



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## Effect of transport on welfare indicators in beef cattle; an analysis

### Efecto del transporte en los indicadores de bienestar en bovinos productores de carne; un análisis

Calderón-Alonso Alma, C., Romo-Valdez, Ana M., Romo-Rubio, Javier, A., Ríos-Rincón, Francisco, G.\*

Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Culiacán, Sinaloa, México, C.P. 80246.

\*Autor para correspondencia: fgrios@uas.edu.mx

#### ABSTRACT

**Objective:** Review different factors related to cattle transport associated with welfare indicators.

**Approach:** During transport, cattle is subject to stressors. This document reviews the effects of transport on the welfare indicators of cattle and the effects of temperature, load density, duration of travel, resting frequency, water and food provision among others.

**Results:** The transport of cattle, contributes to the effective supply chain for the livestock industry; by reviewing the various aspects that make up the logistics of transporting livestock to reception center and processing plants, the improvement in welfare indicators will be the result of having implemented procedures in accordance with livestock physiology, environmental conditions, and type of vehicle, among others no less important.

**Implications:** The implementation and supervision of livestock transport procedures imply a reduction of mortality as well of injuries and therefore favourably results in the welfare of the cattle and finally in the economy of the producers.

**Conclusions:** Providing welfare conditions reduces the risks of morbidity and mortality, as well as weight loss in the animal during transport; in addition to avoiding bruises and wounds, which together with the physiological changes caused by stress, reduce the quality of the carcass and meat.

**Keywords:** bovine, welfare indicators, transport, welfare, cattle.

#### RESUMEN

**Objetivo:** Revisar distintos factores relacionados con el transporte de ganado bovino asociados a los indicadores de bienestar.

**Aproximación:** Durante el transporte los bovinos son sometidos a factores desencadenantes de estrés. En este documento se revisan los efectos del transporte en los indicadores de bienestar del ganado bovino y los efectos de la temperatura, la densidad de carga, duración del viaje, frecuencia de descanso, agua y alimento, entre otros.

**Resultados:** El transporte de ganado bovino por vía terrestre contribuye a que la cadena de suministros funcione de manera efectiva; al revisar los diversos aspectos que integran la logística del transporte del ganado hacia los centros de recepción y plantas de procesamiento, la mejora de los indicadores de bienestar serán el resultado de haber implementado procedimientos acordes con la fisiología del ganado, condiciones ambientales, tipo de vehículo, entre otras no menos importantes.

**Agroproductividad:** Vol. 13, Núm. 6, junio, 2020, pp: 107-111.

**Recibido:** diciembre, 2019. **Aceptado:** mayo, 2020.

**Implicaciones:** La implementación y supervisión de procedimientos de transporte de ganado implica menor mortalidad, reducción de lesiones y por lo tanto redundan favorablemente en el bienestar de los bovinos y en la economía de los productores.

**Conclusiones:** Proveer condiciones de bienestar reduce los riesgos de morbilidad y mortalidad, así como de pérdida de peso en el animal durante el transporte; además de evitar contusiones y heridas, que, junto con los cambios fisiológicos provocados por el estrés, reducen la calidad de la canal y de la carne.

**Palabras clave:** bienestar: transporte, indicadores, bovino.

## INTRODUCCIÓN

La producción de ganado bovino para carne se desarrolla en diferentes contextos agroclimáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo, tamaño y finalidad de la unidad de producción, y comprende principalmente la producción de ganado para abasto, la cría de becerros para la exportación y pie de cría (Schwentenius *et al.*, 2014). En México, el sistema intensivo de producción de carne bovina depende del suministro de becerros para su funcionamiento integral, por lo regular, estos proceden de diversas regiones agroclimáticas del país, y deben ser transportados de forma masiva a los corrales de engorda. La logística y el transporte de bovinos tienen una importancia vital para el bienestar animal y la eficiencia productiva; en este sentido, la globalización del comercio, asociado a una creciente demanda de proteína de origen animal ha dado lugar a un considerable aumento en el número de animales que son transportados con diversos fines en todo el mundo, lo que ha agudizado problemas de bienestar en los diversos puntos de la cadena de suministros (Miranda-de la Lama, 2013). Existen una variedad de factores que desencadenan reacciones inevitables en el bovino que se traducen en estrés psicológico, desafíos fisiológicos, fatiga, riesgo de lesiones y muerte (Fisher *et al.*, 2009). Con base en lo anterior, el objetivo del presente análisis, fue revisar distintos factores relacionados con el transporte de ganado bovino asociados a los indicadores de bienestar, por ello, en este documento se revisan los efectos del transporte en los indicadores de bienestar del ganado bovino y los efectos de la tempe-

