

## Efecto del Transporte de Cerdos de Ceba en la Incidencia de Cerdos Fatigados y Lesionados

### EFFECT OF TRANSPORT OF MARKET-WEIGHT PIGS ON THE INCIDENCE OF FATIGUED AND INJURED PIGS

Marlyn Hellen Romero<sup>1,2</sup>, Jorge Alberto Sánchez<sup>1</sup>, Juan David Acevedo-Giraldo<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar el efecto del transporte de cerdos de ceba en la incidencia de cerdos fatigados y lesionados. Se hizo un estudio observacional prospectivo que evaluó 18 437 cerdos (n=350 lotes) que fueron desembarcados en tres plantas de sacrificio comerciales en Colombia. La tasa de mortalidad fue de 0.0016% y la incidencia de cerdos fatigados y lesionados fue de 0.02%. El tiempo de transporte, densidad de carga, planta de sacrificio, mezcla de lotes, tipo de camión, velocidad y presencia de un ayudante en el viaje estuvieron asociados a la incidencia de cerdos no ambulatorios.

**Palabras clave:** cerdos no ambulatorios, estrés, pérdidas por transporte

#### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of transport of market-weight pigs on the incidence of fatigued and injured pigs. An observational prospective study was performed to evaluate 18 437 pigs (n=350 batches) that were unloaded at three commercial slaughterhouses in Colombia. The mortality rate was 0.0016% and the incidence of fatigued and injured pigs was 0.02%. Transport time, stocking density, slaughterhouse, batch mixing, type of truck, speed and assistant on the journey were associated with non-ambulatory pigs incidence.

**Key words:** non-ambulatory pigs, stress, transport losses

<sup>1</sup> Departamento Salud Animal, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia

<sup>2</sup> E-mail: [marlyn.romero@ucaldas.edu.co](mailto:marlyn.romero@ucaldas.edu.co)

Recibido: 17 de abril de 2016

Aceptado para publicación: 12 de julio de 2016

## INTRODUCCIÓN

La producción sostenible de carne es definida como una forma de producción «ecológicamente sana, viable desde el punto de vista económico, socialmente justa y humana» (Appleby, 2004). En este contexto, desde la perspectiva ética y comercial, el bienestar animal es considerado como un componente necesario de la producción sostenible (Velarde *et al.*, 2015).

El transporte terrestre de ganado incluye la preparación y el embarque de los animales en el lugar de origen (granja, feria, subasta), su confinamiento en la fase estacionaria o en movimiento en los camiones, el desembarque y la estadía en las plantas de sacrificio (Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2012). El transporte es considerado como una de las principales causas de estrés, afectando el bienestar animal (Mota-Rojas *et al.*, 2012), el comportamiento de los animales (Magnani *et al.*, 2014) y su salud (Brandt y Aaslyng, 2015), así como la calidad de la carne (Velarde *et al.*, 2015). Además, predispone a contusiones cutáneas (Varón-Álvarez *et al.*, 2014).

La postración y muerte de animales durante el transporte representan pérdidas económicas para la industria cárnica porcina y son de gran interés desde la perspectiva del bienestar animal (Ritter *et al.*, 2009a; Pilcher *et al.*, 2011). Las pérdidas por transporte incluyen los cerdos que mueren durante el viaje y los que se convierten en cerdos no ambulatorios; es decir, que son incapaces de permanecer con sus congéneres y de moverse por sus propios medios porque presentan lesiones osteomusculares (lesiones) o por extrema fatiga (Pilcher *et al.*, 2011). Estas pérdidas se encuentran entre el 0.07 y 5.2% de los cerdos cebados en diferentes partes del mundo, especialmente en Canadá y Estados Unidos (Haley *et al.*, 2008a,b).

