

Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento en canal y el pH en canales bovinas*

Katerinne Quiroz Osorio**, Diego Alonso Restrepo Molina***, Rolando Barahona Rosales****

Resumen

Introducción. Los tiempos de espera ante *mortem* en Colombia son prolongados, el ayuno de los animales supera en promedio las 40 horas, provocando altos niveles de estrés que afectan la calidad y cantidad de la carne. **Objetivo.** Analizar el efecto del tiempo de espera ante *mortem* sobre el rendimiento en canal y el pH en canales bovinas. **Materiales y métodos.** Se estudiaron 78 animales (Brahman comercial) provenientes del municipio de Montería, Córdoba, Colombia; con edades entre 24 y 27 meses, y un peso promedio de 465 kg. Fueron sometidos a dos tiempos de ayuno: uno corto (20 horas) y uno prolongado (40 horas). Se registraron los pesos vivos, de canal caliente y canal fría, y se realizó la medición de pH 24 horas *post mortem*. **Resultados.** Se analizó el efecto del tiempo de espera *ante mortem* sobre el rendimiento en canal y el descenso del pH 24 horas *post mortem* en canales bovinas; se hallaron diferencias significativas en el descenso del pH 24 horas *post mortem*, y se observó que la tasa de decrecimiento es casi el doble en los animales con ayunos prolongados y el nivel de estabilización es menor; con respecto al rendimiento en canal no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. **Conclusiones.** Se concluye que los tiempos de espera *ante mortem* prolongados en los bovinos afectan el descenso normal del pH 24 horas *post mortem*, lo cual tiene repercusión sobre la calidad final de la carne.

Palabras clave: estrés, calidad de la carne, *ante mortem*, *post mortem*.

Effect of fasting on the performance in carcass and the ph in bovine carcasses

Abstract

Introduction. The ante mortem lapses in Colombia are long, animals do not eat for more than 40 hours in average and this produces high stress levels that affect the quality and the quantity of the meat. **Objective.** Analyze the effect of the ante mortem waiting time on the performance in carcass and the pH in bovine carcasses. **Materials and methods.** 78 animals were studied (commercial Brahman) with ages between 24 and 27 months and an average weight of 465 kg. They were subjected to two fasting lapses: a short one (20 hours) and a long one (40 hours). The living weights were registered in hot and cold carcass conditions, and the pH was measured post mortem, after 24 hours. **Results.** The effect of the ante mortem time of wait on the performance in carcass and the decline of the pH 24 hours post mortem in bovine carcasses were analyzed. Significant differences in the pH decline 24 hours post mortem were found, and it was observed that the decrease rate is almost twice in animals with long fasting and the stabilization level is lower. As for the performance in carcass, there were no significant differences in the treatments. **Conclusions.** The long ante mortem waiting lapses affect the normal decline of the pH 24 hours post mortem, and this affects the meat's quality.

Key words: stress, meat quality, *ante mortem*, *post mortem*.

* Artículo derivado del proyecto de investigación titulado "Efecto del tiempo de transporte y espera ante-mortem sobre algunos biomarcadores de estrés bovino y la calidad sensorial de la carne", realizado entre 2013 y 2014; y financiado por la Universidad Nacional de Colombia, CENIREC y el Ministerio de Agricultura.

** Zootecnista. Especialista y Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Colegiatura Colombiana.

*** Ing. químico, Especialista, Magister. Universidad Nacional de Colombia

**** PhD. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Autor para correspondencia: Katerinne Quiroz Osorio, email: katerinnequiroz@hotmail.com