ratura, la densidad de carga, duración del viaje, provisión de descanso, agua y alimento entre otros.

### Transporte de animales por vía terrestre

Las preocupaciones referentes al bienestar animal durante el transporte incluyen factores, tales como el potencial de experimentar estrés, lesiones, cansancio, mortalidad y morbilidad, debidas al acceso limitado de agua y alimento, exposición a condiciones climáticas cambiantes, exposición a ruidos, vibraciones, agentes patógenos, manejo deficiente y mezcla con animales no familiares (Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2012).

### Características de los vehículos

Los vehículos utilizados para el transporte de ganado deben ser diseñados especialmente para transportar bovinos en condiciones micro ambientales aceptables, salvaguardando su integridad física (Miranda-de la Lama, 2013). Los pisos deben ser antideslizantes para reducir el riesgo de caídas; se sugiere que el material sea metálico, para facilitar las operaciones de limpieza y descontaminación (Lapworth, 2008). Otra característica importante es que el piso tenga ligera inclinación, para ayudar al equilibrio de los animales durante el viaje. En vehículos o contenedores con techo, el espacio mínimo entre el piso y techo, debe ser aproximadamente un tercio más alto que la altura promedio a la cruz de los bovinos del embarque, por ejemplo, bovinos con altura promedio a la cruz de 1.50 m, el espacio interior del piso al techo será de 2.0 m (NOM-051-ZOO-1995).

### Consideraciones previas a la carga

Una condición indispensable para el transporte, es conformar lotes de bovinos que sean uniformes en tamaño y sexo; mezclar bovinos grandes con chicos genera el riesgo de que estos últimos resulten aplastados o pisoteados (Alende, 2009). Tampoco es recomendable la mezcla de bovinos que no estén familiarizados entre sí, ya que esto conduce a un aumento en las peleas y montas entre ellos (Manteca, 2009). La presencia de bovinos astados en el rebaño aumenta la incidencia de lesiones superficiales y profundas en las reses (Alende, 2009; Ghezzi *et al.*, 2008). La carga de los bovinos al camión es un evento estresante en sí mismo. Se ha registrado que la frecuencia cardíaca de los bovinos aumenta considerablemente cuando tienen que subir una rampa (Chacón *et al.*, 2005), indicando nerviosismo y agitación. Las rampas de carga y descarga deben tener una pendiente suave, nunca mayor a 20° (Grandin, 2000; María, 2008), ya que pendientes mayores generan temor, retrasan el

trabajo y generan amontonamientos de bovinos en la entrada del embarcadero. En opinión de algunos autores, se ha sugerido que el estrés experimentado durante el transporte es el resultado de un mal manejo durante la carga y descarga en lugar del transporte en sí mismo (Camp et al., 1981; Cole et al., 1988).

