

Transporte de cerdos y sus repercusiones en el bienestar animal y la producción cárnica

Natalia Uribe Corrales¹ / Santiago Henao Villegas²

Resumen

Cuando se pretende generar un buen desempeño productivo y reproductivo en la producción pecuaria porcina, el bienestar animal es un eje transversal de gran importancia. La fase de transporte es un eslabón esencial en la producción porcina que repercute en la calidad y rendimiento de la carne. Es necesario conocer los factores que pueden estar afectándola, como la densidad de carga, la duración del trayecto y la vibración generada en el camión, los pisos, las paredes y las divisiones internas, que favorecen las situaciones de estrés en los cerdos. En estos, al encontrarse expuestos a ayuno y agua, en un ambiente desconocido, con poco espacio, sometidos a diferentes métodos de manipulación, se incrementan las pérdidas en las canales al ocasionarles traumatismos, muertes y generación de productos cárnicos con defectos como las carnes pálidas, suaves y exudativas o, por el contrario, carnes duras, secas y oscuras. Es necesario generar nuevos sistemas de evaluación y seguimiento en el transporte de porcinos, para así disminuir su mortalidad y daños de la canal con intervenciones a partir del bienestar animal.

Palabras clave: ambiente, bienestar animal, carne de cerdo, estrés, porcinos, transporte.

- 1 Médica veterinaria zootecnista. Especialista. MSc. Miembro del Grupo de Investigación Epidemiología y Bioestadística, Facultad de Medicina, Universidad CES, Medellín, Colombia.
✉ nuribec@ces.edu.co
- 2 Médico veterinario. MSc. PhD. Miembro del Grupo de Investigación INCA-CES, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES, Medellín, Colombia.
✉ shenao@ces.edu.co

Cómo citar este artículo: Uribe Corrales N, Henao Villegas S. Transporte de cerdos y sus repercusiones en el bienestar animal y la producción cárnica. Rev Med Vet. 2017;(33):149-58. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4062>

Transportation of pigs and its impact on animal welfare and meat production

Abstract

When trying to generate good productive and reproductive performance in swine livestock production, animal welfare is a transversal axis of great importance. The transportation phase is an essential step in swine production that affects meat quality and productivity. It is necessary to know the factors that may be affecting it, such as cargo density, duration of the journey, and vibration generated in the truck, floors, walls, and internal divisions, which favor stress situations in pigs. In these animals, when exposed to lack of food and water, an unfamiliar environment, with little space, and subjected to different methods of handling, there are increased losses in carcass weight due to injuries, death, and defective meat products, such as pale, soft, and exudative meat, or, conversely, tough, dry, and dark meat. It is necessary to create new evaluation and monitoring systems in the transportation of pigs, in order to reduce mortality and damage to carcass with interventions from animal welfare.

Keywords: environment, animal welfare, pork meat, stress, pigs, transportation.

Transporte de suínos e suas repercussões no bem-estar animal e em produtos de carne

Resumo

Quando se pretende gerar um bom desempenho produtivo e reprodutivo na produção pecuária porcina, o bem-estar animal é um eixo e transversal de grande importância. A fase de transporte é um fator essencial na produção porcina que repercute na qualidade e rendimento da carne. É necessário conhecer os fatores que podem estar afetando-a, como a densidade de carga, a duração do trajeto e a vibração gerada no caminhão, os pisos, as paredes e as divisões internas, que favorecem as situações de estresse nos cerdos. Nestes, ao encontrar-se expostos ao jejum e água, em um ambiente desconhecido, com pouco espaço, submetidos a diferentes métodos de manipulação, assim, se incrementam as perdas nos canais ao ocasionar-lhes traumatismos, mortes e geração de produtos de carne com defeitos como as carnes pálidas, suaves e com exsudação ou, ao contrário, carnes duras, secas e escuras. É necessário gerar novos sistemas de avaliação e seguimiento no transporte de porcinos, para deste modo disminuir sua mortalidade e danos do canal com intervenções a partir do bem-estar animal.

Palavras chave: ambiente, bem-estar animal, carne de porco, estresse, porcinos, transporte.

INTRODUCCIÓN

El interés por el bienestar animal ha aumentado en los últimos años como consecuencia de la sensibilidad de los consumidores por el posible sufrimiento de los animales, por las pérdidas económicas, por su efecto en la calidad y rendimiento cárnico, así como por las muertes de los cerdos. En la actualidad, esta temática es un eje transversal desde las unidades de producción animal hasta la obtención del producto final, cuya importancia está relacionada con el trato que el hombre les proporciona a los animales mediante el uso de conocimientos científicos, dirigidos a generar en los animales un buen desempeño reproductivo y productivo (1). El transporte es un componente esencial de la producción de carne que repercute en la calidad y rendimiento de esta, puesto que puede favorecer las situaciones de estrés, ya que los cerdos se ven sometidos a privación de alimentos y agua, ambiente desconocido (2), poco espacio y diferentes métodos de manipulación por personas sin previo contacto con dichos animales. Estos son factores que incrementan las pérdidas en las canales debido a diversos traumatismos, así como la probabilidad de muerte (3-8).