Las pérdidas para los productores incluyen el costo total de los cerdos muertos por decomiso total durante la inspección veterinaria (MSP, 2013) y la pérdida del valor comercial de los animales no ambulatorios, que puede ser del 30% (Ritter *et al.*, 2009a). Con relación a las plantas de sacrificio, los cerdos no ambulatorios requieren mayor mano de obra para su manejo humanitario y procesamiento. Adicionalmente, puede causar la suspensión del establecimiento en países como Estados Unidos, en el caso que las autoridades sanitarias identifiquen un manejo cruento en los cerdos no ambulatorios (Ritter *et al.*, 2009b). Asimismo, para los comercializadores de las canales y las carnes, las pérdidas económicas están asociadas con la obtención de carnes de menor calidad (PSE o DFD) (Pilcher *et al.*, 2011).

Teniendo en cuenta la importancia de las pérdidas por transporte desde el punto de vista económico, comercial y ético, el presente artículo tuvo como objetivo identificar los factores de riesgo asociados a las pérdidas por transporte en cerdos y dar lineamientos que orienten su manejo en plantas de sacrificio comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Consideraciones Éticas

Los protocolos y procedimientos empleados en esta investigación contaron con la aprobación del Comité de Ética para la Experimentación con Animales (CEEA) de la Universidad de Caldas (Acta N.º 1 del 7 de mayo de 2014), Manizales, Colombia.

### Tipo de Estudio

Estudio prospectivo observacional. Se hizo el seguimiento de la operación de desembarque y estadía en tres plantas de sacrificio comercial en Colombia, entre mayo y julio de 2015. Cada planta fue observada durante un mes.

## Plantas de Sacrificio

Las plantas de sacrificio están localizadas en la región andina. La planta A en la ciudad de Medellín (Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia). La zona se encuentra a una altitud de 1460 a 3200 m, con temperatura ambiental entre 15 y 21 °C y 68.3% de humedad relativa. La planta procesa un promedio de 1000 porcinos/día (100 cerdos/h).

La planta B está localizada en la ciudad de Bogotá (Cundinamarca, Colombia), a una altitud de 2640 msnm, temperatura promedio de 9 °C y 80% de humedad, y procesa un promedio de 1500 cerdos día (150 cerdos/h). La planta C se encuentra en la ciudad de Manizales (Caldas, Colombia), a una altitud de 1900 m, temperatura de 22 °C y 68% de humedad (IDEAM, 2015). En esta planta se procesan 350 cerdos/día (35 cerdos/hora).

Las tres plantas cuentan con rampas de desembarque hidráulicas. Tienen corrales techados para albergar lotes individuales, con suministro de agua *ad libitum*. No disponen de facilidades para proporcionar alimento.

## Cerdos No Ambulatorios

En el área de desembarque se posicionaron tres observadores médicos veterinarios para identificar animales muertos en los camiones y la presencia de cerdos no ambulatorios, de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: los cerdos debían pertenecer a la categoría de ceba, con pesos comerciales acordes con la zona de comercialización (planta A =  $135 \pm 6$  kg; planta B =  $90 \pm 10$  kg; planta C =  $114 \pm 13$  kg), y ser de las líneas terminales de las casas genéticas Topigs Norsvin, Alianza Solla-Choice Genetics o PIC.

Se clasificaron como cerdos fatigados aquellos que no presentaron lesiones, traumas o enfermedades obvias, pero rehusaron caminar por sus propios medios y exhibieron

uno o más de los siguientes signos de estrés: disnea, piel con manchas rojas o decoloración, vocalización aguda característica y temores musculares (Benjamin, 2005; Pilcher *et al.*, 2011). Los animales se clasificaron como lesionados cuando exhibían una lesión osteomuscular evidente que impedía el movimiento normal.

A los cerdos que se encontraban en una de estas dos condiciones se les denominó «cerdos no ambulatorios» (Ritter *et al.*, 2009a; Pilcher *et al.*, 2011). De acuerdo con la normatividad sanitaria colombiana, los cerdos lesionados fueron sometidos a sacrificio de emergencia en la sala de sacrificio sanitario. Para el aturdimiento se utilizó el método de electronarcosis para la planta A y aturdido con pistola de proyectil retenido con fulminante en las plantas B y C. Los cerdos fatigados se trasladaron al corral de observación y se sometieron a reposo, periodo en el cual se efectuó una segunda inspección ante-mortem. Los cerdos con signos de recuperación se sacrificaron sin restricciones; caso contrario, se realizaba el sacrificio de emergencia (MPS, 2013).

