resting time appears to be a critical issue in our study as regards bruising and high meat pH. It is necessary that both authorities and also the personnel in companies become aware of the importance of improving abattoir infrastructure, training personnel and applying proper animal welfare norms in order to minimize animal and carcass damage that result from bruising.

Key words: (bruise), (pH), (carcass), (bovine)

INTRODUCCIÓN

Una contusión es una injuria traumática con ruptura del lecho vascular y acumulación de sangre y suero en el tejido afectado, que se desarrolla luego de la aplicación de fuerza, usualmente con un objeto romo, suficiente para afectar a los vasos sanguíneos[7, 22, 25].

Hay una fuerte asociación entre el bienestar animal, el estrés, las lesiones de la canal y la calidad de la carne[12, 25].

Las contusiones pueden ocurrir en cualquier punto de la cadena de la carne, incluyendo la carga en el establecimiento, el transporte, la descarga y descanso en matadero, e incluso durante el procedimiento de insensibilización[25, 26]. También el tiempo de descanso en corrales puede afectar el nivel de contusiones. Un mayor tiempo permite la interacción y la presencia de comportamiento agonista en los animales, y consecuentemente el incremento de las contusiones[19].

Las contusiones son lesiones subcutáneas que puede variar en número, distribución, severidad, extensión, color y forma[23]. La forma de la contusiones está a menudo directamente asociado con el evento causante.

El pH de la carne tiene gran importancia en cuanto a las características organolépticas de ésta y a su aptitud para la transformación en otros productos procesados, ya que tiene una influencia directa o indirecta sobre el color, la terneza, el sabor, la capacidad de fijación de agua y la conservación[5]. La carne de buena calidad tiene un pH último (pH a las 24 horas post mortem) de aproximadamente 5,5[11].

La carne de pH alto es el resultado de una depleción del glucógeno antes de la matanza

y la consecuente inhabilidad para acumular ácido láctico[5,26,28]. Esta depleción del glucógeno se debe a la fatiga física sufrida antes de la matanza y causada por transporte prolongado o por luchas y montas, al estrés emocional debido al reagrupamiento y mezcla entre animales[3,10,28], y al manejo inadecuado durante la carga y la descarga[27]. Puede deberse también a temperaturas extremas o a fluctuaciones de temperatura durante 24-72 horas ante-mortem o al uso excesivo de promotores del crecimiento[10,11,26]. Esa carne tiene apariencia seca, firme y oscura (DFD= dark, firm, dry), es menos tierna, tiene defectos de palatabilidad, es poco apreciada por el consumidor y facilita el desarrollo de microorganismos[10,28]. Por otra parte, hay una correlación positiva entre el incremento en contusiones en las canales y el aumento del pH final de la carne[4,12].

Se estudió la presencia de contusiones en las canales bovinas y los aspectos relacionados con alteraciones en la calidad de la carne, como el pH y la presencia de corte oscuro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento matadero frigorífico categoría A según el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA)[21], situado en la provincia de Santa Fe, República Argentina. El ensayo se realizó durante las cuatro estaciones del año 2014.

Se analizaron las canales de 300 animales vacunos, pertenecientes a las razas sintéticas Brangus (Brahman x Angus) y Bradford (Brahman x Hereford). De ellos 235 (78,3%) pertenecieron a la categoría novillo destinados a la obtención de cortes enfriados para abastecimiento del mercado europeo, y 20 (6.7%) correspondieron a la categoría novillitos. El resto fueron 20 machos enteros jóvenes, 9 vaquillonas y 16 vacas. Con lo cual la mayoría de los animales muestreados pueden considerarse como destinados al consumo directo, sin elaboración. El peso promedio de los animales fue de 488,6±48 kg.