Tales pérdidas representan desafíos para la cadena porcina, lo cual hace que el bienestar animal se convierta en una de las prioridades para trabajar por parte de productores, transportadores y personal en las plantas de beneficio, con el propósito de disminuir la mortalidad, la presentación de carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE) o carnes firmes, secas y oscuras (DFD) (9). Esto ha llevado a la aparición de normas cada vez más estrictas, por ejemplo, el Código de Regulaciones Federales, la Ley de las 28 Horas (10), el Reglamento 1/2005 de 2004 de España (11), así como diversas normativas en los países del continente americano como la Resolución 2640 de 2007 dictada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (12) y otras disposiciones (tabla 1).

BIENESTAR ANIMAL

El *bienestar animal* ha sido definido como el estado de completa salud física y mental. Busca que el animal se encuentre en armonía con su ambiente (13), que desarrolle su capacidad para afrontar el entorno en el que habita (14) o para evadir el sufrimiento (15). También se refiere al es-

Tabla 1. Regulaciones de algunos países americanos en el transporte de cerdos

Pais	Comentario
Argentina	Registro Nacional de Medios de Transporte de Animales Resolución 16/96-GMS-Mercado Común del Sur Orden de Servicio 02/04
Bolivia	Conjunto de resoluciones obligatorias para el movimiento de animales de diferentes especies, con énfasis en la sanidad animal y bienestar animal. Reglamento para el transporte de los animales.
Brasil	Decreto 24.548, del 3 de julio de 1934
Canadá	Ley Federal de Sanidad Animal
Colombia	Ley 769 de 2002, Código Nacional de Tránsito Resolución ICA 2640 de 2007
Estados Unidos	Programa de Transporte de Ganado del Departamento de Agricultura (USDA) Código de Regulaciones Federales Ley de las 28 horas
Perú	Resolución Suprema 480-7 4-AG, Reglamento Sanitario de Tránsito Interno

Fuente: modificado de Rojas H, Stuardo L, Benavides D. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Rev Sci Tech Off Int Epiz.* 2005;24(2):549-65.

tado en que un animal tiene satisfechas sus necesidades fisiológicas básicas, de salud y de comportamiento frente a los cambios en su ambiente, con ausencia de enfermedad, lesiones, dolor o estrés intenso o duradero, así como con nutrición adecuada, confort térmico y físico y con la posibilidad de manifestar las conductas propias de su especie. Con esta definición es con la cual se trabajará (16).

En los porcinos el bienestar no es solo una cuestión práctica para mejorar la salud y aumentar la productividad; también es una cuestión ética, si se considera el concepto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ya que es responsabilidad de los productores y demás entes involucrados en el sector, especialmente en lo referente al transporte y sacrificio con miras a la obtención de carne de óptima calidad (17,18). Dentro de los factores que determinan el bienestar animal se encuentran la genética, la nutrición, la sanidad, el transporte y el manejo que se le brinde al animal durante todas las etapas de la vida (13,14,16).

FACTORES DETERMINANTES DEL BIENESTAR

En relación con la genética, los procesos de alta selección han llevado a los productores porcícolas a trabajar con cruces de animales que provienen de líneas de alta capacidad reproductiva con otras de alta capacidad productiva. Por lo tanto, el producto de estos cruces genera animales más difíciles de manejar y más propensos a entrar en pánico cuando se someten a nuevas experiencias (19). Así, el gen halotano, equivalente al gen *ryr-1*, que codifica al receptor muscular ryanodine o canal liberador del calcio, afecta la tasa de mortalidad en los cerdos, porque los individuos que portan este gen tienen mayor susceptibilidad a desarrollar el síndrome de la hipertermia maligna ante cualquier situación que les provoque estrés (20).

En países como Bélgica y Alemania, con poblaciones porcinas portadoras del gen halotano, las tasas de mortalidad pueden llegar al 0,5 %; en cambio en países con poblaciones libres de este gen las tasas de mortalidad son inferiores a ese valor, con un porcentaje entre 0,02 y 0,3 % (21,22). De igual manera, en España más de la mitad de los cerdos son portadores del gen halotano (51,7 %) y se han registrado tasas de mortalidad durante el transporte del 0,22 % (23,24).

La nutrición como factor que afecta el bienestar animal es indispensable para mantener la salud intestinal, lo cual optimiza el crecimiento, y la función y salud del tracto digestivo, por lo que algunas investigaciones han evidenciado cómo los cerdos alimentados con almidón mantienen la sensación de saciedad más de siete horas después de la última comida. Esto se refleja en el comportamiento de estos con menos vocalizaciones, mejoras en la salud intestinal y estabilización de las concentraciones de glucosa (25).

