

## RELACIÓN ENTRE EL TRANSPORTE Y LAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA CARNE PORCINA PARA CONSUMO HUMANO EN EL VALLE DE ABURRÁ (COLOMBIA)

N. Uribe<sup>1</sup>\*, C. M. Arango<sup>1</sup>, J. F. Naranjo<sup>2</sup>, A. M. Segura<sup>3</sup>, S. Henao<sup>2</sup>

Artículo recibido: 20 de julio de 2017 • Aprobado: 11 de septiembre de 2017

### RESUMEN

La carne de cerdo se considera fuente de alto valor nutritivo por su alto contenido de proteína; sin embargo, su transporte representa un eslabón crítico, por cuanto genera pérdidas económicas, cuando se producen alteraciones en el bienestar animal que repercuten en los parámetros nutricionales, disminuyen la capacidad de retención de agua y ocasionan pérdidas de proteína. El objetivo de este estudio fue relacionar las características de los transportes con las características nutricionales de la carne porcina destinada a consumo humano en el Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia) en 2017. Se visitaron tres plantas de sacrificio del Valle de Aburrá con muestreo probabilístico estratificado por planta y afijación igual, obteniendo información de 338 animales. Se analizaron los parámetros nutricionales de las muestras cárnicas, así como variables sociodemográficas, de infraestructura, bienestar animal y prácticas de conducción de los transportistas. Se realizaron pruebas de ji-cuadrado ( $\chi^2$ ) para variables cualitativas dicotómicas, regresión logística para variables cualitativas politómicas y *U* de Mann-Whitney para variables cuantitativas. Se encontró asociación entre varios de los parámetros indagados con valores *p* estadísticamente significativos (*p* = 0,000; así, no tener suministro de agua permanente para los animales incrementa en 46,55 veces (IC 18,08 – 120,07) la posibilidad de presentar carnes nutricionalmente inadecuadas. Se concluye que factores como la falta de suministro de agua a los cerdos, el mal estado de pisos y separadores, la deficiente capacitación de los transportistas, la falta de supervisión a los animales, no tener el certificado técnico-mecánico y la velocidad promedio de 80 km/h, se asocian con la generación de productos cárnicos nutricionalmente inadecuados.

**Palabras clave:** seguridad alimentaria, transporte de animales vivos, productos cárnicos.

<sup>1</sup> Grupo de Epidemiología y Bioestadística, Universidad CES. Cll. 10 nro. 22-04. Medellín (Colombia).

<sup>2</sup> Grupo INCA – CES, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad CES. Cll. 10 nro. 22-04. Medellín (Colombia).

<sup>3</sup> Grupo Observatorio de la Salud Pública, Universidad CES. Cll. 10 #22-04. Medellín (Colombia).

\* Autor para correspondencia: nuribec@ces.edu.co

## RELATIONSHIP BETWEEN TRANSPORT AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF PORK MEAT FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE VALLE DE ABURRÁ (COLOMBIA)

### ABSTRACT

Pork meat is considered a source of high nutritional value due to its high protein content, however, transport is a critical link to generate economic losses by producing alterations in animal welfare, which have an impact on nutritional parameters, decreasing the capacity of water retention, and generating protein losses. The objective of this study was to relate the characteristics of transport, with the nutritional characteristics of pork for human consumption in the Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia) in 2017. In this location, three slaughterhouses were visited with probabilistic sampling stratified by plant and equal affixation, obtaining information from 338 animals. The nutritional parameters of the meat samples and sociodemographic variables, infrastructure, animal welfare and driving practices of the transporters were analyzed. ji-square ( $\chi^2$ ) tests were performed for dichotomous qualitative variables, logistic regression for qualitative polytomous variables and Mann–Whitney  $U$  test for quantitative variables. An association was found between several of the parameters investigated with statistically significant  $p$  values ( $p = 0,000$ ), where, having no permanent water supply for the animals increases in 46.55 times (IC 18.08 – 120.07) the possibility of presenting nutritionally inadequate meats. It was concluded that factors such as lack of water supply to pigs, poor condition of the floors and separators, lack of training in transporters, lack of supervision of animals, lack of mechanical technical certification and average speed of 80 km/h are associated with the generation of nutritionally inadequate meat products.

**Keywords:** Food safety, transport of live animals, meat products.

### INTRODUCCIÓN

La carne roja, especialmente la de cerdo, ha sido considerada como una fuente de alto valor nutritivo, fundamentalmente por su alto contenido de proteína de fácil digestión y absorción, así como de diferentes nutrientes como el hierro, que la convierten en uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades biológicas humanas (Capra *et al.* 2013; Carbajal 2013; Cashman y Hayes 2017; Villarino 2004).