Se aplicó una encuesta estructurada a los conductores de los camiones y se consolidó información sobre la fecha del descargue (dd, mm, año), número de identificación del productor, nombre del conductor, velocidad promedio, placa y tipo de camión (1, 2, 3 pisos), y departamento, municipio y granja de procedencia. Asimismo, el número de animales por camión (lote) y de cerdos no ambulatorios/camión, tiempo de transporte (h), distancia (km), presencia de un ayudante en el camión, mezcla de lotes en las granjas, clasificación de la condición del animal (lesionado y fatigado durante el transporte o en los corrales de la planta), motivo por el cual se efectuó el sacrificio de emergencia y la causa de decomiso. El tiempo de transporte fue considerado como el tiempo transcurrido desde el inicio del viaje en la granja hasta el ingreso a la planta de sacrificio.

Cuadro 1. Comparación de medias por la prueba de Tukey (Media  $\pm$  EE) de las variables registradas por lote de cerdos<sup>1</sup> en tres plantas de sacrificio comercial (Colombia, 2015)

Variable	Planta A	Planta B	Planta C
Cerdos por camión (lote)	56.2 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	38.0 $\pm$ 1.7 <sup>b</sup>	65.3 $\pm$ 2.9 <sup>c</sup>
Distancia recorrida (km)	73.1 $\pm$ 4.4 <sup>a</sup>	92.4 $\pm$ 4.1 <sup>b</sup>	59.8 $\pm$ 6.7 <sup>a</sup>
Tiempo de transporte (h)	2.8 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	3.5 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup>	2.2 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>
Velocidad (km/h)	60.4 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	59.8 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	52.1 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>
Densidad en el camión (m <sup>2</sup> /100 kg)	0.57 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	0.47 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	0.48 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
Cerdos no-ambulatorios/camión (n)	2.0 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	2.0 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.0 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Variables con diferentes letras dentro de filas presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

<sup>1</sup> Los datos representan 350 lotes (n=18 437 ceros; 372 cerdos no ambulatorios)

### Análisis Estadístico

La unidad experimental en el estudio fue el lote, quedando definido como lote el grupo de animales transportado en un mismo camión y desembarcado en la planta de sacrificio.

El análisis de la incidencia de cerdos no ambulatorios/lote se realizó por medio de una distribución binomial negativa, mediante el programa STATA v. 13.0 para Windows (Colleague Station, Texas, EEUU). Teniendo en cuenta que el tamaño del lote fue variable (entre 2 y 124 animales/camión), se hizo la transformación logarítmica para el análisis (cerdos no ambulatorios/lote dividido por el log del tamaño del lote y multiplicado por 100).

Se realizaron análisis individuales de cada variable predictora con el fin de explorar la información. Se ejecutó el modelo completo con las variables seleccionadas, para estimar sus efectos y grado de significancia estadística, con el objetivo de remover aquellas que no presentaron significancia al nivel de  $p < 0.05$ . Los efectos de las variables predictoras sobre la incidencia de cerdos no ambulatorios/lote se expresaron por medio de

los riesgos relativos (RR) y sus respectivos intervalos de confianza. Los RR explican las veces en que la tasa de incidencia de cerdos no-ambulatorios es mayor ( $RR > 1$ ) o menor ( $RR < 1$ ) en la categoría siguiente de la variable considerada como de referencia.

Las diferencias entre las variables continuas evaluadas en el estudio, de acuerdo con al tipo de planta, se realizó mediante la prueba de Tukey. Se consideraron como significativos todos los análisis donde  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Se evaluaron 18 437 porcinos de ceba (n = 350 lotes), de los cuales 372 se convirtieron en cerdos no ambulatorios; es decir, el 0.02% del total de cerdos evaluados. De estos, el 82% (n=305) correspondieron a cerdos fatigados y el 18% restante a cerdos lesionados (relación 4.5:1). La tasa de mortalidad fue de 0.0016% (23/18 437). El tamaño de los lotes de cerdos transportados, distancia recorrida, tiempo de transporte, velocidad y densidades en el camión presentaron valores diferentes entre las plantas de sacrificio (Cuadro 1).