Los animales fueron transportados en camiones en tropas de 29±13 animales por camión. La distancia recorrida durante el viaje desde el origen de los animales varió entre 50 y 360 km, con un promedio de 195±101 km. Los animales arribaron en horas de la tarde, fueron descargados mediante el empleo de una rampa de mampostería con rejilla de hierro antideslizante y pendiente de 25 grados y alojados en corrales individuales para cada tropa, conservando el mismo grupo de origen del transporte, con techo y disponibilidad de agua potable *ad libitum.* La densidad de corrales fue 2 a 2,5 mts2 por animal, y la estadía promedio en la planta fue de 34,6±13h.

La insensibilización se realizó mediante un noqueador neumático perforante y el sacrificio por sangrado por incisión de los grandes vasos del tórax a nivel del tronco braquiocefálico. La faena se efectuó según normas establecidas por el SENASA (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1968)[21].

Se observaron y caracterizaron las contusiones en las canales y se midió el pH. Ambas determinaciones se hicieron a las 24 horas post faena.

Para el registro de las contusiones se utilizó una planilla ad-hoc adaptada de Sandström (2009)[20]. Se consideraron como contusiones las lesiones traumáticas con ruptura de los vasos sanguíneos y acumulación de sangre y suero, sin discontinuidad cutánea[22]. De cada contusión se evaluó visualmente: a) forma; b) color; c) tamaño; d) severidad; e) profundidad; f) localización anatómica; y g) número. La evaluación se efectuó por los mismos observadores (dos veterinarios) entrenados.

Se clasificaron según la forma en circulares, lineales, puntilladas, paralelas o "vías de tren" e irregulares. Para determinar la edad de la contusión según el color se siguió el siguiente criterio: a) rosada o roja: contusión fresca; b) rojo oscuro o azulada: antigua; c) amarillenta o naranja: muy antigua. Este método es estimativo y no muy fiable, debido a que es difícil distinguir las lesiones de color rojo brillantes de las de color rojo oscuro, debido en parte a la distinta contribución a las mismas de la sangre arterial y de la venosa[27]. Sin embargo, es el único método disponible para efectuar la evaluación de la edad por apreciación visual.

Para la evaluación de la severidad de las lesiones se utilizó el sistema australiano de valoración de contusiones (Australian Carcass Bruises Scoring System o ACBSS)[2], adaptado por Jarvis y col.[9], que clasifica la severidad de las contusiones de acuerdo a su superficie y registra todas las lesiones. La severidad de las contusiones de las canales es registrada y clasificada en cuatro categorías básicas de acuerdo al área de la contusión: a) escasa, <2 cm; b) leve, 2-7,99 cm; c) media, 8-15,99 cm; y d) severa, igual o mayor a 16 cm.

Para evaluar la profundidad de las lesiones se utilizó el método del Instituto Nacional de Normalización de Chile[8,25]. Contusión de primer grado o 1: son aquellas que afectan el tejido subcutáneo alcanzando hasta las aponeurosis musculares superficiales, provocando allí lesiones poco apreciables. Contusiones de segundo grado o 2: son aquellas que han alcanzado el tejido muscular, lesionándolo en mayor o menor profundidad y extensión. Contusiones de tercer grado o 3: son las que comprometen tejido óseo; el tejido muscular aparece friable con gran exudación serosa y normalmente con fractura de los huesos de la zona afectada.

Para determinar la ubicación anatómica de la contusión, se individualizaron 4 regiones anatómicas y se registró la ubicación de la lesión de acuerdo a esto: pierna, paleta, lomo y tórax-abdomen (fig.1).