Artículo recibido: 10/03/ 2016; Artículo aprobado: 15/11/2016

Efeito do tempo de jejum sobre o rendimento em canal e o pH em canais bovinas

Resumo

Introdução. Os tempos de espera ante mortem na Colômbia são prolongados, o jejum dos animais supera em média as 40 horas, provocando altos níveis de estresse que afetam a qualidade e quantidade da carne. **Objetivo.** Analisar o efeito do tempo de espera ante mortem sobre o rendimento em canal e o pH em canais bovinas. **Materiais e métodos.** Se estudaram 78 animais (Brahman comercial) provenientes do município de Montería, Córdoba, Colômbia; com idades entre 24 e 27 meses, e um peso médio de 465 kg. Foram submetidos a dois tempos de jejum: um curto (20 horas) e um prolongado (40 horas). Se registraram os pesos vivos, de canal quente e canal fría, e se realizou a

medição de pH 24 horas post mortem. **Resultados.** Se analisou o efeito do tempo de espera ante mortem sobre o rendimento em canal e o descenso do pH 24 horas post mortem em canais bovinas; se encontraram diferenças significativas no descenso do pH 24 horas post mortem, e se observou que a taxa de decrescimento é quase o dobro nos animais com jejum prolongados e o nível de estabilização é menor; com respeito ao rendimento em canal não se encontraram diferenças significativas entre os tratamentos. **Conclusões.** Se conclui que os tempos de espera *ante mortem* prolongados nos bovinos afetam o descenso normal do pH 24 horas *post mortem*, o qual tem repercussão sobre a qualidade final da carne.

Palavras chave: estresse, qualidade da carne, *ante mortem*, *post mortem*.

Introducción

Ante la globalización, la comercialización mundial de ganado ha dado un giro importante debido a la exigencia del mercado por canales con mayor rendimiento y calidad; son estas algunas de las características que determinan el precio de mercado (Hernández, et al., 2009).

Los largos tiempos de ayuno generan estrés en los animales; el efecto que tiene la carencia de alimento en bovinos difiere según su duración (horas); los tiempos de ayuno prolongados (más de 24 horas), además de afectar los indicadores sanguíneos de estrés, pueden provocar pérdidas de peso, disminución del rendimiento en canal, así como también alteraciones de la calidad de la carne, entre ellos el descenso del pH en la canal (Gallo y Gatica, 1995; Gallo et al., 2003; Amtmann et al., 2004; Gallo, 2004; Ros, 2008; Hui et al., 2006; Gallo y Tadich, 2008 Mota, et al., 2010). Como consecuencia de esta situación, las características de la carne cambian, se tornan menos aceptables al consumidor y se acorta la vida útil del producto (Gallo y Tadich, 2008, Gallo et al., 2000, 2001) y, por ende, constituye una fuente importante de pérdidas económicas para la industria cárnica (Hui et al., 2006).

El rendimiento de la canal es una variable que con frecuencia se usa en la comercialización

del ganado, de manera que es un aspecto importante de tener presente entre productores y plantas de beneficio (Gallo y Tadich, 2005). El tiempo de espera *ante mortem* puede afectar negativamente esta variable. Gallo y Gatica (1995) y Gallo et al. (2003) señalaron que el rendimiento de la canal caliente y fría disminuyó a medida que aumentó el tiempo de ayuno de los animales, y que pueden existir implicancias económicas importantes derivadas de estos resultados.

Por otro lado, la velocidad del descenso del pH después de la muerte del animal constituye uno de los factores cruciales de la transformación del músculo en carne, así como en la definición de la calidad futura de los productos preparados a partir de ella (Pardi et al., 1993; Juárez et al., 2009).

Cuando los animales perciben amenazas externas, se inician los mecanismos de respuesta vía señales nerviosas, que activan la liberación del factor liberador de corticotropina (CRH) y la vasopresina (Borell, 2001). La CRH es liberada, estimulando la liberación de la hormona adenocorticotrópica (ACTH), la cual es liberada al torrente sanguíneo para estimular la síntesis y secreción de glucocorticoides (GC), especialmente cortisol (Morméde et al., 2007). Simultáneamente, se estimula la liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina

y dopamina) desde la médula adrenal (Borell, 2001; Trevisi y Bertoni, 2009). La adrenalina, junto con las demás hormonas, provoca a través de la activación de sistemas enzimáticos un aumento en la degradación de glucosa muscular (glucógeno) a ácido láctico, lo que después del sangrado origina un acelerado descenso del pH en la musculatura, debido a la ausencia de una función amortiguadora y transporte de sangre (Hernández *et al.*, 2013).