Cuadro 2. Factores asociados con la incidencia de cerdos no ambulatorios por lote en tres plantas de sacrificio, medidos por medio de un modelo de regresión binomial negativa

Variable/categoría	Frecuencia n (%)	RR <sup>1</sup>	ES	IC 95%
<b>Planta (no ambulatorios [n])</b>				
A	141 (37.9)	Ref.		
B	168 (45.2)	1.2**	0.1	1.0-1.5
C	63 (16.9)	1.4**	0.1	1.2-1.6
<b>Ayudante</b>				
Sí	142 (38.2)	0.83*	0.09	0.7-0.9
No	230 (61.8)	Ref.		
<b>Mezcla de lotes en granja</b>				
Sí	338 (90.9)	1.4**	0.09	1.2-1.6
No	34 (9.1)	Ref.		
<b>Densidad (animal/m<sup>2</sup>)</b>				
0.4-0.5	186 (50.1)	1.1*	0.1	1.0-1.3
0.51-0.6	125 (33.7)	Ref.		
0.61-0.8	60 (16.2)	1.6**	0.11	1.2-1.8
<b>Velocidad (km/h)</b>				
		0.99*	0.002	0.98-0.99
<b>Tiempo de transporte (h)</b>				
0.5-2	104 (27.2)	Ref.		
2.1-4	221 (59.4)	0.8*	0.1	0.5-1.0
4.1-6	50 (13.4)	0.5**	0.1	0.4-0.7
<b>Pisos del camión (n)</b>				
Uno	119 (32.0)	Ref.		
Dos	243 (65.3)	0.6**	0.03	0.5-0.7
Tres	10 (2.7)	0.3**	0.06	0.2-0.4

<sup>1</sup> RR: Riesgo relativo; \* p<0.05; \*\* p<0.01; ES: Error estándar; IC: intervalo de confianza

El análisis de regresión binomial negativa mostró que la incidencia de cerdos no ambulatorios fue mayor en las plantas B y C comparadas con la planta A. Así mismo, el riesgo de postración aumentó cuando la densidad en el camión fue mayor y cuando se presentó la mezcla de lotes en las granjas

(p<0.05). Los cerdos transportados durante dos o menos horas presentaron un mayor riesgo de convertirse en no ambulatorios que los sometidos a viajes de mayor duración (p<0.05). Llevar un ayudante que revisara los cerdos durante el viaje fue un factor que disminuyó el riesgo de postración. Los ca-

miones con dos o tres pisos presentaron una menor incidencia de cerdos no ambulatorios que los camiones de un piso ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 2).

## DISCUSIÓN

El transporte terrestre tiene efectos negativos en el bienestar de los porcinos como respuesta a la novedad, el miedo y a los movimientos del vehículo que pueden originar cinetosis por la activación del sistema vestibular (Santurtun y Philips, 2015). La evaluación de las tasas de mortalidad y de cerdos no ambulatorios son indicadores que reflejan problemas graves durante el transporte, cuya identificación permite orientar lineamientos para la industria cárnica y disminuir costos de producción (Torrey *et al.*, 2013).

Las tasas de mortalidad de cerdos de ceba durante el transporte oscilan entre 0.07 y 5.2% de acuerdo a estudios efectuados en la industria porcina en Norte América (Ritter *et al.*, 2009a). La hallada en este trabajo (0.0016%) es bastante baja comparada con los reportes de una investigación efectuada en Colombia en cerdos comerciales (0.17-0.20%) (Romero *et al.*, 2015) y las descritas en Estados Unidos (Jhonson *et al.*, 2013), Canadá (Haley *et al.*, 2008a), Europa (Averos *et al.*, 2008) y en el norte de Italia en cerdos con pesos superiores a 160 kg (Vitale *et al.*, 2014). No obstante, en el periodo de seguimiento se observó que algunos productores no tecnificados retiraban los cerdos muertos antes del ingreso a las plantas de sacrificio para evitar el decomiso completo del animal; medida sanitaria contemplada en la legislación sanitaria actual (MPS, 2013). Este aspecto indudablemente pudo incidir en los resultados porque no fueron incluidos en las tasas de mortalidad, siendo por tanto relevante tomar las medidas de control respectivas, a fin de preservar la salud pública.