En la actualidad el cerdo se encuentra entre los animales más eficientes en la producción de carne debido a sus características productivas. Sin embargo, para conseguir un producto con adecuadas

características nutricionales, no basta con que el sistema de producción se realice de manera óptima; es necesario que los demás eslabones de la cadena productiva funcionen adecuadamente (Alarcón *et al.* 2008; Campion 2013; Uribe y Henao 2017).

Así, el transporte de cerdos hacia las plantas de sacrificio es uno de los principales causantes de alteraciones en el bienestar animal y pérdidas económicas. En efecto, debido a que los cerdos se enfrentan a un nuevo entorno, con restricciones de alimento y agua, vibraciones generadas por los camiones, pisos resbaladizos, laterales inadecuados que favorecen los golpes (Gallo 2012; Grandin y Chambers 2001), así como prácticas de conducción inadecuadas

derivadas de la fatiga, el estilo de conducción, las habilidades y conocimiento del transportista en temas de conducción y bienestar animal (Uribe y Henao 2017); todo ello incide en los parámetros nutricionales y favorece una rápida caída del pH luego del sacrificio, la cual lleva a una disminución de la capacidad de retención de agua que genera pérdida de proteínas, minerales y vitaminas hidrosolubles (Castrillón *et al.* 2005; Castrillón *et al.* 2007; Grandin y Chambers 2001).

De acuerdo con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA) y la Federación Madrileña de Detallistas de la Carne (FEDECARNE), para que la carne de cerdo sea considerada nutricionalmente adecuada debe cumplir con unos parámetros mínimos por cada 100 g de carne: energía entre 115 y 120 Kcal; porcentaje de humedad (70 – 75%); proteína cruda (20 – 22 g); cenizas (0,8 – 1,2 g); grasa bruta (3,0 – 3,5 g) e hidratos de carbono (0,5 – 1,0 g) (Braña *et al.* 2011; Fedecarne 2017; Pérez y Ponce 2013)

En Colombia, pese a que se cuenta con la Resolución 2640 de 2017 que establece directrices para un adecuado transporte de los suinos, existen diversos estudios que demuestran que el transporte de los cerdos continúa teniendo falencias que, incluso, se pueden relacionar con la presentación de carnes pálidas, suaves y exudativas (PSE) (Castrillón *et al.* 2005; Castrillón *et al.* 2007; Cobo-Ángel *et al.* 2012; Miranda-de la Lama 2013; Romero *et al.* 2011; Romero y Sánchez 2012); sin embargo, poco se ha investigado acerca de las repercusiones que tales falencias generan en la calidad nutricional de los productos cárnicos obtenidos. Por ello, el objetivo de este estudio fue relacionar las características de los transportes, con las características

nutricionales de la carne porcina destinada a consumo humano en el Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia) durante el 2017.

## METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó durante el primer semestre de 2017 en tres plantas de sacrificio del Valle de Aburrá que están habilitadas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Para la selección de las unidades de análisis se trabajó con muestreo probabilístico estratificado por planta y afijación igual. Se contó con el aval del comité de ética para el uso y cuidado de los animales (CICUA) de la Universidad CES, como consta en el acta número 14 de 2015.

## Selección de los animales

El tamaño de la muestra se determinó de acuerdo al volumen mensual de sacrificio en el Valle de Aburrá utilizando la fórmula para poblaciones finitas. Se trabajó con un error esperado del 5%, un nivel de significancia del 95%, una prevalencia esperada del 34% respecto de la presentación de carnes pálidas, suaves y exudativas (Castrillón *et al.* 2007); así mismo, se usó un efecto de diseño de 1,3 para controlar la homogeneidad entre la población de estudio. La muestra se amplió en un 10% para controlar posibles pérdidas de información. con lo que finalmente se obtuvo  $n = 338$  cerdos; cada planta aportó 112 animales. La obtención del tamaño muestral se obtuvo mediante el programa estadístico Epidat versión 3.1 de libre distribución.

El proceso de selección se realizó mediante muestreo aleatorio sistemático, para lo cual se visitó cada planta seis veces por mes y en cada visita se tomaron entre 18 y 20 animales para ser analizados. Se

eligieron mediante la fracción de muestreo ( $K = N/n$ ), siendo  $N$  el promedio de sacrificio mensual de la planta y  $n$  el total de la muestra que se requería por planta (112 animales).