El tiempo de transporte y la espera en la planta de beneficio se asocian a factores físicos y agentes estresantes; el período de ayuno tiene relación con el descenso del pH registrado en las 24 horas posteriores al beneficio de los animales; si el animal está estresado durante largos períodos, se consume todo el glucógeno y se reduce el nivel de ácido láctico que se desarrolla en la carne luego de su muerte; esto puede tener efectos adversos, como carnes DFD (Dark, firm, dry) y pH elevado, perdiendo de esta forma atributos importantes en la calidad de la carne (Juárez *et al.*, 2009; FAO, 2010; Romero y Sánchez, 2011).

Los tiempos de espera *ante mortem* en Colombia son prolongados; el ayuno supera en promedio las 40 horas, y provoca altos niveles de estrés en los animales, afectando la calidad de la carne. La presente investigación busca evaluar el efecto del tiempo de espera *ante mortem* sobre el rendimiento en canal y el descenso del pH 24 horas *post mortem* en canales bovinas, a fin de contribuir con el bienestar animal y el mejoramiento de los parámetros de calidad en la carne.

Materiales y métodos

Muestra de estudio

Las muestras experimentales básicas fueron 78 novillos Brahman comercial, provenientes de un sistema de producción ubicado en el municipio de Montería, (Córdoba, Colombia). En esta finca, el promedio de precipitación anual es de 1400 mm y la temperatura promedio anual es de 28 °C con picos superiores a 40 °C en temporada canicular. La humedad relativa promedio es superior al 80 % y su topografía es

básicamente plana, con algunas elevaciones leves que rodean los potreros.

Los animales pastoreaban en un sistema de rotación extensiva con potreros entre 0,5 y 1 hectárea, en praderas con el 50 % de Climacuna (*Dichanthium annulatum*), 30 % Angleton (*Dichanthium aristatum*) y 20 % Braquipara (*Brachiaria plantaginea*).

Los animales también recibieron sal con 6 % y 8 % de fósforo finalizando la ceba. Al alcanzar pesos alrededor de 465 kg, los animales fueron beneficiados en la Central Ganadera de Medellín, Antioquia.

Tratamientos

Cada muestreo se realizó con 26 animales, divididos en dos grupos de 13 animales. El primer grupo tuvo ayuno corto, con espera *ante mortem* en promedio de 20 horas (3 ±1 horas en finca, 12 ±1 horas en transporte y 6 ±1 horas en planta de beneficio); el segundo grupo de animales tuvo ayuno largo, con espera *ante mortem* en promedio de 40 horas (3 ±1 horas en finca, 12 ±1 horas en transporte y 24 ±1 horas en planta de beneficio). Finalmente se consolidaron datos de tres muestreos.

Toma de datos

Rendimiento en canal. Los animales fueron identificados individualmente en el predio de origen; el registro de los pesos vivos (PV) se realizó al ingresar a la planta, en las básculas de la Central Ganadera. Posterior al beneficio se marcaron las canales y se pesaron individualmente en una báscula de riel electrónica calibrada (marca Medigan®, modelo monorriel Steel, Colombia), situada al final de la línea del beneficio, tomando los pesos de la canal caliente para cada animal. Las canales pasaron a refrigeración en cámaras frigoríficas (Ref. S287751-P6-E31), a una temperatura entre 2-4 °C; 24 horas después, previo al desposte, se registraron los pesos de la canal fría de cada animal. Con estos datos se calcularon los rendimientos en canal fría y canal caliente, usando las siguientes relaciones (Valdés A, 2002; Hernández *et al.*, 2009):