Con relación a las tasas de cerdos no ambulatorios, los resultados son discordantes con otros estudios. En una investigación retrospectiva realizada en Colombia con datos de tres años en una de las plantas de sacrificio de mayor procesamiento a nivel nacional, se reportaron tasas de 0.44 a 0.5% (Romero *et al.*, 2015), pero se incluyeron los cerdos postrados por enfermedades previas, aspecto que fue controlado en este estudio prospectivo. Así mismo, los resultados son inferiores al 0.25% descrito por Sutherland *et al.* (2009), 0.6% de Fitzgerald *et al.* (2009) y 0.95% de Pilcher *et al.* (2011). Las diferencias pueden estar asociadas a factores relacionados con el animal (genética, edad, peso), el diseño de los camiones, las condiciones y planeación del viaje, el menor número de cerdos transportados en los camiones colombianos, la interacción humano-animal y el sistema de comercialización, entre otros (Ritter *et al.*, 2006; Brandt y Aaslyng, 2015). De manera adicional, en este estudio se encontró una razón de 1:4.5 entre la frecuencia de cerdos lesionados y fatigados, siguiendo la misma tendencia observada en trabajos efectuados en Estados Unidos (Ritter *et al.*, 2006).

Las características de manejo y las condiciones de transporte fueron muy heterogéneas en las tres plantas evaluadas. El tamaño del lote fue una de las variables con mayor divergencia, porque el transporte de cerdos es especializado en las plantas A y C, localizadas en las zonas porcícolas más importantes de Colombia (Antioquia y eje cafetero) (CONPES, 2007). La planta B se encuentra localizada en la principal zona de consumo (Bogotá), pero los productores tienen diferentes grados de tecnificación, tanto a nivel productivo como en la comercialización y transporte. De acuerdo a estas condiciones, las plantas B y C presentaron mayor probabilidad de presentar cerdos no ambulatorios que la planta A, pero estas comparaciones deben efectuarse de manera cuidadosa, teniendo en cuenta las diferencias ya enunciadas, aspecto que amerita investigaciones más exhaustivas.

La densidad de carga en el camión tiene grandes implicancias comerciales en la industria porcina por la posibilidad de disminuir los costos de transporte; sin embargo, si no es apropiada tiene implicaciones negativas en el bienestar animal y pérdidas asociadas con la mortalidad y la postración de los cerdos (Pilcher *et al.*, 2011). Ritter *et al.* (2006) reportaron un incremento de 0.08 y 0.27% de pérdidas por transporte cuando los animales se mantenían a densidades de 0.5 y 0.4 m<sup>2</sup>/100 kg, respectivamente. Esos resultados difieren con el presente estudio, donde el riesgo de presentar una mayor incidencia de cerdos no ambulatorios aumentó cuando las densidades estuvieron entre 0.51 y 0.8 m<sup>2</sup>/100 kg, dado que aumenta la temperatura interna del camión, lo que hace que el viaje sea incómodo para los animales al no contar con suficiente espacio para adoptar posturas que le faciliten la pérdida de calor y mantener el equilibrio (Haley *et al.*, 2008a; Miranda-de la Lama *et al.*, 2011).

De otra parte, la mayor velocidad en el transporte presentó una asociación directa con la presencia de cerdos fatigados, en tanto que la presencia de un acompañante responsable de la supervisión de los cerdos durante el viaje fue un factor que disminuyó el riesgo de fatigarse, aspectos que concuerdan con estudios efectuados en Colombia por Varón-Álvarez *et al.* (2014).