### Densidad de carga durante el viaje

Se refiere al espacio que los bovinos tienen disponible dentro del compartimento de una jaula transportadora, y es expresado en razón de  $\text{kg}/\text{m}^2$  o  $\text{m}^2/\text{bovino}$  (Schwartzkopf-Genswein et al., 2008). Petherick y Phillips (2009) y González et al. (2012) concluyeron que un coeficiente alométrico (valor de  $k$ ) calculado como  $\text{m}^2$  por bovino/peso corporal<sup>0.6667</sup>, era el mejor indicador del espacio disponible del animal, porque no requiere considerar el peso del bovino para hacer comparaciones entre estudios. Como se ha mencionado anteriormente, factores como: presencia de cuernos, edad y condición del bovino, distancia de transporte, clima y tamaño del compartimento del tráiler deben ser considerados a la hora de cargar ganado (Schwartzkopf-Genswein et al., 2008; Swanson y Morrow-Tesch, 2001). La alta densidad no permite a los bovinos viajar cómodamente, debido al espacio reducido que les impide situarse en alguna área cómoda para mantener el balance, lo cual es más grave en viajes largos (Gallo y Tadich, 2005). Se ha indicado que los niveles sanguíneos de creatina quinasa aumentan cuando la densidad de carga es alta, lo que indica alto grado de daño muscular (Tarrant et al., 1988). A menor espacio asignado por bovino, es mayor la incidencia de contusiones, caídas y lesiones (Ferguson y Warner, 2008; Gallo y Tadich, 2005). Cuando la densidad es baja, los bovinos pueden recostarse y moverse; sin embargo, si las técnicas de conducción y la carretera son malas, es probable que el conductor pierda el balance del vehículo (Eldridge y Winfield, 1988) y aumente la presencia de contusiones. Romero et al. (2010) estableció las siguientes densidades de carga: Espacio/animal ( $\text{m}^2$ ): terneros (50 y 70 kg de peso vivo; 0.23 y 0.28  $\text{m}^2$ , respectivamente), y en bovinos adultos (300, 500, 600 y 700 kg; 0.84, 1.27, 1.46 y 1.75  $\text{m}^2$ , respectivamente).

### Duración del viaje

Es definido como el tiempo en el que están confinados los bovinos en un vehículo de transporte (Tucker et al., 2015). La duración del viaje es uno de los tópicos más discutidos en términos de bienestar animal debido a que se asume que las largas distancias afectan el estatus fisiológico y conductual de los bovinos (Miranda-de

la Lama, 2013). A medida que la distancia aumenta, se eleva el consumo de glucógeno y es mayor el riesgo de reses caídas durante el viaje (Broom, 2008). Además, viajes más largos suponen un tiempo más prolongado de privación de agua, generando condiciones de mayor deshidratación y hemoconcentración, sobre todo en la estación calurosa (Tadich et al., 2005). González et al. (2012) observaron que viajes con duración mayor a 30 h aumentan la probabilidad de que el ganado se vuelva no ambulatorio, cojo o muera durante el viaje; también observaron, que la reducción de peso en el ganado aumenta rápidamente en condiciones climáticas altas, por lo anterior concluyen que viajes con duración mayor a treinta horas deben evitarse durante estas condiciones climáticas particulares.

### Condiciones ambientales

La temperatura termo neutral de los bovinos productores de carne puede ser muy variada; en bovinos jóvenes la zona de confort oscila de 7 a 26 °C, mientras que en vacas maduras y bovinos pesados el rango es de -17 °C en invierno y 23 °C durante el verano, y se relaciona estrechamente con la condición corporal, nutrición, y estado de salud, que presenten los bovinos; y llegan a tener dificultad para tolerar temperaturas superiores a los 27 °C, especialmente cuando los valores de humedad relativa son mayores a 40% (Mader et al., 2007). La temperatura de la jaula transportadora ha sido identificada como uno de los factores más estresantes durante el transporte de animales (Mitchell y Kettlewell, 1998), toda vez que la temperatura corporal del ganado bovino adulto sano fluctúa entre 37.8 y 40 °C; en consecuencia, el bovino manifiesta incapacidad para disipar el calor metabólico, tanto por efecto de la temperatura ambiental extrema, como por el hacinamiento de los bovinos en el camión. De igual forma, condiciones de alta humedad ambiental contribuyen al incremento del estrés calórico (Mitchell y Kettlewell, 1998). Estimaciones teóricas realizadas por Kettlewell et al. (2001), indican que en un remolque típico (13×6 m=78  $\text{m}^2$ ), con densidades recomendadas, con peso aproximado de 500 kg para bovinos, el calor producido en el interior sería de 13400 watts, por lo cual un sistema de ventilación es una necesidad operativa vital (Miranda-de la Lama, 2013).