$$\text{Rendimiento en canal caliente (RCC)} = \frac{\text{Peso canal caliente}}{\text{Peso animal ayunado}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento en canal fría (RCF)} = \frac{\text{Peso canal fría}}{\text{Peso animal ayunado}} \times 100$$

pH: Posterior al beneficio se midió el pH en la porción lumbar del tejido muscular (*Longissimus dorsi*) cada dos horas, durante 24 horas, para cada animal. Para su medición se utilizó un pH metro equipado con electrodo de penetración (SCHOTT Instruments – Lab 850 ®, Germany); para este efecto se realizó un corte de 1 cm de largo por 5 de profundidad, se insertó el electrodo y se leyó 30 segundos después (Mariño *et al.*, 2005).

Donde t está medido en horas, y ϕ_1 es el valor asintótico al cual converge el pH cuando $t \rightarrow \infty$, ϕ_2 es el valor inicial de pH a la hora cero, y el valor ϕ_3 es el logaritmo de la tasa de decrecimiento.

Los modelos fueron ejecutados mediante el procedimiento R Core Team (2013) y un nivel de significancia de $P < 0,05$.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de las variables de rendimiento en canal fueron analizados mediante un modelo lineal de efectos mixtos. El pH 24 horas *post mortem* se analizó con un modelo no lineal para cada tratamiento mediante la siguiente ecuación:

$$pH = \phi_1 + (\phi_2 - \phi_1)e^{-e^{\phi_3 t}}$$

Resultados

De acuerdo con las tablas 1 y 2, existe diferencia en cuanto a la tasa de decrecimiento entre los dos tratamientos, es decir, que en el tratamiento de 40 horas de espera *ante mortem*, la tasa es casi el doble de la tasa para el tratamiento 20 horas y el nivel de estabilización sería menor en el caso de 40 horas que en el caso de 20 horas.

Tabla 1. Parámetros para el pH en los tratamientos de 20 y 40 horas

	20 HORAS	40 HORAS
ϕ_1	5,748 \approx 5,7 en pH	3,935 \approx 4 en pH
ϕ_2	6,896 \approx 6,9 en pH	6,773 \approx 6,8 en pH
ϕ_3	-2,283 \approx -2,3 en el logaritmo de la tasa de decrecimiento.	-3,953 \approx -4 en el logaritmo de la tasa de decrecimiento.

Tabla 2. ANOVA para el modelo no lineal de cada tratamiento

	Value	p-value
Asym. (Intercept)	5,749	0,000
Asym. Tratamiento40	-1,813	0,057
R0. (Intercept)	6,897	0,000
R0. Tratamiento40	-0,123	0,106
Irc. (Intercept)	-2,283	0,000
Irc. Tratamiento40	-1,670	0,000

La curva de pH antes de alcanzado el *rigor mortis* influye sobre la calidad de la carne (Hernández *et al.*, 2013). La figura 1 indica que someter a los animales a ayunos prolongados

puede generar un estado de estrés, que impide la caída normal del pH en este período, lo cual coincide con lo reportado por Warriss *et al.*, 1984; Gallo, 2003 y Herrera, 2008.