En relación con la salud, esta representa un criterio para evaluar el bienestar, teniendo en cuenta que las enfermedades y las lesiones pueden ser causas de sufrimiento (14,26,27).

EFECTO DEL TRANSPORTE EN EL BIENESTAR ANIMAL

El transporte en los cerdos, cuando se realiza inadecuadamente, puede tener efectos adversos en el bienestar y repercutir en una pérdida de la calidad del producto final. Algunos de los factores que se han encontrado y que afectan el bienestar animal son la densidad de carga, el tiempo de transporte, las vibraciones durante este, el confinamiento, los olores no familiares y la presencia de animales desconocidos. Esto genera a su vez hematomas, asfixia, estrés por calor, fallo cardíaco, insolación, deshidratación, peleas y muerte en los animales (28-30), así como carnes PSE o DFD en el producto final (31). Webster, en 2005, resumió las causas que afectan al cerdo durante el transporte en miedo y dolor asociado al manejo y mezcla de animales; temperatura o movimiento por exceso de velocidad durante el viaje; hambre, sed y agotamiento, y malestar causado por procesos infecciosos (32).

La densidad de carga, entendida como la cantidad de cerdos por metros cuadrados que se da en un recorrido, es un parámetro que se considera como una de las principales causas del aumento de lesiones y muerte de los cerdos. Se encuentran estudios que sugieren que dicha densidad debe depender del tiempo de recorrido; diferencian entre viajes cortos, con densidades que oscilan entre 0,1 a 0,6 m², y viajes largos, en los cuales se debe incrementar el espacio por animal entre 15 y 20 % (30,33,34).

Se ha registrado que la alta densidad de carga genera estrés en los cerdos debido a su susceptibilidad de padecer dificultades en la termorregulación, y la predisposición genética a padecer síndrome de estrés porcino, por lo que durante la movilización se deben considerar algunos signos como el jadeo, gruñidos en exceso, boca abierta, respiración agitada e incremento del pisoteo (9,35-37).

Un estudio realizado en Corea con 114 cerdos divididos en tres grupos que fueron transportados durante tres horas con diferente densidad de carga (0,31 m²/100 kg, alta densidad; 0,35 m²/100 kg, densidad media, y 0,39 m²/100 kg, baja densidad) mostró que las concentraciones de glucosa, creatina cinasa y lactato deshidrogenasa en sangre fueron

superiores en aquellos que tuvieron una alta densidad en comparación con los de mediana y baja; concluye que este factor afecta negativamente el bienestar animal y genera mayor presentación de carnes PSE (38).

En Alemania se comparó el comportamiento de los cerdos con densidad de carga baja 0,39 m²/100 kg y alta densidad 0,31 m²/100 kg, en la cual mostraron que la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y los parámetros sanguíneos en aquellos animales del segundo grupo fue superior en comparación con el primer grupo, lo cual refleja que este factor sí genera signos de estrés (39).

En este sentido, las dimensiones mínimas necesarias para la movilización de los cerdos deben permitir que estos animales se puedan acostar en decúbito lateral y levantar, ya que la carencia de espacios suficiente origina competencias, lo que genera la aparición de exceso de calor, ruido y estrés. En la tabla 2 se relaciona el espacio mínimo requerido por peso de animales en condiciones ambientales entre los 18 y los 24 °C (9,10).

Tabla 2. Densidades de carga recomendadas para el transporte de cerdos

Peso promedio (kg)	Núm. cerdos/camión	Espacio requerido para viajes cortos (m ²)
23	5,0	0,1
45	3,3	0,2
68	2,2	0,3
90	2,1	0,3
113	1,8	0,4
136	1,6	0,4
158	1,4	0,5
181	1,2	0,6

Fuente: Modificado de Grandin T. Livestock behaviour, design of facilities and human slaughter [internet]. 2007 [citado 2015 ago. 15]. Disponible en <http://www.grandin.com>.

La duración del transporte también tiene repercusiones en el bienestar de los cerdos debido a que favorece el ayuno y la falta de descanso (40-42); a pesar de esto, algunos estudios han mostrado que una duración extensa del

transporte (más de tres horas), aunque expone a los animales a los factores mencionados anteriormente, les da la capacidad para adaptarse a esas circunstancias a diferencia de los viajes cortos (43).

En España se mostró que los cerdos que son sometidos a trayectos con una duración inferior a una hora realizan un esfuerzo más intenso para adaptarse al cambio del medio ambiente, lo que genera mayor presentación de carnes PSE, en contraposición con aquellos animales que tuvieron un transporte mayor a tres horas (44). Otras investigaciones han encontrado que el porcentaje de cerdos que mueren o aquellos a los cuales se les generan lesiones disminuye cuando el transporte dura más de cuatro y cinco horas, respectivamente, en comparación con aquellos que son transportados por trayectos que duran menos de dos horas (44-48).