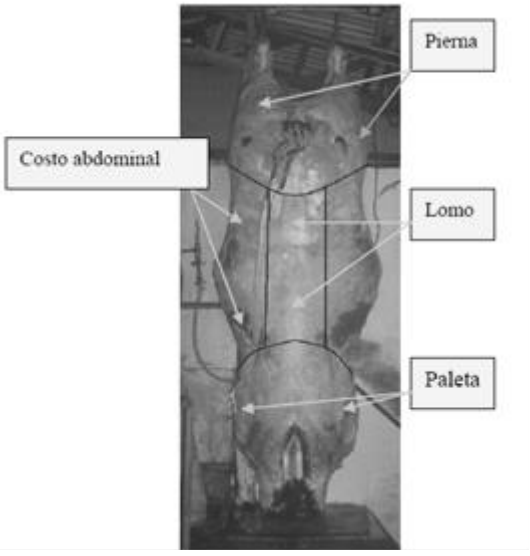

Figura 1. Regiones en las cuales se dividió la canal

La medición del pH se realizó con un pHmetro portátil con electrodo de penetración (Hanna HI 99163, HANNA Instruments®, USA). La medida se realizó en el músculo *longissimus dorsi* a nivel lumbar, entre la L4 y la L5. Se consideró que la canal tenía un pH elevado a las 24 horas, probablemente corte oscuro, cuando ese valor era superior o igual a 6, y en riesgo de serlo cuando el pH era ≥ 5,8.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo (media y desvío estándar) para estimar la frecuencia de presentación de canales con valores de pH elevados (corte oscuro), la frecuencia de presentación de contusiones en las canales y la frecuencia de las contusiones según su tamaño, forma, patrón, color, severidad y localización anatómica.

RESULTADOS

Solamente una canal no presentó lesiones, con lo cual en más del 99% de las canales había al menos una contusión. El número promedio de lesiones por canal fue de 7,39, con un mínimo de 1 y un máximo de 14. Las mayores frecuencias de lesiones por canal se presentaron en el rango de 6 a 8, y el 69% de las canales tenían al menos 6 contusiones (gráfico 1).

Con respecto a la forma de las lesiones, se observa que de 2209 lesiones, 1984 (89.8%) corresponden a la forma irregular (Tabla 1) y 1951 (88.3%) fueron de color rosadas-rojas (Tabla 2). Las lesiones con un tamaño de 8-15.99 cm fueron las que mayormente se encontraron y más del 90% de las lesiones fueron de grado 1 o poco profundas (Tablas 3 y 4). En cuanto a la localización, se observó un 46,5% (1027) de las lesiones presentes en la zona de la paleta (Tabla 5). El resto se ubicó en la zona costo-abdominal (26,1%), en la pierna (19,9 %) y en el lomo (7,5 %).

El promedio de los valores de pH fue 5.59 ± 0,29, y los valores máximo y mínimo correspondieron a 6.61 y 4.89, respectivamente. El 83.3% (250) de los animales muestreados poseían un pH menor o igual a 5.79; el 11,7% (35) tenían un pH en el rango 5.80-5.99; y el restante 5% (15) se hallaron por encima del pH 6 (Tabla 6).

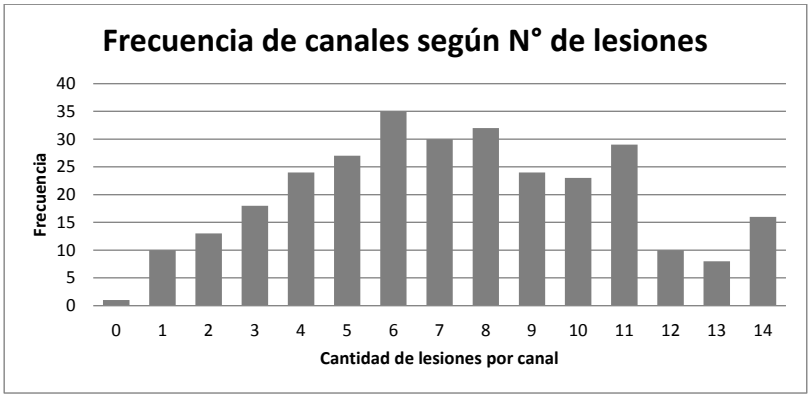

Gráfico 1. Frecuencia de distribución de canales según N° de lesiones.