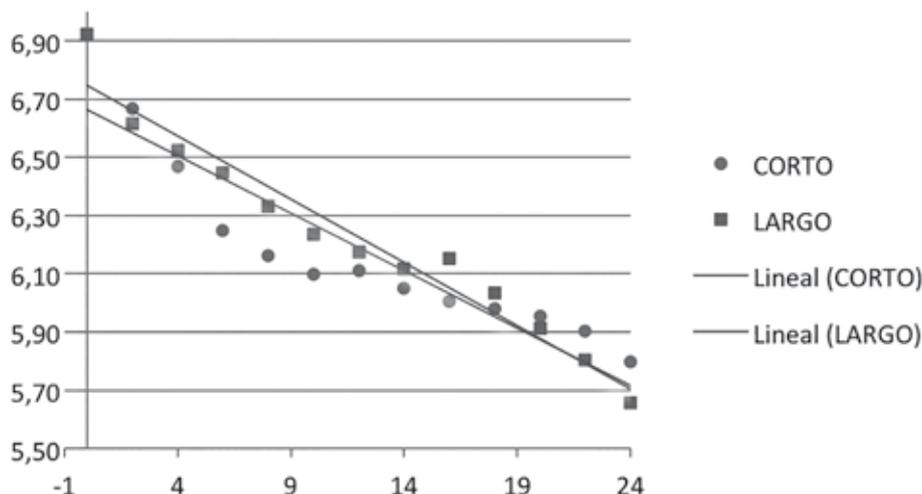


Figura 1. Descenso del pH durante 24 horas *post mortem*, para dos tiempos de espera *ante mortem*

El estrés previo al beneficio provoca consumo excesivo de glucógeno muscular, minimizando la formación de ácido láctico en el músculo *post mortem* e impidiendo con ello la caída natural del pH en este período (Gallo y Tadich, 2008). De igual forma, las hormonas que intervienen en el estrés y el metabolismo del glucógeno en el músculo varían de acuerdo con el tiempo de espera; estas diferencias se manifiestan en la glucogenólisis y en el descenso de pH (Hernández *et al.*, 2013).

Estos resultados coinciden con los encontrados por Piguin *et al.* (2013), quienes demostraron que un mayor nivel de estrés *ante mortem* conduce a una alteración de la curva de pH muscular durante las primeras 24 horas *post mortem*, sugiriendo una mayor velocidad de glucólisis anaeróbica como producto de un mayor nivel de estrés, reflejada en modificaciones de la curva de pH, adquiriendo una pendiente más pronunciada en aquellos animales manejados con mayores niveles de estrés.

Igualmente, Flores y Rosmini (1993) ya habían evaluado, en un trabajo realizado con

anterioridad, tiempos de espera de 24 y 48 horas en ganado bovino, y concluyeron que un tiempo de espera de 24 horas contribuye a que la curva de descenso de pH se comporte de manera normal. Tiempos de espera por arriba de las 24 h presentan un descenso más brusco de pH y el tiempo para alcanzar el *rigor mortis* es más corto.

Gallo (2003) afirma que los problemas del comportamiento del pH *post mortem* reflejan problemas de estrés. Los largos tiempos de ayuno en la planta, especialmente antecedidos por largos tiempos de transporte, como es el caso de los bovinos sometidos al ayuno prolongado, pueden ser considerados entre los factores predisponentes a pH elevados en las canales de los animales beneficiados y coincide con lo afirmado por Herrera (2008) quien observó que a medida que fue aumentando el tiempo de ayuno de los animales, se impidió que posterior al beneficio el pH descendiera adecuadamente.

Con respecto al rendimiento en canal, en la tabla 3 se muestran los resultados de la comparación

de medias para los dos tratamientos y se evidencia que no hay diferencia significativa en

cuanto a rendimiento en canal, ni en caliente, ni en canal fría.

Tabla 3. Comparación de medias y significancia del rendimiento en canal

	20 horas	40 horas	p-value
Rendimiento en canal caliente	51,04 %	51,00 %	0,917
Rendimiento en canal fría	49,62 %	49,56 %	0,875

Discusión

Los resultados coinciden con Lizondo (2000), quien reportó que ni el peso de la canal caliente, ni el de la canal fría fueron afectados significativamente por el tiempo de transporte, ni tampoco por el tiempo de ayuno. Esto también concuerda con Pérez (1999) quien no registró una disminución del peso de la canal, ni del rendimiento en canal, al comparar diferentes tiempos de transporte y de espera *ante mortem*.

Los promedios hallados coinciden con Valdés (2002), que reportó promedios de rendimiento en canal caliente entre 51 y 52 % y que, además, esta variable no se vio afectada significativamente por el tiempo de ayuno.