Así, la selección del primer animal de la muestra se realizó según el orden de llegada de los camiones entre las 11:00 p.m. y las 2:00 a.m., ya que estos son los animales que se sacrifican a partir de las 3:00 de la mañana, luego que hayan pasado mínimo cuatro horas en planta (exigidas por el Decreto 1500 de 2007); con las guías de movilización se conoció el número de animales transportados por camión y se tomó el orden de llegada de cada camión; con esta información, mediante números aleatorios, se seleccionó el primer animal. Para realizar la selección de los demás animales se recurrió a la fracción de muestreo  $K$ .

A los cerdos seleccionados se les realizó una marca con el número que los identificaba con tiza de marcaje convencional; estos animales fueron observados durante toda su estancia y antes de realizar la insensibilización se verificó la marca. Posteriormente al degüello se les realizó una cortada en la oreja derecha para continuar el seguimiento durante todo el proceso.

### Transportadores

A todas las personas encargadas del transporte se les explicó el objetivo del proyecto, se les presentó y expuso el consentimiento informado, y se procedió a realizar una encuesta de 38 preguntas que indagaban por aspectos demográficos, prácticas en la conducción, condiciones de infraestructura del remolque y temas relacionados con bienestar animal. Los transportadores encuestados fueron aquellos cuyos cerdos fueron seleccionados para el análisis, un total de 203 transportadores.

### Muestras cárnicas

De todos los animales se tomaron entre 120 y 150 g del músculo (*Longissimus dorsi*) en el costado izquierdo y tomando como referencia la décima costilla. Estas muestras fueron empacadas en bolsas plásticas con cierre hermético, las cuales fueron identificadas mediante marcador no borrable, con la fecha de la toma de la muestra, el número de la planta (1, 2 o 3) y el número de la muestra. Posteriormente, las muestras fueron llevadas a un laboratorio comercial habilitado por el INVIMA, permaneciendo siempre refrigeradas entre 4 y 6°C.

### Variables sujeto de análisis

En las muestras cárnicas se analizaron los valores nutricionales básicos como energía (Kcal), proteína cruda, ceniza, grasa bruta e hidratos de carbono. Por su parte, en los remolques, mediante observación directa, se evaluaron el material y estado de pisos y separadores, así como la presencia de suministro de agua, la densidad de carga para lo cual se tomaron medidas de cada uno de los compartimentos y se contrastó con número de animales transportados para establecer este parámetro de acuerdo a la Resolución 2640 como baja, adecuada o alta) y presencia de animales muertos. Finalmente, mediante encuesta a los transportistas, se indagó sobre su capacitación en bienestar animal, presentación de la guía de movilización interna de animales, la revisión técnico mecánica, la velocidad promedio y la supervisión brindada a los animales durante el trayecto.

### Análisis estadístico

En el análisis univariado deparado a las variables cualitativas se realizó distribución de frecuencias, mientras que de las variables cuantitativas se obtuvieron las medidas

descriptivas de tendencia central y dispersión. Posteriormente, se re-codificó la variable dependiente, para lo cual se consideró que “características nutricionales inadecuadas” son aquellas que se encontraron por fuera de los rangos establecidos para considerarse carne de calidad, según las especificaciones brindadas por SAGARPA y FEDECARNE (Braña *et al.* 2011; Fedecarne 2017).

Para el análisis bivariado y la obtención de las razones de prevalencia (RP) se realizaron pruebas para establecer asociaciones o relaciones entre las variables independientes y la variable dependiente, para lo cual se empleó la prueba ji-cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearson al asociar con variables cualitativas dicotómicas, regresión logística simple para las variables cualitativas politómicas y *U* de Mann–Whitney al relacionar con variables de naturaleza cuantitativa, posteriormente a haber realizado el test de Kolmogorov–Smirnov y establecer que las variables no tenían una distribución normal. Los análisis estadísticos se corrieron en los programas Epidat© 3.1 de libre distribución y SPSS© versión 21, del cual la Universidad CES tiene licencia.

## RESULTADOS

Se encontró que el 46,5% ( $n = 157$ ) de los animales provenían de la subregión norte, mayoritariamente del municipio de Don Matías (Figura 1), siendo el 63,3% ( $n = 214$ ) machos de los cuales el 5,3% ( $n = 18$ ) no se encontraban castrados o inmunocastrados.