Se esperaría encontrar una relación directa entre el riesgo de morir y de convertirse en cerdos no ambulatorios a medida que el tiempo de transporte es mayor. En el estudio, a diferencia de lo reportado por otros autores (Pérez *et al.*, 2002; Pilcher *et al.*, 2011), el mayor riesgo de postración se presentó en los cerdos transportados entre 0.5 y 2 h. Se ha sugerido que los cerdos que se lesionan o se fatigan durante el embarque o durante las primeras horas de viaje no tienen suficiente tiempo para recuperarse, porque requieren de por lo menos 2 horas para que sus parámetros fisiológicos retornen a los niveles basales (Sutherland *et al.*, 2009). Otros autores sostienen que los tiempos de trans-

porte superiores a 3 h tienen un efecto mínimo sobre las pérdidas por transporte (Haley *et al.*, 2008b; Kephart *et al.*, 2010); no obstante, se ha argumentado que la calidad del transporte, que incluye factores como la selección de animales aptos para el viaje, características de las vías, condiciones de diseño y operación del camión, densidad de carga, temperatura y ventilación del vehículo, son factores de mayor impacto en las pérdidas por transporte que la duración del viaje (Brandt y Aaslyng, 2015).

El diseño de los camiones y el tamaño de la carrocería es crucial para controlar el microclima de los compartimentos en donde se separan los cerdos y, por lo tanto, asegurar el bienestar animal (Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2012). En este estudio, los cerdos no ambulatorios se encontraron con mayor frecuencia en los camiones de un piso, a diferencia de los resultados obtenidos en un estudio retrospectivo que evaluó 914 178 cerdos durante 3 años, el cual reportó una frecuencia mayor en los camiones de dos y tres pisos (Romero *et al.*, 2015). Es importante recordar que existen diversos factores relacionados con el diseño del camión y las pérdidas por transporte como el sistema de ventilación del vehículo, características del techo (altura, presencia de aislante térmico, uso de carpa), temperatura interna del camión (<24 °C), radiación solar, densidad de carga (Weschenfelder *et al.*, 2012; Fox *et al.*, 2014), vibraciones del camión y la posibilidad de los cerdos de mantenerse o no en pie durante el viaje (dalla Costa *et al.*, 2007), y la presencia o no de rampas internas (Torrey *et al.*, 2013), entre otros.

La mezcla de lotes en las granjas en el momento del embarque es una práctica común en Colombia, dada la heterogeneidad que algunas veces presentan los lotes en la fase final de la ceba. Es así que los productores escogen los cerdos de pesos similares de cada lote (triaje) justo antes de ser llevados a la planta de sacrificio. Esta reagrupación social propicia la agresividad y el establecimiento de nuevas jerarquías en los corrales de las

plantas de sacrificio (Varón-Alvarez *et al.*, 2014). Esta variable incrementó las pérdidas por transporte, porque se rompió la estructura social del grupo y aumentaron los encuentros antagónicos. La respuesta al ejercicio agudo y el incremento de la demanda de oxígeno activa la vía glicolítica anaerobia, con la consecuente acumulación de ácido láctico, que copa el ciclo de Cori y produce una acidosis metabólica, caracterizada por una disminución del pH sanguíneo y un incremento de 1 a 1.25 °C en la temperatura corporal, conocido como hipertermia por estrés (Carr *et al.*, 2005); además de disnea y pérdida de coloración cutánea (Benjamin, 2005), condiciones que favorecen la ocurrencia de cerdos fatigados.

Los resultados indican que se hace necesario realizar una planeación efectiva del viaje con el fin de asegurar densidades de carga que favorezcan el descanso y la recuperación de los cerdos. Así mismo, es útil garantizar el manejo del microclima del camión, las condiciones de transporte y otras características que disminuyen los riesgos de mortalidad, lesión y fatiga durante el viaje.

## CONCLUSIONES

- Las condiciones de transporte y de manejo en las plantas de sacrificio fueron variables.
- Las tasas de mortalidad y de cerdos no ambulatorios fueron bajas.
- Los factores asociados con la tasa de incidencia de cerdos fatigados y lesionados fueron la planta, densidad de carga del camión, tiempo de transporte, velocidad, mezcla de lotes y número de pisos del camión.
- Transportar los cerdos en compañía de un ayudante que los vigile durante el viaje se comportó como un factor protector, que disminuyó el riesgo de postración.