Abraham y colaboradores, en 2005, analizaron las concentraciones en sangre de glucosa, creatina cinasa y lactato deshidrogenasa, y hallaron que hubo una diferencia significativa ($p < 0,001$) entre los cerdos que tuvieron un transporte de menos de dos horas, en comparación con los trayectos de más de cuatro horas, lo cual muestra que el estrés es mayor en viajes cortos (49).

En 2003, Leheska concluyó que los tiempos de transporte prolongado reducen la presencia de carne PSE, lo que mejora la calidad de esta, al compararlos con viajes de 30 minutos (50). De igual manera, algunos estudios han mostrado que los viajes de corta duración generan mayores cambios en la temperatura de la canal, la pérdida por goteo y el pH (48,51-54).

Igualmente, Hambrecht y colaboradores indican que el transporte corto (inferior a 50 minutos) incrementa el cortisol; esto trae consecuencias adversas como vómitos y espuma bucal (55). Así, en el experimento en el cual transportaron 50 cerdos con un peso promedio de 80 kg en un espacio de 0,49 m², observaron que el 26 % de los cerdos vomitaron, el 52 % presentaron espuma, y en el 64 % se observó combinación de ambos signos. De igual manera, el 34 % de los cerdos mostraron carne PSE en el músculo

Longissimus dorsi, y el 24 %, DFD en uno o más músculos (*Longissimus dorsi*, semimembranoso, *abductor*).

Otra de las condiciones que afectan el bienestar de los porcinos durante el transporte es la vibración de este, ya que provoca que los cerdos vomiten. Así mismo, algunos estudios como los realizados por Perreman y colaboradores (56) muestran que dicha variable, con una intensidad de 2 a 4 Hz, provoca mayor estrés que las de 8 a 18 Hz, pues dichos individuos sometidos a vibraciones de baja frecuencia tienen 10 veces menos tiempo para acostarse. En este sentido, un estudio realizado por Peeters y colaboradores (57), en el cual sometió a 126 porcinos divididos en dos grupos a vibraciones generadas por un simulador de transporte con 4 y 8 Hz, con posterior descanso por dos horas, mostró que las concentraciones de cortisol salival de los animales sometidos a las vibraciones de 8 Hz fueron menores.

Los pisos, paredes y divisiones deben soportar el peso y ayudar a evitar lesiones; por lo tanto, deben tener superficie antideslizante para reducir el riesgo de caídas (58); es recomendable el uso de cama que absorba excreciones como las virutas de madera, aserrín, celulosa o paja (59). Sin embargo, algunos autores registran que el empleo de cama puede hacer el suelo más resbaladizo y dificultar su limpieza, lo cual incrementa el riesgo de diseminación de patógenos (60).

Respecto al microclima, después de la carga y en altas densidades de población, la humedad y la temperatura dentro del camión se elevan originando procesos de deshidratación debido a que se estimula la pérdida de calor por evaporación mediante el jadeo, lo que disminuye el bienestar (61-63). Así, en relación con la entalpía, es decir, el calor total contenido en el aire que rodea al animal y que depende de la temperatura y la humedad, la Comunidad Europea ha establecido límites de temperatura a los cuales se pueden transportar los cerdos, pero pocos índices incluyen las máximas de humedad relativa o absoluta, ni mencionan los rangos de entalpía apropiadas, por lo que algunos estudios han registrado que la entalpía media en los viajes de invierno es de 0,012 kg agua/

kg aire seco ($\pm 0,009$) y en los meses de verano de 0,006 kg agua/kg aire seco ($\pm 0,002$) (64).

CONSECUENCIAS DEL INADECUADO TRANSPORTE EN LOS PORCINOS Y LAS CANALES

Algunas consecuencias derivadas de un inadecuado transporte son animales heridos con hematomas, hemorragias y fracturas, efectos que generan acumulación de sangre en las canales, la cual debe ser retirada durante el procesamiento, ya que puede ser un sustrato para el crecimiento de agentes patógenos (33,65), así como animales enfermos, muertos y generación de carnes PSE y DFD (66). En Estados Unidos se estima que las pérdidas económicas pueden llegar a ser tan elevadas como el 30 % del valor total del cerdo (3,67); se calculan estas pérdidas para la industria porcina entre los 50 y los 100 millones de dólares anuales (63,65,68).

La mortalidad en el transporte puede darse sobre todo por hipertermia, en especial durante el verano (69); en este sentido, en la Unión Europea se han estimado pérdidas económicas de 60 millones de euros aproximadamente (70). En relación con los daños dérmicos, estos afectan la calidad de la canal y disminuyen su valor (71); así, los moretones son indicadores para la detección de fallas tales como uso excesivo de descargas eléctricas, mezcla no controlada de animales o problemas en el diseño de las paredes y puertas de los camiones (63).