### Tipo de ventilación

Para mitigar el exceso de temperatura y humedad relativa, las jaulas especializadas para transporte de ganado bovino, disponen de dos sistemas de ventilación: a) la ventilación pasiva (aberturas) y b) la activa (ventiladores).



La pasiva está dada por la cantidad de aberturas a lo largo del chasis, aunque en algunos modelos hay dispositivos para bloquear estas aberturas (Dalley *et al.*, 1996).

### Provisión de descanso, agua y alimento

El estrés producido durante un largo viaje puede ser disminuido proporcionando períodos de descanso, y proveyendo agua y alimento durante el transporte (Cooke *et al.*, 2013). Dichos autores observaron que el ganado que había sido transportado continuamente el peso disminuyó en 10.17%, mientras que al ganado que se le proporcionaron dos sesiones de descanso (dos horas sesión) durante un viaje de 24 h, registraron disminución del 5.82%; administrando agua y alimento *ad libitum*.

### Pérdidas de peso

La pérdida de peso vivo durante el transporte, que ocurre principalmente en las primeras 15 h, está dada básicamente por disminución de contenido intestinal y dependerá del tipo de alimentación y del tiempo de viaje (Knowles, 1998). Tiempo de transporte de 2 a 48 h han dado como resultado reducciones de entre 0 a 8% del peso corporal (Lofgreen *et al.*, 1975).

### Morbilidad y mortalidad durante el transporte

Las pérdidas más comunes pueden dividirse en tres categorías: bovinos heridos, enfermos, y muertos en el viaje (Pilcher *et al.*, 2011). La mortalidad durante el transporte es un indicador indiscutible de bienestar, porque es esperado que cada animal que murió durante el transporte haya experimentado un alto grado de sufrimiento antes de su muerte (Nielsen *et al.*, 2011); y entre las causas principales están, la sobrecarga,

pisoteo por caídas, asfixia por malas condiciones de ventilación, deshidratación y fiebre de embarque (Gallo y Tadich, 2005). Se ha indicado, que una de las afecciones relacionadas con el transporte son las enfermedades respiratorias bovinas, como el Complejo Respiratorio Bovino (Broom, 2005).

## CONCLUSIONES

Aún en las mejores condiciones, el transporte de animales es el episodio más estresante en la cadena de producción. Pocos estudios han evaluado el efecto de la adición de tiempos de descanso para proveer alimento y agua al ganado, para reducir el impacto que tiene el transporte en indicadores conductuales y productivos del ganado. Proveer condiciones de bienestar reduce los riesgos de morbilidad y mortalidad y pérdida de peso en el animal durante el transporte; además de evitar contusiones y heridas, que junto con los cambios fisiológicos provocados por el estrés, reducen la calidad de la canal y de la carne.