Forma	Nro. de lesiones	Porcentaje (%)
Irregular	1984	89,8 %
Circular	138	6,2 %
Lineal	29	1,3 %
Puntillada	40	1,8 %
Paralela	18	0,8 %
Total	**2209**	**100 %**

Tabla 1. Frecuencia de lesiones según su forma

Color	Nro. de lesiones	Porcentaje (%)
Rosadas-rojas	1951	88,3
Azuladas	232	10,5
Amarillentas	26	1,2
Total	**2209**	**100**

Tabla 2. Color de las lesiones

Severidad (cm)	Nro. de lesiones	Porcentaje (%)
< 2	253	11,5
2 – 7,99	637	28,8
8 – 15,99	744	33,7
≥ 16	575	26,0
Total	**2209**	**100**

Tabla 3. Severidad de las lesiones

Profundidad	Nro. de lesiones	Porcentaje (%)
1er. grado	2010	91,0
2do. grado	199	9,0
3er. grado	0	0,0
Total	**2209**	**100**

Tabla 4. Profundidad de las lesiones

Localización	Nro. de lesiones	Porcentaje (%)
Paleta	1027	46,5
Costo abdominal	577	26,1
Pierna	440	19,9
Lomo	165	7,5
Total	**2209**	**100**

Tabla 5. Localización de las lesiones

Intervalo pH	Nro. de canales	Porcentaje (%)
≤ 5,79	250	83,3
5,80 – 5,99	35	11,7
6,00 – 6,19	8	2,7
≥ 6,20	7	2,3
Total	**300**	**100**

Tabla 6. Valores de pH obtenidos a las 24 h post-morten *(pH 24)*

DISCUSIÓN

En las 300 canales observadas se registró un total de 2209 contusiones, con una prevalencia de canales afectadas mayor al 99%. Dicha prevalencia fue similar a los valores de 97%, 92,2%, 92% y 91,9% hallados por Jarvis y col.[9], Strappini y col[23], Miranda-de la Lama y col.[13] y Romero y col.[18], respectivamente. La media de contusiones por canal (7,36) fue también elevada, mayor al valor de 5 contusiones por canal hallado por Jarvis y col.[9] y muy por encima de los valores de 2,5 a 3,8, 2,71 a 3,3 y 2,1 informados por Romero y col. [18], Strappini

y col.[23], y Strappini y col.[24], respectivamente. Casi el 70% de los animales presentaba 6 o más lesiones.

Las diferencias en prevalencia y número de lesiones por canal entre distintos autores y países probablemente se deba a diferentes políticas gubernamentales tendientes a la aplicación de sistemas de control y auditorías de bienestar animal, a la introducción de prácticas de manejo que minimizan los daños en las canales, a mejoras en las instalaciones y a mejor adiestramiento del personal[13]. Otros factores influyen también: las diferencias entre animales criados en forma extensiva y en feedlots en cuanto al contacto previo con humanos, el método para registrar las contusiones, las condiciones en que éstas se han registrado y el entrenamiento del observador y las diferencias en temperamento entre *Bos indicus* y *Bos Taurus*[7].

Casi el 90% de las contusiones eran de forma irregular. Esto coincide con lo informado por Jarvis y col.[9] y por Romero y col.[18]. Este tipo de contusiones no responde a una causa conocida, como palos, picanas o cornadas, y pueden deberse a golpes en general contra las estructuras de las instalaciones y contra otros animales.

En cuanto al color de las contusiones, se encontró que más del 88% eran rosadas-rojas que indican contusiones frescas, producidas en las últimas 24 horas del animal, probablemente causadas durante el transporte, la descarga o el encierro en corrales[23]. Estas contusiones pueden ser el resultado de las interacciones humanos-animal durante la carga y descarga de los animales, de traumatismos producidos en las interacciones animal-animal durante el encierro y de golpes contra las instalaciones, principalmente en el cajón de aturdimiento[24].