Diversos estudios en países latinoamericanos han mostrado altas incidencias en la presentación de moretones y magulladuras en animales de abasto, originadas durante el transporte de estos hacia las plantas de beneficio. Por ejemplo, se han registrado en Brasil lesiones en sus animales que alcanzan hasta el 84 % (72); en Colombia, del 37,5 % (73); en México, del 97 % (74), y en Chile entre el 9 y el 21 % (75).

En relación con la presentación de carnes PSE y DFD, estas son poco atractivas para los consumidores, lo que afecta su comercialización, con problemas derivados del

hacinamiento, inadecuada regulación térmica y privación de agua y comida (76,77). De esta manera, las carnes PSE se caracterizan por una disminución del pH más rápida de lo normal, relacionadas con un estrés agudo antes del sacrificio, por ejemplo, al descargar los animales, manejarlos bruscamente o mezclarlos con animales desconocidos, originando una rápida elevación de ácido láctico (78,79).

Por otro lado, las carnes DFD se caracterizan por un pH final superior al normal; aparecen cuando los animales sufren un estrés crónico o han realizado un ejercicio físico intenso durante períodos de tiempo largos antes del sacrificio. El ayuno prolongado, la conducción brusca y las peleas derivadas de la mezcla de animales son los principales factores implicados en la aparición de esta clase de carne (79,80); estos hechos provocan agotamiento del glucógeno muscular antes del sacrificio del animal.

Para finalizar, es necesario generar nuevos sistemas de evaluación y seguimiento en el transporte de porcinos, teniendo presente factores relacionados con el conductor, las especificaciones de los camiones, las condiciones microambientales, la densidad de carga y la duración del viaje, con el propósito de disminuir la mortalidad, disminución en el peso vivo y daños de la canal. De igual manera, es necesario que los datos sobre pérdidas por muertes, daños en la piel y vómitos sean registrados por los conductores de los camiones, con el propósito de tener mejores indicadores de bienestar de los animales en esta fase de la cadena productiva; así mismo, mejorar las condiciones de transporte para los cerdos tendrá un impacto directo en la productividad y la sanidad, por lo que deberá considerarse una prioridad la promoción de prácticas de bajo costo para mejorar el bienestar de los cerdos.

REFERENCIAS

1. Córdova Izquierdo A, Ruiz Lang CG, Saltijeral Oaxaca JA, Xolalpa Campos V, Cortés Suárez S, Méndez Mendoza M, et al. Importancia del bienestar animal en las unidades de producción animal en México [internet]. REDVET. 2009 [citado 2015 sep 28]; 10(12).

- Disponibile en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617155010>
2. Shorthose WR. Intensive animal welfare. *Aust Vet Assoc.* 1987;8:101-15.
 3. Ritter MJ, Ellis M, Berry NL, Curtis SE, Anil L, Berg E, et al. Review: transport losses in market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. *Prof Anim Sci.* 2009;25(4):404-14. [http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30735-X](http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30735-X)
 4. Ellis M, Wang X, Funk T, Wolter B, Murphy C, Lenkaitis A, et al. Impact of trailer design factors on conditions during transport. *Proceedings of the 2010 Allen D. Leman 2 Swine Conference; 2010 sep 18-21; St Paul, MN, USA.* pp. 112-18.
 5. McGlone JJ, McPherson R, Anderson D. Case study: Moving devices for finishing pigs: Efficacy of electric prod, board, paddle, or flag. *Prof Anim Scientist.* 2004;20(6):518-23. [http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31357-7](http://dx.doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31357-7)
 6. Sutherland M, Krebs N, Smith J, Dailey JW, Carroll JA, McGlone JJ. The effect of three space allowances on the physiology and behavior of weaned pigs during transportation. *Livest Sci.* 2009;126(1-3):183-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.021>
 7. Sutherland M, McDonald A, McGlone JJ. Effects of variations in the environment, length of journey and type of trailer on the mortality and morbidity of pigs being transported to slaughter. *Vet Rec.* 2009;165(1):13-8. <http://dx.doi.org/10.1136/vetrec.165.1.13>
 8. Bryer PJ, Sutherland M, Davis BL, Smith J, McGlone J. The effect transport and space allowance on the physiology of breeding age gilts. *Livest Sci.* 2011;137(1-3):58-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.026>
 9. National Pork Board. Transport quality assurance. Handbook [internet]. 4ta. ed. Des Moines, IA: Pork Checkoff; 2005 [citado 2015 jun 20]. Disponible en: <http://old.pork.org/filelibrary/tqa/manual.pdf>
 10. Rojas H, Stuardo L, Benavides D. Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Rev Sci Tech Off Int Epiz.* 2005;24(2):549-65. <http://dx.doi.org/10.20506/rst.24.2.1589>
 11. Reglamento (CE) n.º de 22 de diciembre de 2004 relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) n.º 1255/97 [internet]. *Diario Oficial de la Unión Europea* (5/1/2005) [citado 2015 ago 15]. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0001&from=ES>
 12. Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 2640 de 2007, por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para consumo humano [internet]. *Diario Oficial* n.º 46.768 (1/10/2007) [citado 2015 ago 15]. Disponible en: http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ica_2640_2007.htm
 13. Hughes B, Duncan I. The notion of ethological “need” models of motivation and animal welfare. *Anim Behav.* 1988;36(6):1696-707. [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-3472\(88\)80110-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-3472(88)80110-6)
 14. Broom DM, Fraser A. Domestic animal behaviour and welfare. 4ta. ed. Wallingford, Oxon, UK: CAB International; 2007. <http://dx.doi.org/10.1079/9781845932879.0000>
 15. Webster J. The assessment and implementation of animal welfare: theory into practice. *Rev Sci Tech.* 2005;24(2):723-34. <http://dx.doi.org/10.20506/rst.24.2.1602>
 16. Farm Animal Welfare Committee [internet]. S. f. [citado 2015 sep 23]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/groups/farm-animal-welfare-committee-fawc>
 17. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Review of animal welfare legislation in the beef, pork, and poultry industries. 1a. ed. Roma: FAO; 2014.
 18. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Cerdos y el bienestar animal [internet]. 2014 [citado 2015 ago 23]. Disponible en: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AH_welfare.html
 19. Grandin T, Deesing M. Genetics and animal welfare. *Genetics and the Behaviour of Domestic Animals.* 1998;319-41.
 20. Fujii O, Otsu K, Zorzato F, de Leon S, Khanna VK, Weiler J, et al. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science.* 1991;26(253):448-51. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1862346>