## LITERATURA CITADA

- Alende, M., Volpi, L.G., & Pordomingo, A.J. (2009). Aspectos relativos al transporte de bovinos por carretera: Bienestar animal. Sitio argentino de producción animal, 1-7. [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/comercializacion/51-ransporte.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/51-ransporte.pdf)
- Broom, D. (2005). The effects of land transport on animal welfare. *Revue scientifique technical Office Internationale des Epizooties*, 24(2): 683-691. <https://doi.org/10.20506/rst.24.2.1605>
- Broom, D. (2008). The welfare of livestock during road transport. In book: Long Distance Transport and the Welfare of Farm Animals, Edition: 1 Publisher: Wallingford: CAB. Editors: M. Appleby, V. Cussen, L. Garcés, L. Lambert, J. Turner, pp. 157-181. <https://doi.org/10.1079/9781845934033.0157>
- Camp, H., Stevens, G., Stermer, A., & Anthony, P. (1981). Transit factors affecting shrink, shipping fever, and subsequent performance of feeder calves. *Journal of Animal Science*, 52, 1219-1224. <https://doi.org/10.2527/jas1981.5261219x>
- Chacón, G., García-Belenguer, S., Villarroel, M. & María, G.A. (2005). Effect of transport stress on physiological responses of male bovines. *German Veterinary Journal*, 112: 465-469. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0108>
- Cole, A., Camp, H., Rowe, D., Stevens, G., & Hutcheson, P. (1988). Effect of transport on feeder calves. *American Journal of Veterinary Research*, 49:178-183. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3348528>
- Cooke, F., Guarnieri, A., Cappellozza, I., & Bohnert, D. W. (2013). Rest stops during road transport: Impacts on performance and acute-phase protein responses of feeder cattle. *Journal of Animal Science*, 91(11):5448-5454. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6357>
- Dalley, J., Baker, J., Yang, X., Kettlewell, J. & Hoxey, P. (1996). An investigation of the aerodynamic and ventilation characteristics of poultry transport vehicles. Part III: Internal flow field calculations. *J Agric Eng Res*, 65:115-127. <https://doi.org/10.1006/jaer.1996.0084>
- Eldridge, A. & Winfield G. (1988). The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Aust J Expt Agric*, 28: 695-698. <https://doi.org/10.1071/EA9880695>
- Ferguson, D.M., & Warner, R.D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1): 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
- Fisher, D., Colditz, G., Lee, C., & Ferguson, M. (2009). The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. *Journal of Veterinary Behavior*, 4(4): 157-162. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2009.03.002>
- Gallo, C. y Tadich, N. (2005). Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y calidad de la carne. *Agro-ciencia* 21:37-49. ISSN 0716 - 1689
- González, L. A., Schwartzkopf-Genswein, K. S., Bryan, M., Silasi, R., & Brown, F. (2012). Factors affecting body weight loss during commercial long haul transport of cattle in North America. *Journal of Animal Science*, 90(10):3630-3639. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4786>