## Agradecimientos

Los autores muestran su agradecimiento a la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Caldas por la financiación del estudio, a las plantas de sacrificio por el apoyo logístico y a los participantes del estudio por su compromiso y dedicación para la correcta ejecución de cada uno de los procesos.

## LITERATURA CITADA

1. **Appleby MC. 2004.** Alternatives to conventional livestock production methods. In Benson GJ, Rollin BE (eds). Production animal pain and well-being: theory and practice. Ames, USA: Blackwell. p 339-350.
2. **Averos X, Knowles TG, Brown SN, Warriss PD, LF Gosálvez. 2008.** Factors affecting the mortality of pigs being transported to slaughter. *Vet Rec* 163: 386-390. doi: 10.1136/vr.163.13.386
3. **Benjamin M. 2005.** Pig trucking & handling- stress and fatigued pig. *Adv Pork Prod* 16: 57-66.
4. **Brandt P, Aaslyng MD. 2015.** Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: A review. *Meat Sci* 103: 13-23. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.12.004
5. **Carr SN, Gooding JP, Rincker PJ, Hamilton DN, Ellis M, Killefer J, FK McKeith. 2005.** A survey of pork quality of downer pigs. *J Muscle Foods* 16: 298-305. doi: 10.1111/j.1745-4573.2005.00022.x
6. **[CONPES] Consejo Nacional de Política Económica y Social. 2007.** Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la Cadena Porcícola. Colombia. Documento Conpes 3458. [Internet]. Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2007/Conpes\\_3458\\_2007.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2007/Conpes_3458_2007.pdf)

7. **dalla Costa OA, Faucitano L, Coldebella A, Ludke JV, Peloso JV, dalla Roza D, MJR Paranhos da Costa.** 2007. Effects of the season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. *Livestock Sci* 107: 29-36. doi: 10.1016/j.livsci.2006.08.015
8. **Fitzgerald RF, Stalder KJ, Matthews JO, Schultz Kaster CM, AK Johnson.** 2009. Factors associated with fatigued, injured, and dead pig frequency during transport and lairage at a commercial abattoir. *J Anim Sci* 87: 1156-1166. doi: 10.2527/jas.2008-127
9. **Fox J, Widowski T, Torrey S, Nannoni E, Bergeron R, Gonyou HW, Brown JA, et al.** 2014. Water sprinkling market pigs in a stationary trailer. 1. Effects on pig behavior, gastrointestinal tract temperature and trailer micro-climate. *Livestock Sci* 160: 113-123. doi: 10.1016/j.livsci.2013.12.019
10. **Haley C, Dewey CE, Widowski T, Poljak Z, R Friendship.** 2008a. Factors associated with in-transit losses of market hogs in Ontario in 2001. *Can J Vet* 72: 377-384.
11. **Haley C, Dewey CE, Widowski T, R Friendship.** 2008b. Association between in-transit loss, internal trailer temperature, and distance traveled by Ontario market hogs. *Can J Vet* 72: 385-389.
12. **[IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.** 2015. Geovisor institucional. [Internet]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/geoportal>
13. **Kephart KB, Harper MT, CR Raines.** 2010. Observations of market pigs following transport to a packing plant. *J Anim Sci* 88: 2199-2203. doi: 10.2527/jas.2009-2440
14. **Magnani D, Cafazzo S, Cala P, Razuoli E, Amador M, Bernardini D, Gerardi G, Nanni Costa L.** 2014. Effect of long transport and environmental conditions on behaviour and blood parameters of postweaned piglets with different reactivity to backtest. *Livestock Sci* 162: 201-208. doi: 10.1016/j.livsci.2014.01.011
15. **Miranda-de la Lama GC, Sepúlveda WS, Villarroel M, María GA.** 2011. Livestock vehicle accidents in Spain: causes, consequences, and effects on animal welfare. *J Appl Anim Welf Sci* 14: 109-123. doi: 10.1080/10888705.2011.551622
16. **Mota-Rojas D, Becerril-Herrera M, Roldan-Santiago P, Alonso-Spilsbury M, Flores-Peinado S, Ramírez-Necochea R, et al.** 2012. Effects of long distance transportation and CO<sub>2</sub> stunning on critical blood values in pigs. *Meat Sci* 90: 893-898. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.11.027
17. **[MPS] Ministerio de Salud y Protección Social, Colombia.** 2013. Resolución 240 de 31 de enero de 2013. <https://www.invima.gov.co/images/pdf/normatividad/alimentos/resoluciones/resoluciones/2013/resolucion%20240.pdf>
18. **Pérez MP, Palacio J, Santolaria MP, Aceña MC, Chacón G, Gascón M, Calvo JH, et al.** 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality pigs. *Meat Sci* 61: 425-433. doi: 10.1016/S0309-1740(01)00216-9
19. **Pilcher CM, Ellis M, Rojo-Gómez A, Curtis SE, Wolter BF, Peterson CM, Peterson BA, et al.** 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. doi: 10.2527/jas.2010-3143
20. **Ritter MJ, Ellis M, Berry L, Curtis SE, Anil L, Berg E, Benjamin M, et al.** 2009a. Review: Transport losses in market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. *Prof Anim Scientist* 24: 404-414. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30735-X
21. **Ritter MJ, Ellis M, Anderson DB, Curtis SE, Keffaber KK, Killefer J, Mckeith FK, et al.** 2009b. Effects of multiple concurrent stressors on rectal temperature, blood acid-base status, and