21. Murray AC, Johnson CP. Impact of the halothane gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. *Can J Anim Sci.* 1998;78(4):543-8. <http://dx.doi.org/10.4141/A97-122>
22. Murray AC. Reducing losses from farm gate to packer. *Advances in Pork Production.* 2000;11:175.
23. Fábregas E, Velarde A, Diestre A. El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad [internet]. Centro de Tecnología de Carne [citado 2015 sep 23]. 2003. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/59-bienestar_durante_transporte_y_sacrificio.pdf
24. Gispert M, Faucitano L, Oliver MA, Guardia MD, Coli C, Siggins K, et al. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Sci.* 2000;55(1):97-106. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00130-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00130-8)
25. Díaz Luque I. Nutrición, salud y bienestar animal: investigación aplicada en el ámbito porcino [internet]. Cresa [citado 2015 sep 15]; 2014. Disponible en: http://www.infopork.com.ar/post/4574/Nutricion_salud_y_bienestar_animal_investigacion_aplicada_en_el_ambito_porcino_.html
26. Reiner G, Hubner K, Hepp S. Suffering in diseased pigs as expressed by behavioural, clinical and clinical-chemical traits, in a well-defined parasite model. *Appl Anim Behav Sci.* 2009;118(3-4):222-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2009.02.010>
27. Algers B. Injury and disease. Sect. Proceedings of the OIE Global Conference on Animal Welfare. París: Organización Mundial de Sanidad Animal; 2004. pp. 179-87.
28. Ferguson D, Warner R. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 2008;80(1):12-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.004>
29. Deiss V, Temple D, Ligout S, Racine C, Terlouw C. Can emotional reactivity predict stress responses at slaughter in sheep? *Appl Anim Behav Sci.* 2009;119(3-4):193-202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2009.03.018>
30. Warriss PD. The welfare of slaughter pigs during transport. *Anim Welf.* 1998;7(4):365-81.
31. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Transporte del ganado [internet]. FAO; 2012 [citado 2015 sep 13]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x6909s/x6909s08.htm>
32. Webster J. Animal welfare: limping towards eden [internet]. New York: Wiley-Blackwell; 2005 [citado 2015 sep 23]. Disponible en: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1405118776.html>
33. Warriss P. Meat science: an introductory text. Wallingford, England: CAB-International; 2000. pp. 237-9.
34. Warriss PD. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: A review. *Vet Rec.* 1998;142:449-54. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.142.17.449>
35. Gajana CS, Nkukwana T, Marume U, Muchenje V. Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. *Meat Sci.* 2013;95(3):520-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.028>
36. Gosálvez LF, Averós X, Valdevira JJ, Herranza A. Influence of season, distance and mixed loads on the physical and carcass integrity of pigs transported to slaughter. *Meat Sci.* 2006;73(4):553-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.02.007>
37. Pérez MP, Palacio MP, Santolaria M, Chacón M, Calvoe J. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Sci.* 2002;61(4):425-33. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00216-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00216-9)
38. Kim SH, Woo CY. Effects of stocking density and transportation time of market pigs on their behaviour, plasma concentrations of glucose and stress-associated enzymes and carcass quality. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2004;17(1):116-21. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2004.116>
39. Gerritzen MA, Hindle VA, Steinkamp K, Reimert HGM, Van Der Werf JTN, Marahrens M. The effect of reduced loading density on pig welfare during long distance transport. *Anim Int J Anim Biosci.* 2013;7(11):1849-57. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731113001523>
40. Aradom S. Animal transport and welfare with special emphasis on transport time and vibration [tesis doctoral]. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences; 2013.
41. Miranda de la Lama GC. Transport and pre-slaughter logistics: definitions and current tendencies in