En casi el 50% de las canales las contusiones se asentaron en las paletas. Strappini y col.[23] también reportaron la mayor proporción de contusiones en el cuarto delantero. La presencia de contusiones en esta zona puede significar que los animales chocaron con las puertas, los corrales y otras estructuras, ya sea en el lugar de origen, en los camiones o en el mismo matadero. También pueden deberse al método de manejo de los animales, la falta de mantenimiento de los camiones, particularmente de sus puertas y rodillos, y a la falla en la abertura de las puertas en general, especialmente cuando los animales son conducidos en forma acelerada y poco cuidadosa. Además esta zona puede verse comprometida por los topetazos o golpes de los otros animales[3].

La frecuencia de contusiones en el lomo fue baja, lo cual no coincide con lo hallado por otros autores[12,14,24], quienes reportaron una alta incidencia de contusiones el lomo y espalda. Este dato es llamativo, dado que este tipo de contusiones se producen mayormente por los golpes dados por la puerta guillotina del cajón de noqueo, una causa frecuente de las mismas[24].

Con respecto a la severidad, se observó que casi el 60% de las lesiones medían de 8 a más de 16 cm. Este dato coincide con lo reportado por Miranda-de la Lama y col.[13], quienes hallaron que un 72% de las contusiones medían de 6 a 10 cm y un 5% más de 10 cm de diámetro. Estas contusiones de gran extensión comprometen la calidad de las canales, afectan negativamente la tipificación de éstas y disminuyen la calidad de los cortes cárnicos[5].

En cuanto a la profundidad, más del 90% de las contusiones fueron de primer grado y solo afectaron a las estructuras superficiales como el subcutáneo, la grasa y aponeurosis de los músculos. Las contusiones de grado 2 fueron muy poco frecuentes y no se hallaron contusiones de grado 3. Estos datos coinciden con lo informado por otros autores[7,13,15,17,18,22,23], quienes hallaron una mayor prevalencia de contusiones de grado 1. La profundidad de las lesiones depende de la fuerza aplicada y del grosor y la densidad del tejido afectado[23]. Probablemente sean los golpes con las instalaciones y con otros animales, más que las caídas bruscas o los traumatismos violentos, las causas de estas contusiones superficiales. Es probable también que este tipo de contusiones estén relacionadas con maniobras que aunque no afectan severamente la calidad de la canal, comprometen al bienestar animal.

Nuestros resultados indican un número inaceptable de lesiones, especialmente porque a diferencia de algunos trabajos que reportan altas frecuencias, se trata de animales *Bos taurus* y no *Bos indicus*, mucho menos excitables y agresivos. Esta alta frecuencia podría ser explicada en parte por las condiciones del transporte, incluyendo las malas condiciones de los vehículos y la presencia de puertas tipo guillotina en ellos, la carga y descarga, el mal estado de las carreteras, las deficiencias en las instalaciones y los serios errores del manejo previo al sacrificio, incluyendo el uso de palos o picanas eléctricas[6].

Los riesgos relativos al transporte (densidad de carga, animales caídos), y los factores relacionados a la estancia en corrales (rampa de desembarco, movimiento de los animales, tamaño de los corrales y temperatura mínima) contribuyen a la presencia de contusiones. También lo hacen tanto la descarga lenta como la apresurada[14].

Las contusiones son dolorosas y causadas por situaciones estresantes, lo cual tiene un efecto perjudicial para el bienestar de los animales en las últimas horas de vida. Además están asociadas con la subsecuente aparición de carnes duras, firmes y oscuras[7].

Con respecto al ***pH 24 hs postmorten***, se encontró que un 5% presentó un pH ≥6 o carne considerada como DFD, mientras que un 11,7% de los animales presentaron un pH 5,80-5,99, en zona de riesgo de ser considerada carne DFD. Estos valores son similares al 8,15 % de carnes DFD hallado por Perez Linares y col.[16]. Otros autores[19] han encontrado que el 37,3 % de las canales presentaron valores de pH superiores a 5,8, o que un 51,1% y un 63,1% de los animales presentaron pH ≥6[27].