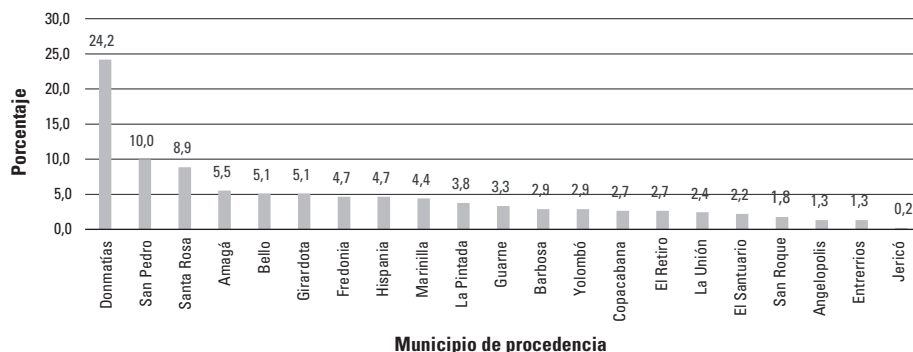
Con relación a la encuesta realizada a los transportadores se encontró que tenían, en promedio, una experiencia en el transporte de cerdos de 9,05 años  $\pm 5,74$ ; el 95,1% ( $n = 193$ ) presentó la guía de movilización interna de animales

y el 10,8% ( $n = 22$ ) no mostró la revisión técnico mecánica actualizada. De igual manera, el 84,7% ( $n = 172$ ) dijo no haber recibido capacitación en bienestar animal y el 86,7% ( $n = 176$ ) reportó no haber supervisado a sus animales durante el trayecto.

Respecto a algunos aspectos sociodemográficos, el 35% ( $n = 71$ ) manifestó no tener ningún nivel educativo o haber cursado solo la primaria, mientras que el 62,1% ( $n = 126$ ) reportó haber terminado la secundaria; en relación con la edad, se encontró que, en promedio, tenían 37,23 años  $\pm 8,05$ . Finalmente, la velocidad promedio manifestada por los transportadores fue de 67,68 km/h (DE 11,01) como se presenta en la Tabla 1.

Con relación a la infraestructura del remolque se evidenció que el 71,4% ( $n = 145$ ) tenían el piso en aluminio o *slats* y el 69,5% ( $n = 141$ ) tenían el piso en condiciones óptimas; asimismo, se encontró que el 50,2% ( $n = 102$ ) no contaban con mecanismo para abastecimiento permanente de agua para los animales. Se presentó mortalidad de cerdos en el 17,2% ( $n = 35$ ) de los camiones y se observó que el 40,9% ( $n = 83$ ) transportaban con densidades de cargas inadecuadas, hallando en el 12,8% ( $n = 26$ ) bajas densidades y en el 28,1% ( $n = 57$ ) altas densidades.

Respecto a las características nutricionales de la carne se encontró que, por cada 100 g de carne, en promedio contaban con: 19,59  $\pm 1,52$  g de proteína; 116,60  $\pm 3,96$  Kcal y una humedad promedio del 73,59%  $\pm 3,38$ . Cuando se realizó la re-codificación de la variable dependiente, se encontró que el 24,6% ( $n = 83$ ) se pudo catalogar como carne con “características nutricionales inadecuadas” como se observa en la Tabla 2.



**FIGURA 1.** Municipio de procedencia de los cerdos sacrificados en tres plantas de sacrificio del Valle de Aburrá (2017).

**TABLA 1.** Caracterización de prácticas de conducción de transportadores de cerdos en el Valle de Aburrá (2017).

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Capacitación en bienestar animal	Si	31	15,3
	No	172	84,7
	Total	203	100
Supervisión de los animales	Si	27	13,3
	No	176	86,7
	Total	203	100,0
Presentación revisión técnico mecánica	Si	181	89,2
	No	22	10,8
	Total	203	100
Presentación guía ICA	Si	193	95,1
	No	10	4,9
	Total	203	100
	<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar (DE)</b>	<b>Mediana (Rango IC)</b>
Experiencia en el transporte de cerdos (años)	9,05	5,74	8 (11)
Velocidad promedio (km/h)	67,68	11,01	60 (20)

**TABLA 2.** Caracterización nutricional de la carne de cerdo obtenida de tres plantas de sacrificio del Valle de Aburrá (2017).

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mediana (Rango IC)
Calorías (Kcal/100 g)	116,60	3,96	118,00 (5)
Humedad (%/100 g)	73,59	3,38	72,00 (5)
Proteínas (g/100 g)	19,59	1,52	20,00 (0)
Grasa (g/100 g)	3,32	0,24	3,5 (0,5)
Cenizas (g/100 g)	0,90	0,1	1 (0)
Carbohidratos (g/100 g)	0,91	0,94	0,9 (0,2)
	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Características nutricionales adecuadas	Si	255	75,4
	No	83	24,6
	Total	338	100

**TABLA 3.** Asociaciones entre la infraestructura de los camiones y la calidad nutricional de la carne de cerdo en el Valle de Aburrá (2017).