- animal welfare and meat quality. *Veterinaria México*. 2013;44(1):31-56.
42. Nielsen S, Dybkjaer L, Herskin MS. Road transport of farm animals: effects of journey duration on animal welfare. *Animal*. 2011;5(3):415-27. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731110001989>
 43. Frimpong S, Gebresenbet G, Bobobee E., Aklaku E, Hamdu I. Effect of transportation and pre-slaughter handling on welfare and meat quality of cattle: case study of Kumasi Abattoir, Ghana. *Vet Sci*. 2014;1(3):174-91. <http://dx.doi.org/10.3390/vetsci1030174>
 44. Gosálvez LF, Riu M, Herranz AH, Colom A, Averós X. How are the pigs transported in Spain? Differences between slaughter and farm destinations. *Arch Zootec*. 2011;60(230):183-92. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000200003>
 45. Roldán S, Mota-Rojas D, Guerrero-Legarreta I, Mora-Medina D, Flores-Peinado S, Orozco H. Animal welfare of barrows with different antemortem lairage times without food. *Vet Med*. 2013;58(6):305-11.
 46. Mota-Rojas D, Becerril M, Trujillo-Ortega M, Flores C, Guerrero-Legarreta I. Effects of pre-slaughter transport lairage and sex on pig chemical serologic profiles. *J Anim Vet Adv*. 2009;8(2):246-50.
 47. Averos X, Herranza A, Comella J, Gosaleves L. Serum stress parameters in pigs transported to slaughter under commercial conditions in different seasons. *Vet Med*. 2007;52(8):333-42.
 48. Becerril-Herrera M, Mota-Rojas D, Guerrero Legarreta I, Schunemann de Aluja A, Lemus-Flores C, González-Lozano M, et al. Relevant aspects of swine welfare in transit. *Vet México*. 2009;40(3):315-29.
 49. Abraham C, Weber M, Balogh K, Mezes M, Febel H. Effect of transport and lairage on some physiological and meat quality parameters gin slaughter pigs. *Magy Allatorvosok Papja*. 2005;127:139-45.
 50. Leheska J, Wulf D, Maddock R. Leheska JM, Wulf DM, Maddock RJ. Effects of fasting and transportation on pork quality development and extent of post-mortem metabolism. *J Anim Sci*. 2003;80(31):3194-202.
 51. Seshoka ML, Kanengoni AT, Erlwanger FKS& KH. The novel use of "point of care" devices to evaluate transport duration on selected pork quality parameters. *South Afr Soc Anim Sci*. 2013;43(5):48-53. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v43i5.9>
 52. Hambrecht E, Eissen JJ, Nooijent RI, Ducro BJ, Smits CH, den Hartog LA, Verstegen MW. Pre-slaughter stress and muscle energy largely determine pork quality at two commercial processing plants. *J Anim Sci*. 2004;82(5):1401-9. <http://dx.doi.org/10.2527/2004.8251401x>
 53. Edwards LN, Engle TE, Correa JA, Paradis MA, Grandin T, Anderson D. The relationship between exsanguination blood lactate concentration and carcass quality in slaughter pigs. *Meat Sci*. 2010;85(3):435-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.012>
 54. Mota-Rojas D, Becerril-Herrera M, Roldán S, Flores-Peinado S, Mora-Medina D. Effects of long duration transportation and CO₂ stunning on critical blood values in pigs. *Meat Sci*. 2012;90(4):893-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.027>
 55. Hambrecht E, Eissen JJ, Newman D, Smits CH, den Hartog LA, Verstegen MW. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. *J Anim Sci*. 2005;83(2):440-8. <http://dx.doi.org/10.2527/2005.832440x>
 56. Perreman S, Randall J, Allegaert L, Stiles M, Rombouts G, Geers R. Influence of vertical vibration on heart rate in pigs. *J Anim Sci*. 1998;76(2):416-20. <http://dx.doi.org/10.2527/1998.762416x>
 57. Peeters E, Neyt A, Beckers F, de Smet S, Aubert A, Geers R. Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, and vitamin E on stress responses of pigs to vibration. *J Anim Sci*. 2005;83(7):1568-80. <http://dx.doi.org/10.2527/2005.8371568x>
 58. Peeters E, Deprez K, Beckers F, De Baerdemaeker J, Aubert AE, Geers R. Effect of driver and driving style on the stress responses of pigs during a short journey by trailer. *Anim Welf*. 2008;17(2):189-96.
 59. Torrey S, Begeront R, Faucitano L, Widowski T, Lewis N, Crowe T, et al. Transportation of market-weight pigs: II. Effect of season and location within truck on behavior with an eight-hour transport. *J Anim Sci*. 2012;91(6):2872-8. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-6006>