La carne vacuna con un pH superior a 6 a las 24 h post faena representa un problema de calidad, es indeseable para el consumo humano y causa importantes pérdidas económicas a la industria[10] (Mach y col., 2008). Romero y col.[19] y Vimiso y Muchenje[27] hallaron una correlación positiva entre el pH último y la presencia de contusiones. En forma similar, McNally y Warris[12] reportaron que el 48% de las canales contusiones presentaron valores de pH mayores a 5,8.

No es fácil establecer claramente en qué momento de la cadena de acontecimientos durante las últimas horas del animal se producen las contusiones. Pero los datos sugieren que es en los momentos posteriores a la salida de los animales del establecimiento productor donde se ocasionan la mayoría de las contusiones. La densidad de carga en el camión, tanto las altas como las bajas, las paradas durante el viaje y el tiempo de descanso en los corrales del matadero pueden incrementar el riego de contusiones en las canales[19]. El prolongado tiempo de descanso incrementa la frecuencia de contusiones[14], y en ese sentido parece ser un punto crítico en nuestro trabajo, en el cual el tiempo promedio de descanso superó las 30 horas. Un tiempo de reposo prolongado aumenta la interacción antagonista entre los animales y consecuentemente incrementa el riesgo de contusiones[14]. El mismo tiempo de descanso prolongado puede ser una causa de pH elevado en la carne[1].

CONCLUSIONES

El tipo de contusiones encontradas en este trabajo, mayormente recientes, superficiales e irregulares, significan un problema de errores de manejo en los momentos previos a la faena que podrían afectar al bienestar animal. Casi un 17% de los animales presentaron carne con pH alto, lo cual puede significar rechazo de los consumidores por el color oscuro, inconvenientes en la elaboración de productos crudos o una mayor probabilidad de desarrollo microbiano. Es necesario que tanto las autoridades como el personal de las empresas involucradas en la cadena de valor de la carne tomen conciencia de la importancia que tiene la mejora de las instalaciones de los mataderos, la formación de su personal y aplicación de normas correctas de manejo animal, a fin de evitar la presencia de contusiones.

Es necesario un mayor número de estudios a nivel de establecimientos productores, transportes e industria a fin de minimizar la

frecuencia de la presencia de contusiones en las canales y los probables problemas de bienestar animal.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio pudo realizarse gracias al soporte económico proporcionado por la Universidad Nacional del Litoral, Argentina, en el marco de la convocatoria de proyectos CAI+D 2011.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amtmann, VA.; Gallo, C.; van Schaik, G.; Tadich, N. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch. Med. Vet.* 2006; 38 (3) 259-264.

2. Anderson, B. The Australian carcase bruise scoring system. Proc. *Aust. So. Anim. Prod.* 1978; 12: 242.

3. Blackshaw, JS., Blackshaw, A. W., & Kusano, T. Cattle behaviour in a saleyard and its potential to cause bruising. *Aust. J Exp. Agric.* 1987; 27, 753–757.

4. Cruz-Monterrosa, RG.; Reséndiz-Cruz, V.; Rayas-Amor, AA.; López, M.; Miranda-de la Lama, GC. Bruises in beef cattle at slaughter in Mexico: implications on quality, safety and shelf life of the meat. *Trop. Anim. Health Prod.* 2016. doi:10.1007/s11250-016-1173-8

5. Gallo, C.; Tadich. N. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-Ciencia* 2005; 21(2): 37-49.

6. Huertas , SM.; Gil, AD.; Piaggio, JM.; van Eedenburg, FJCM. Transportation of beef cattle to slaughterhouses and how this relates to animal welfare and carcase bruising in an extensive production system. *Anim. Welf.* 2010; 19: 281-285.

7. Huertas, SM.; van Eerdenburg, F.; Gil, A.; Piaggio, J. Prevalence of carcass bruises as an indicator of welfare in beef cattle and the relation to the economic impact. *Vet. Med. Sci.* 2015; 1: 9-15.