Variable	Categoría	Calidad nutricional inadecuada de la carne de cerdo % (n=83)	RP	IC (95%)	Estadístico	Valor p
Presencia de agua*	No	94,0 (78)	46,55	18,05 – 120,07	121,94	0,000
	Si	6,0 (5)	1,00	-		
	Baja	9,6 (8)	5,07	1,93 – 13,30		
	Adecuada	8,4 (7)	1,00	-		
Material del piso*	Aluminio	36,1 (30)	0,990	0,53 – 1,55	30,65	0,000
	Rejilla madera	30,1 (25)	2,90	1,77 – 4,76		
	Rejilla metal	13,3 (11)	1,22	0,62 – 2,38		
	Slats	20,5 (17)	1,00	-		
Estado del piso*	Malo	86,7 (72)	14,5	6,04 – 34,86	29,67	0,000
	Bueno	13,3 (11)	1,00	-		
Material de los separadores*	Plástico	14,5 (12)	2,03	1,15 – 3,58	19,08	0,000
	Madera	49,4 (41)	2,23	1,48 – 3,35		
	Hierro	36,1 (30)	1,00	-		
Estado de los separadores*	Malo	72,3 (60)	13,23	7,38 – 23,71	92,53	0,000
	Bueno	7,7 (23)	1,00	-		

\* Ji-cuadrado de Pearson; RP = Razón de prevalencia; IC = Intervalo de confianza.

**TABLA 4.** Asociaciones entre las prácticas de conducción y la inadecuada calidad nutricional de la carne de cerdo en el Valle de Aburrá (2017).

Variable	Categoría	Calidad nutricional inadecuada de la carne de cerdo % (n=83)	RP	IC (95%)	Estadístico	Valor p
Presenta revisión técnico mecánica*	No	19,3 (16)	2,66	1,31 – 5,38	7,83	0,005
	Si	80,7 (67)	1,00	-		
Capacitación en bienestar animal *	No	95,2 (79)	4,81	1,68 – 13,77	10,20	0,001
	Si	4,8 (4)	1,00	-		
Supervisión a los animales*	No	95,2 (79)	3,78	1,31 – 10,90	6,87	0,009
	Si	4,8 (4)	1,00	-		
Animales muertos*	Si	41,0 (34)	10,36	5,30 – 20,23	59,78	0,000
	No	59,0 (49)	1,00	-		
Densidad de carga*	Alta	81,9 (68)	26,87	12,91 (55,93)	221,91	0,000
	Baja	9,6 (8)	5,07	1,93 – 13,30		
	Adecuada	8,4 (7)	1,00	-		
Años transportando cerdos+	(X ± DE)	6,00 4,97	-	-	5181,00	0,000
	(Me – Rq)	4,00–5				
Velocidad promedio+	(X ± DE)	74,70 8,88	-	-	8667,00	0,000
	(Me – Rq)	80,00–20				

\* Ji-cuadrado de Pearson; + test U de Mann-Whitney; RP = Razón de prevalencia; IC = Intervalo de confianza.

En el análisis bivariado se encontró asociación estadísticamente significativa entre la no presentación del certificado técnico mecánico actualizado, la falta de suministro de agua a los animales, la falta de capacitación en los transportistas, la falta de supervisión a los animales, así como el mal estado de los pisos y los separadores, con la presentación de carnes con características nutricionales inadecuadas. La posibilidad de ocurrencia de este evento se incrementa 2,66 veces (IC 1,31 – 5,38) ante la no presentación del certificado técnico mecánico actualizado y hasta 46,55 veces (IC 18,08 – 120,07)

para la falta suministro de agua permanente para los cerdos (Tablas 3 y 4).

Así mismo, se encontró relación entre la mediana de cuatro años transportando cerdos y una velocidad mediana de 80 km/h y la presentación de carnes nutricionalmente inadecuadas, como se puede observar en la Tabla 4.

## DISCUSIÓN

Las carnes PSE se generan como respuesta de los músculos al estrés y la anoxia, los cuales originan un acelerado metabolismo muscular con consumo y producción de



ATP, y resintetización de glucógeno. Esta actividad produce un rápido descenso del pH, que da lugar a cambios en las membranas de las fibras musculares y a la desnaturalización de las proteínas, lo que ocasiona exudación y disminución del contenido proteico en el producto final (Andújar *et al.* 2003; Enfält *et al.* 1993; Rübensam 2000; Warner *et al.* 1997).