- longissimus muscle glycolytic potential in market-weight pigs. *J Anim Sci* 87: 351-362. doi: 10.2527/jas.2008-0874
22. **Ritter MJ, Ellis M, Brinkmann J, DeDecker JM, Keffaber KK, Kocher ME, Peterson BA, et al. 2006.** Effect of floor space during transport of market-weight pigs on the incidence of transport losses at the packing plant and the relationships between transport conditions and losses. *J Anim Sci* 84: 2856-2864.
  23. **Romero MH, Sánchez JA, Hoyos R. 2015.** Factores asociados con la frecuencia de cerdos muertos durante el transporte a una planta de beneficio. *Rev CES Med Zootec* 10: 132-140.
  24. **Santurtun E, Philips JC. 2015.** The impact of vehicle motion during transport on animal welfare. *Res Vet Sci* 100; 303-308. doi: 10.1016/j.rvsc.2015.03.018
  25. **Schwartzkopf-Genswein KS, Faucitano L, Dadgar S, Shand P, González LA, Crowe TG. 2012.** Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: a review. *Meat Sci* 92: 227-243. doi: 10.1016/j.meatsci.2012.04.010
  26. **Sutherland MA, McDonald A, McGlone JJ. 2009.** 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* 165: 13-18. doi: 10.1136/vetrec.165.1.13
  27. **Torrey T, Bergeron R, Widowski T, Lewis N, Crowe T, Correa JA, Brown J, et al. 2013.** Transportation of market-weight pigs: I. Effect of season, truck type and location within truck on behavior with a two-hour transport. *J Anim Sci* 91: 2863-2871. doi: 10.2527/jas.2012-6005
  28. **Varón-Álvarez LJ, Romero MH, Sánchez JA. 2014.** Caracterización de las contusiones cutáneas e identificación de factores de riesgo durante el manejo presacrificio de cerdos comerciales. *Arch Med Vet* 46: 93-101. doi: 10.4067/S0301-732X2014000100013
  29. **Velarde A, Fàbrega E, Blanco-Penedo I, Dalmau A. 2015.** Animal welfare towards sustainability in pork meat production. *J Meat Sci* 109: 13-17. doi: 10.1016/j.meatsci.2015.05.010
  30. **Vitali A, Lana E, Amadori M, Bernabucci U, Nardone A, Lacetera N. 2014.** Analysis of factors associated with mortality of heavy slaughter pigs during transport and lairage. *J Anim Sci* 92: 5134-5141. doi: 10.2527/jas.2014-7670
  31. **Weschenfelder AV, Torrey S, Devillers N, Crowe T, Bassols A, Saco Y, Piñeiro M, et al. 2012.** Effects of trailer design on animal welfare parameters and carcass and meat quality of three Pietrain crosses being transported over a long distance. *J Anim Sci* 90: 3220-3231. doi: 10.2527/jas.2012-4676