- Grandin, T. (2000). El transporte de ganado: guía para las plantas de faena. [www.grandin.com/spanish/transporte.genado.html](http://www.grandin.com/spanish/transporte.genado.html)
- Kettlewell, J., Hoxey, P., Hampson, J., Green, R., Veale, M. & Mitchell A. (2001) Design and operation of a prototype mechanical ventilation system for livestock transport vehicles. *J Agric Eng Res*; 79: 429-439. <https://doi.org/10.1006/jaer.2001.0713>
- Knowles T.G. (1998). A review of the road transport of slaughter sheep. *Veterinary Record*, 143:212-219. [https://www.researchgate.net/publication/13514952\\_A\\_review\\_of\\_the\\_road\\_transport\\_of\\_slaughter\\_sheep](https://www.researchgate.net/publication/13514952_A_review_of_the_road_transport_of_slaughter_sheep)
- Lapworth W. (2008). Engineering and design of vehicles for long distance road transport of livestock: the example of cattle transport of Northern Australia. *Vet Ital*; 44 (1): 215-222. [http://www.izs.it/vet\\_italiana/2008/215\\_222.pdf](http://www.izs.it/vet_italiana/2008/215_222.pdf)
- Lofgreen, P., Dunbar, G., Addis D., & Clark J. (1975). Energy level in starting rations for calves subjected to marketing and shipping stress. *J. Anim. Sci.* 41:1256-1265. <https://doi.org/10.2527/jas1975.4151256x>
- Mader T., Griffin D., Hahn L. (2007). Managing feedlot heat stress. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. <http://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g1409/build/g1409.htm>
- Manteca, X. (2009). Physiology and disease. En Long distance transport and welfare of farm animals. Appleby, M.C., Cussen, V.A., Garcés, I., Lambert, I.A. and Turner, J. 2008, Ed. CAB International. Oxfordshire, UK. ISBN-13: 978-1845934033
- María, G.A. (2008). Meat quality. En: Long distance transport and welfare of farm animals. Appleby, M.C., Cussen, V.A., Garcés, I., Lambert, I.A. and Turner, J. 2008 Ed. CAB International. Oxfordshire, UK. ISBN-13: 978-1845934033
- Miranda-de la Lama, G.C. (2013). Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Veterinaria México*, 44(1): 31-56. <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v44n1/v44n1a4.pdf>
- Mitchell, A. & Kettlewell, J. (1998). Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! *Poultry Sci*; 77: 1803-1814. <https://doi.org/10.1093/ps/77.12.1803>
- Nielsen B.L., Dybkjær L. and Herskin M.S. (2011). Road transport of farm animals: effects of journey duration on animal welfare. *Animal*, 5(3): 415-427. <https://doi.org/10.1017/S1751731110001989>
- NOM-051-ZOO-1995. (1995). Norma Oficial Mexicana NOM-051-ZOO-1995. Trato humanitario en la movilización de animales. [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_bioet/051zoo\\_movilizacion.pdf](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioet/051zoo_movilizacion.pdf)
- Petherick, J. C., & Phillips, C. J. C. (2009). Space allowances for confined livestock and their determination from allometric principles. *Applied Animal Behaviour Science*, 117: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.09.008>
- Pitcher, C.M., Ellis, M., Rojo-Gómez, A., Curtis, S.E., Wolter, B.F., Peterson, C.M., Peterson, B.A., Ritter, M.J., Brinkmann, J. (2011). Effects of floor space during transport and journey time on indicators of stress and transport losses of market-weight pigs. *J. Anim. Sci.*, 89:3809-3818. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3143>
- Romero, H., Uribe, F. & Sánchez, A. (2010). El transporte terrestre de bovinos y sus implicaciones en el bienestar animal: revisión. *Biosalud (Manizales)*, 9(2):67-82. <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v9n2/v9n2a08.pdf>
- Schwentesius R. R., Carrera C. B., & Gómez C.M.A. (2014). La Ganadería Bovina de Carne en México: Un Recuento Necesario Después de la Apertura Comercial. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [https://www.researchgate.net/publication/280100179\\_La\\_Ganaderia\\_Bovina\\_de\\_Carne\\_en\\_Mexico\\_Un\\_Recuento\\_Necesario\\_Después\\_de\\_la\\_Apertura\\_Comercial](https://www.researchgate.net/publication/280100179_La_Ganaderia_Bovina_de_Carne_en_Mexico_Un_Recuento_Necesario_Después_de_la_Apertura_Comercial)
- Schwartzkopf-Genswein K.S., Haley, B., Church, S., Woods, J. & O'Byrne, T. (2008). An education and training programme for livestock transporters in Canada. *Vet Ital*, 44(1): 273-283. [http://www.izs.it/vet\\_italiana/2008/44\\_1/273.pdf](http://www.izs.it/vet_italiana/2008/44_1/273.pdf)
- Schwartzkopf-Genswein, K.S., Faucitano, L., Dadgar, S., Shand, P., González, L.A. & Crowe, T.G. (2012). 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/10.1016/j.meatsci.2012.04.010>
- Swanson, J. C., & Morrow-Tesch, J. (2001). Cattle transport: Historical, research, and future perspectives. *Journal of Animal Science*, 79:E102-E109. <https://doi.org/10.2527/jas2001.79e-supple102x>
- Tadich, N., Gallo, C., Bustamante, H., Schwerter, M., & van Schaik G. (2005). Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. *Livest Prod Sci*, 93:223-233. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.10.004>
- Tarrant, P.V., Kenny F.J. & Harrington D. (1988). The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. *Meat Sci.*, 24:209-222. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90079-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90079-4)
- Tucker, B., Coetzee, F., Stookey, M., Thomson, U., Grandin, T., & Schwartzkopf-Genswein, S. (2015). Beef cattle welfare in the USA: identification of priorities for future research. *Animal health research reviews*, 16(2):107-124. <https://doi.org/10.1017/S1466252315000171>