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan que la prevalencia de carne porcina que no cumple con las características nutricionales recomendadas en el Valle de Aburrá es del 24,6%, de acuerdo con los parámetros exigidos por diferentes entidades como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México y la Federación Madrileña de Detallistas de la Carne, siendo estos resultados mayores a los presentados por Romero y Sánchez (2012), quienes reportaron una prevalencia de carnes PSE del 5,8%; sin embargo, es más baja que la prevalencia reportada por Castrillón (2007) la cual era del 33,65%.

Respecto a la subregión y municipio que genera una mayor participación en la producción porcícola del departamento de Antioquia, los resultados concuerdan con lo reportado por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, en los que la subregión norte es la que posee una mayor producción porcícola, destacando el municipio de Don Matías (Contexto Ganadero 2016; ICA 2016), dado que es el lugar de donde provienen la mayoría de los cerdos que van a ser sacrificados en el Valle de Aburrá.

En lo relativo a la capacitación de los transportistas en temáticas específicas de bienestar animal y adecuadas prácticas de conducción, estos resultados son congruentes con otros hallazgos, donde han encontrado que más del 90% de quienes realizan esta labor argumentan no haber

recibido este tipo de capacitaciones, lo cual se relaciona con la producción de carnes de calidad inadecuada (Gallo y Tadich 2008; Romero *et al.* 2011).

Respecto a la supervisión de los animales durante el trayecto desde la granja hasta la planta de sacrificio, así como la presentación de la guía sanitaria, los resultados difieren con relación a los establecido por la ley colombiana, dado que, de acuerdo con la Resolución 2640 los transportistas están obligados a estar pendientes del bienestar y atención de los animales, vigilándolos con regularidad y deben portar durante todo el trayecto la guía sanitaria de movilización de animales (ICA 2007).

Según la Resolución 3500, la revisión técnico mecánica es de carácter obligatorio para los vehículos que se movilizan por el territorio nacional, exceptuando algunos vehículos como los clásicos (MinTransporte 2005). En este sentido, los camiones que transportan animales están obligados a realizar esta revisión anual en la cual se evalúan características como el estado de la carrocería, el funcionamiento del sistema mecánico, el estado del sistema de frenos, llantas, sistema de dirección y suspensión, entre otros. El no portar este documento actualizado puede indicar que el vehículo no se encuentra en las condiciones óptimas para movilizar animales, pudiendo, cualquiera de los sistemas mencionados anteriormente, tener un funcionamiento defectuoso. Así, este estudio mostró que la no presentación actualizada de este documento se asocia con la ocurrencia de carnes con características nutricionales inadecuadas, lo cual es congruente con estudios que muestran que las altas vibraciones, frenados bruscos y repentinos de los camiones, generan estrés en los cerdos y propician la aparición de carnes

PSE (Dalla Costa *et al.* 2017; García *et al.* 2008; Gebresenbet *et al.* 2011; Miranda-de la Lama 2013; Newman *et al.* 2014; Sutherland *et al.* 2014)

En relación con la velocidad de conducción estos resultados son consistentes con lo reportado por Peeters *et al.* (2008) quienes mostraron que, a mayor velocidad, los cerdos mostraban mayor cantidad de latidos por minuto como un indicador de estrés, lo cual repercutió, en tal estudio, en la producción de carnes PSE y, en nuestro estudio, en la obtención de carnes con inadecuadas características nutricionales.

Respecto a la densidad de carga, este estudio concuerda con otros análisis los cuales han mostrado que en altas densidades ocasionan estrés en los animales, pudiendo promover asfixias, aplastamientos, peleas y golpes, con las subsecuentes pérdidas por decomisos y generación de carnes PSE (Gade y Christensen 1998; Miranda-de la Lama *et al.* 2014; Newman *et al.* 2014; Romero *et al.* 2016; Schwartzkopf-Genswein *et al.* 2012).

Por su parte, las bajas densidades pueden generar que los animales permanezcan más tiempo en pie, favoreciendo resbalones, caídas y golpes, e incrementando la posibilidad de presentación de signos de estrés y generación de carne de inadecuada calidad (Gade y Christensen 1998; Pereira *et al.* 2015; Sutherland *et al.* 2014).

Igualmente, se muestra que la falta de acceso al agua durante la movilización de los animales contribuye a la presentación de carnes con características nutricionales inadecuadas, siendo consistente con lo reportado por otros estudios que argumentan que el transporte causa deshidratación, originada por el estrés que se genera en los animales y que se manifiesta mediante incrementos en las frecuencias respiratoria y cardiaca, presentación de boca abierta,

cerdos hipertérmicos y animales muertos (Becerril-Herrera *et al.* 2009; Brown *et al.* 1999; Romero *et al.* 2015; Schaefer *et al.* 1997).