Igualmente, Gallo *et al.* (2000) y Díaz (2008) tampoco observaron una disminución del rendimiento en canal por efecto del mayor tiempo de transporte y, por ende, mayor tiempo de ayuno total de los animales. Esto concuerda con Vernon (1980), quien señala que el ayuno cambia el metabolismo de los diferentes tejidos de anabolismo a catabolismo, pero que en los rumiantes el efecto de privación de alimento por un corto tiempo es contrarrestado por el rumen, necesitando varios días para que el animal alcance el estado de ayuno. En la investigación de Gallo *et al.* (2000) se alcanzaron 36 horas de ayuno máximo; al sumar el transporte y la espera en matadero no encontraron mermas en el rendimiento en canal, tiempo similar al estudiado en esta investigación para el ayuno prolongado, en el cual tampoco se hallaron diferencias significativas.

Gallo *et al.* (2003) encontraron que después de un ayuno largo los pesos de la canal de novillos de igual procedencia y similar peso

vivo inicial fueron menores que luego de un ayuno corto; además, mostraron una tendencia a perder más peso de la canal a mayor tiempo de espera, especialmente tras un transporte largo. Anteriormente Gallo y Gatica (1995) encontraron que el rendimiento en canal se ve afectado significativamente con 60 horas de ayuno; sin embargo, en esta investigación no se pudo evidenciar esta influencia en los animales, tal vez debido a que en general estos estudios han manejado tiempos de ayuno más prolongados.

Conclusiones

- Los tiempos de espera *ante mortem* prolongados en los bovinos afectan el descenso normal del pH 24 horas *post mortem*, observando que la tasa de decrecimiento es casi el doble en los animales con ayunos prolongados y el nivel de estabilización es menor.
- No se hallaron evidencias para afirmar que el rendimiento en canal fría y canal caliente son variables que se vean afectadas por diferentes tiempos de ayuno.

Agradecimientos

CENIREC, Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, a la Central Ganadera S. A. de Medellín, AP-3 Carnes y el Cortesano.

Referencias bibliográficas

- Amtmann, V.; Gallo, C.; Van Schaik, G. (2004). Factores de riesgo asociados a la presentación de corte oscuro en bovinos. *XIII Congreso*