60. Hutchison ML, Walters LD, Avery SM, Munro F, Moore A. Analyses of livestock production, waste storage and pathogen levels and prevalences in farm manures. *Appl Enviroment Microbiol.* 2005;71(3):1231-6. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.71.3.1231-1236.2005>
61. Caulfield MP, Cambridge H, Foster SF, McGreevy PD. Heat stress: A major contributor to poor animal welfare associated with long-haul live export voyages. *Vet J.* 2014;199(2):223-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.09.018>
62. Miranda-de la Lama GC, Villarroel M, María GA. Behavioral and physiological profiles following exposure to novel environment and social mixing in lambs. *Small Rumin Res.* 2012;103(2):158-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.08.007>
63. Miranda de la Lama GC, Villarroel M, María G. Live-stock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: A review. *Meat Sci.* 2014;98(1):9-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.005>
64. Formoso-Rafferty N, Villarroel M, Barreiro P. Transporte internacional de cerdos: entalpía como indicador no invasivo de bienestar animal. *Rev Complut Cienc Vet.* 2012;6(1):55-9.
65. Adzitey F. MiniReview: Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *Int Food Res J.* 2011;18:485-91.
66. Pilcher C, Ellis M, Rojo-Gómez A, Curtis SE, Wolter BF, Peterson CM, et al. Effects of floor space during transport and journey time on indicators of stress and transport losses in market weight pigs. *J Anim Sci.* 2011;99(11):3809-18. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3143>
67. Ritter MJ. Effects of animal handling and transportation factors on the welfare, stress responses, and incidences of transport losses in market weight pigs at the packing plant. *Urbana-Champaign: University of Illinois;* 2007.
68. Ellis M, Ritter MJ. Impact of animal handling and transportation conditions on losses of slaughter weight swine during transport. *Prod Anim Assoc Swine Vet.* 2005;9:23-7.
69. María G, Liste G, Campo M, Villarroel M, Sañudo C, Olleta J. Influence of transport duration and season on sensory meat quality in rabbit. *Meat Sci.* 2008;16(2):81-8.
70. Warris PD. The consequences of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. *Meat Focus Int.* 1996;4:89-92.
71. Grandin T. Auditing animal welfare at slaughter plants. *Meat Sci.* 2010;86(1):56-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.022>
72. Andrade E, Roca R, Silva RA. Prevalência de lesões em carcaças de bovinos de corte abatidos no Pantanal Sul Mato-Grossense transportados por vias fluviais. *Cienc Tecnol Aliment.* 2008;28(4):822-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000400010>
73. Varón-Álvarez LJ, Romero MH, Sánchez JA. Caracterización de las contusiones cutáneas e identificación de factores de riesgo durante el manejo presacrificio de cerdos comerciales. *Arch Med Vet.* 2014;46(1):93-101. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000100013>
74. Miranda-de la Lama GC, Leyva I, Barreras-Serrano A, Pérez-Linares C, Sánchez-López E, María GA, et al. Assessment of cattle welfare at a commercial slaughter plant in the northwest of Mexico. *Trop Anim Health Prod.* 2012;44(3):497-504. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-011-9925-y>
75. Strappini A, Frankena K, Metz JH, Gallo C, Kemp B. Characteristics of bruises in carcasses of cows sourced from farms or from livestock markets. *Animal.* 2012;6(3):502-9. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731111001698>
76. Viljoena HF, De Kocka HL, Webbb EC. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.* 2002;61(2):181-5. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00183-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00183-8)
77. Adzitey F, Nurul H. Pale Soft Exudative (PSE) and Dark Firm Dry (DFD) Meats: Causes and measures to reduce these incidences. *Int Food Res J.* 2011;65:132-7.
78. Farm Animal Welfare Education Centre. Ficha técnica sobre bienestar de animales de granja. 2014;9:2.
79. European Food Safety Authority. Scientific opinion concerning the welfare of animals during transport. *EFSA Journal.* 2011;9(1):1996.
80. Faucitano L, Schaefer A. Welfare of pigs: from birth to slaughter. *Güeldres, Países Bajos: Wageningen Academic Publishers;* 2008. pp. 5-8. <http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-637-3>