8. Instituto Nacional de Normalización, Chile (INN). Norma Chilena Oficial NCh. 1306, Of. 02. Canales de Bovino – Definiciones y tipificación. 2002.

9. Jarvis, AM.; Selkirk, L.; Cockram, MS. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livest. Prod. Sci.* 1995; 43: 215-224.

10. Mach, N.; Bach, A.; Velarde, A.; Devant, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Sci.* 2008; 78: 232-238.

11. María, GA. Meat Quality. In: Long distance transport and welfare of farm animals. Appleby, M. C.; Cussen, V.; Garces, L.; Lambert, L; and J. Turner (Eds.). 2008. CABI; Wallingford, 480 p.

12. Mc Nally, PW; Warriss. PD. Recent bruising in cattle at abattoirs. *Vet. Rec.* 1996; 138: 126-128.

13. Miranda-de la Lama, GC.; Leyva, IG.; BarrerasSerrano, A. *et al.* Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 2012; 44: 497–504.

14. Nanni Costa, LN.; Lo Fiego, DP.; Tassone, F. Relationship between pre-slaughter handling and carcasses bruising in calves. *Ital. J Anim. Sci.* 2005; 4 (Suppl 2) 257-259.

15. Nanni Costa, L.; Lo Fiego, DP.; Tassone, F.; Russo, V. The relationship between carcass bruising in bulls and behaviour observed during pre-slaughter phases. *Vet. Res. Commun.* 2006; 30 (Suppl. 1): 379-381.

16. Perez Linares, C.; Figueroa Saavedra, F.; Barreras Serrano, A. Relationship between management factors and the occurrence of DFD meat in cattle. *J Anim. Vet. Adv.* 2006; 5: 578-581.

17. Romero MH.; Gutiérrez, C.; Sánchez, JA. Evaluation of bruises as an animal welfare indicator during preslaughter of beef cattle. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 2012; 25: 267-275.

18. Romero MH.; Uribe-Velásquez, JA.; Sánchez, JA. Efecto del manejo pre sacrificio sobre las características de las contusiones en las canales bovinas en dos plantas de sacrificio colombianas. *Vet. Zootec.* 2014; 8(1): 1-16.

19. Romero, MH.; Uribe-Velásquez, LF.; Sánchez, JA.; Miranda-de la Lama, GC. Risk factor influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle

carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *Meat Sci.* 2013; 95: 256-263.

20. Sandström, V. Development of a monitoring system for the assessment of cattle welfare in abattoirs. Student report 293 2009. Swedish University of Agricultural Science.

21. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Decreto 4238/68. 1968. Reglamento de Inspección de Productos. Subproductos y Derivados de Origen Animal, 361 p.

22. Strappini, AC.; Frankena, F.; Metz, JHM.; Gallo, CB.; Kemp, B. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. Meat Sci. 2010; 86: 859-864.

23. Strappini, AC.; Frankena, K.; Metz, JHM.; Gallo, C.; Kemp, B. Characteristics of bruises in carcasses of cows sourced from farms or from livestock markets. *Animal* 2011; 6(3): 502-509.

24. Strappini, AC.; Metz, JHM.; Gallo, C.; et al. Bruises in culled cows: when, where and how are they inflicted?. *Animal* 2013; 7(3): 485-491.

25. Strappini, AC.; Metz, JHM.; Gallo, CB.; Kemp, B. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal* 2009; 3(5): 728-736.

26. Tarrant, V.; Grandin, T. Cattle transport. In: Grandin, T. (Ed.). Livestock Handling and Transport, 2nd edn. CABI Publishing, Oxfordshire, 2000.

27. Vimiso P.; Muchenje. V. A survey on the effect of transport method on bruises, pH and colour of meat from cattle slaughtered at a South African commercial abattoir. *S. Afr. J Anim. Sci.,* 2013; 43(No. 1): 105-111.

28. Warris, P.D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcasses and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1990; 28: 171-186.