Estos resultados, aunados a los presentados en otros estudios (Schaefer *et al.* 1997) en los que se determinó que la carencia de agua reduce el peso vivo en los animales, causando reducción en el peso de la canal, permiten afirmar que es indispensable que, en todos los trayectos, sin importar la distancia y el tiempo, los animales deben contar con suministro permanente de agua.

Con relación a los pisos y separadores internos, los resultados de este estudio difieren de lo reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Grandin y Chambers 2001), dado que ellos reportan que los pisos en rejilla de madera o metal son los más adecuados, mientras que nuestros hallazgos sugieren que los Slats y el aluminio son mejores, concordando con lo reportado por otros investigadores, pues, al igual que los recomendados por la FAO, son antideslizantes y fáciles de limpiar; así mismo son más resistentes y generan menos posibilidades de golpes y lesiones en las extremidades de los animales que desencadenen estrés con repercusiones sobre la calidad nutricional del producto final (Norton *et al.* 2013; Villarroel *et al.* 2011).

Finalmente, los compartimentos internos son esenciales puesto que permiten equilibrar la carga; es importante que los separadores que se diseñen tengan bordes redondeados para prevenir lesiones y moretones; y aunque en general se recomienda que los separadores sean de plástico (Alarcón *et al.* 2008; Castrillón *et al.* 2005; Gallo y Tadich 2008; Grandin y Chambers 2001), nuestros resultados arrojan que es preferible aquellos de

hierro, siempre y cuando estén en óptimas condiciones, pues son más resistentes (Miranda-de la Lama 2013; Miranda-de la Lama *et al.* 2014).

## CONCLUSIONES

El 24,6% de las carnes porcinas destinadas a consumo humano en el Valle de Aburrá no cumplen con los estándares mínimos de calidad nutricional, lo cual se asocia con factores del transporte como la falta de suministro de agua a los animales y el mal estado de los pisos y los separadores, lo que hace necesario invertir en mejoras de la infraestructura de los camiones que permitan tener, como la ley colombiana lo señala, protección frente a golpes; así mismo, es esencial el derecho de los animales a disponer de agua a voluntad con el fin de contribuir al mejoramiento, no solamente del bienestar animal, sino a la generación de productos de calidad que ayuden a la sociedad en la mitigación de problemas de salud pública como lo son la malnutrición y la desnutrición.

Otros factores que se encontraron asociados con la presentación de carnes nutricionalmente inadecuadas fueron la falta de capacitación en los transportistas, la falta de supervisión a los animales, no tener el certificado técnico mecánico actualizado y una velocidad promedio mayor de 80 km/h; en este sentido, se requiere la adopción de programas de capacitación en los transportadores de cerdos en temas relacionados con el bienestar animal y seguridad vial.

De igual manera, se deben continuar realizando trabajos de investigación que indaguen en las repercusiones que genera un inadecuado manejo de los animales y el no proporcionarles las condiciones óptimas para que ellos se sientan en bienestar, sobre la obtención de productos alimenticios de

baja calidad, esto con el propósito de generar alimentos con calidad ética y nutricional.

## Agradecimientos

El presente trabajo de investigación obtuvo financiación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad CES, así como de Colciencias.

## Conflictos de interés

Los autores manifiestan no tener algún tipo de conflicto de interés.

## REFERENCIAS

- Alarcón AD, Gamboa JD, Janacua H. 2008. Factores que afectan la calidad de la carne de cerdo. *Nacameh*. 2(1): 66-77.
- Andújar G, Pérez D, Venegas O. 2003. Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos [Internet]. 1° ed. La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <https://anatomiaiplastinacion.wikispaces.com/file/view/Quimica+y+bioquimica.pdf>.
- Becerril-Herrera M, Mota-Rojas D, Guerrero I, Schunemann A, Lemus-Flores C, González-Lozano M, Ramírez R, Alonso-Spillsbury A. 2009. Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. *Vet Méx*. 40(3): 315-329.
- Braña D, Ramírez E, Rubio MS, Sánchez A, Torrescano G, Arenas de Moreno M, Partida de la Peña J, Ponce E, Ríos F. 2011. Manual de análisis de calidad de en muestras de carne [Internet]. 1° ed. México: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.anetif.org/files/pages/0000000034/03-manual-de-analisis-de-calidad-en-muestras-de-carne.pdf>.
- Brown SN, Knowles JE, Edwards JE, Warriss PD. 1999. Behavioural and Physiological Responses of Pigs to Being Transported for up to 24 Hours Followed by Six Hours Recovery in Lairage. *Vet Rec*. 145(15): 421-426.
- Campion C, Stephani D. 2013. Calidad de carne porcina según el sistema de producción [tesis].