- Chileno de Medicina Veterinaria*. Valdivia, Chile. 4-6 de noviembre.
- Borell, E. (2001). The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *J Anim Sci.*, 79, 260-267.
 - Díaz, M. (2008). *Efecto de dos tiempos de transporte y tres condiciones de reposo ante-mortem, sobre algunas características de la canal en bovinos*. Chile: Universidad Austral de Chile.
 - Flores, A. y Rosmini, M. (1993). Efecto del estrés por el tiempo de espera antes del sacrificio sobre la glucemia y el pH de la carne en bovinos. *Fleischwirtsch*, 2, 16-25.
 - Gallo, C. (2003). Carnes de corte oscuro en bovinos. *Revista Veterinaria*, 2(2), 16-21.
 - Gallo, C. (2004). Transporte del ganado: situación nacional y recomendaciones internacionales. En *Actas del Seminario La Institucionalización del bienestar animal un requisito para su desarrollo normativo, científico y productivo*. Santiago de Chile, 93-94.
 - Gallo, C. y Gatica, C. (1995). Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. *Arch. Med. Vet.* 25, 69-77.
 - Gallo, C.; Pérez, S. Sanhueza, C. y Gasic J. (2000). Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Arch Med Vet.*, 32, 157-170.
 - Gallo, C.; Lizondo, G.; Knowles, T. (2003). Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Veterinary Record*, 152, 361-364.
 - Gallo, C. y Tadich, N. (2005) .Transporte terrestre de bovinos: Efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-ciencia*, 21(2), 37-49.
 - Gallo, C. y Tadich, B. (2008). Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*; 9(10B).
 - Hernández, J.; Aquino, J. y Ríos, F. (2013). Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. *NACAMEH*, 7(2), 41-64.
 - Hernández, J.; Gómez, A.; Núñez, F.; Ríos, F.; Mendoza, G.; García, J., et al. (2009). Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes pardo suizo x cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*, 25(2), 173-180.
 - Hernández, J.; Aquino, J. Ríos, F. (2013). Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. *NACAMEH*, 7(2), 41-64.
 - Herrera, C. (2008). *Análisis descriptivo de factores asociados a la presentación de contusiones y pH elevado en canales de bovinos de distinta procedencia geográfica*. Memoria de título. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 29- 38.
 - Hui, Y.; Guerrero, I.; Rosmini, M. (2006). *Ciencia y Tecnología de Carnes*. México D. F.: Limusa.
 - Juárez, O.; Carrasco, A.; Landín, L.; García, R. y Cervantes, P. (2009). Análisis de algunos factores pre sacrificio, durante y post sacrificio que afectan el pH de canales de novillos para abasto. *XXII Reunión científico-tecnológica forestal y agropecuaria*. 469-477.
 - Lizondo, G. (2000). *Efectos de diferentes tiempos de transporte y ayuno sobre las pérdidas de peso y características de la canal en novillos*. II Primavera-Verano. Tesis M. Universidad Austral de Chile.
 - Mariño, G.; Vilca, M.; Ramos, D. (2005). Evaluación del pH en canales de toros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*). *Rev Inv Vet Perú*; 16(1), 90-95.
 - Mormède, P.; Andanson, S.; Aupérin, B.; Beerda, B.; Guémene, D. Malmkvist, J. et al. (2007). Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiol Behav.* 92, 317-339.
 - Mota, R.; Guerrero, L.; Trujillo, O. (2010). Bienestar animal y calidad de la carne, enfoques químicos y experimentales. México, D. F.: BM Editores.
 - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. Depósito de Documentos de la FAO. 2010; [acceso: Junio de 2014]. URL: <http://www.fao.org/docrep/005/x6909S/x6909s04.htm>
 - Pardi, M.; Santos, I.; Souza, E.; Pardi, H. (1993). *Ciencia, higiene e tecnologia de la carne. Tecnologia da sua obtencao e transformacao*. Centro editorial e grafico da Universidade da Goiás. (1), 586.
 - Piguin, D.; Davies, P.; Pazos, A.; Ceconi, I.; Cunzolo, S.; Mendez, D.; Buffarini, M. y Grigioni, G. (2013). *Efecto de la dieta y del estrés agudo*

- pre-faena sobre parámetros bioquímicos y físico-químicos en novillos británicos.* Compilado de una década de estudios en INTA Programa Carnes. Cap. 29. 154-157.
- Pérez, S. (1999). *Evaluación del efecto de 3, 6, 12 y 24 horas de transporte sobre el peso vivo, de la canal, frecuencia de contusiones y comportamiento de novillos.* Tesis M. V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia. Chile.
 - Romero, M. y Sánchez, J. (2011). Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. *Rev. MVZ Córdoba*, 17(1), 2936-2944.
 - Ros, P. (2008). *Bienestar Animal en el Transporte.* Comunidad Autónoma de la región de Murcia. Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria. Consejería de agricultura y Agua.
 - Trevisi, E. y Bertoni, G. (2009). Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Ital J Anim Sci.* 8(Suppl.1), 265-286.
 - Valdez, A. (2002). *Efectos de dos densidades de carga y dos tiempos de transporte sobre el peso vivo, rendimiento de la canal y presencia de contusiones en novillos destinados al faenamiento.* Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias.
 - Vernon, R. (1980). Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Prog. Lipid Res.* 19, 23-106.
 - Warriss, P.; Kestin, S.; Brown, S. & Wilkinsm, L. (1984). The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting meat. *Meat Science*, 10, 53-68.