- [Buenos Aires (ARG)]: Pontificia Universidad Católica de Argentina.
- Capra G, Repiso L, Fradjeiti F, Martínez R, Corzano S, Márquez R. 2013. Valor nutritivo de la carne de cerdo. *Rev. INIA* 32: 20-24.
- Carbajal A. 2013. Manual de nutrición y dietética [Internet]. Madrid (ES): Universidad Complutense de Madrid; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>.
- Cashman KD, Hayes A. 2017. Red meat's role in addressing 'nutrients of public health concern'. *Meat Sci.* 132: 196-203. Doi: 10.1016/j.meatsci.2017.04.011.
- Castrillón W, Fernández J, Restrepo L. 2005. Determinación de carne PSE (Pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo. *Rev Fac Quím Farm.* 12(1): 23-28.
- Castrillón W, Fernández J, Restrepo L. 2007. Variables asociadas con la presentación de carne PSE (pálida, suave, exudativa) en canales de cerdo. *Rev Col Cien Pecu.* 20(3): 327-338.
- Cobo-Ángel C, Varón-Álvarez L, Vélez J. 2012. Indicadores conductuales de bienestar animal durante el presacrificio bovino. *Vet y Zoot.* 6(2): 112-124.
- Contexto Ganadero. 2016. Donmatías, líder en la producción porcina de Colombia [Internet]. [Consultado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.contextoganadero.com/galeria/donmatias-lider-en-la-produccion-porcina-de-colombia>.
- Dalla Costa FA, López LS, Dalla Costa OA. 2017. Effects of the truck suspension system on animal welfare, carcass and meat quality traits in pigs. *Animals.* 7(1): 230-238. Doi: 10.3390/ani7010005.
- Enfält AC, Lundström K, Engstrand U. 1993. Early Post Mortem pH decrease in porcine M. longissimus dorsi of PSE, Normal and DFD quality. *Meat Sci.* 34(2): 131-143. Doi: 10.1016/0309-1740(93)90023-B.
- [Fedecarne] Federación Madrileña de Detallistas de Carne [Internet]. 2017. Madrid: [accedido: 2017 jun. 7]. Disponible en: <http://www.fedecarne.es/>.
- Gade PB, Christensen L. 1998. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Sci.* 48(3-4): 237-247.
- Gallo C. 2012. Transporte, bienestar animal y calidad de carne: Una perspectiva regional de América (Internet). Valdivia: Universidad Austral de Chile; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: [http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/sem-con/07\\_bi\\_ani/ba\\_07.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/sem-con/07_bi_ani/ba_07.pdf).
- Gallo C, Tadich N. 2008. Bienestar animal y calidad de carne durante los manejos previos al faenamiento en bovinos. *RedVet.* 9(10B): 1-18.
- García MA, Paul S, Cloquell-Ballester VA. 2008. Measurement and analysis of vibration levels for truck transport in Spain as a function of payload, suspension and speed. *Pack Tec Sci.* 21(8): 439-451. Doi: 10.1002/pts.798.
- Gebresenbet G, Aradom S, Bulitta F, Hjerpe E. 2011. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. *Bios Eng.* 110(1): 10-19. Doi: 10.1016/j.biosystemseng.2011.05.007.
- Grandin T, Chambers P. 2001. Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. En: Heinz G, Srisuvan T, editores. *Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del ganado* [Internet]. 1° ed. Estados Unidos: Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/x6909S/x6909s04.htm>.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2007. Resolución 2640 de 2007 [Internet]. Bogotá (CO): ICA; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/6bfd1517-10f1-415d-b8cd-3ccb06d51a8f/2640.aspx>.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2016. Censo porcino en Colombia [Internet]. Bogotá (CO): ICA; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>.
- [MinTransporte] Ministerio de Transporte. 2005. Resolución 3500 de 2005. [Internet]. Bogotá (CO): Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/tramites/2005res3500.pdf>.
- Miranda-de la Lama GC. 2013. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias

- en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. *Vet Méx.* 44(1): 31-56.
- Miranda-de la Lama GC, Villarroel M, María GA. 2014. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Sci.* 98(1): 9-20. Doi: 10.1016/j.meatsci.2014.04.005.
- Newman D, Young J, Carr C, Ryan M, Berg E. 2014. Effect of season, transport length, deck location, and lairage length on pork quality and blood cortisol concentrations of market hogs. *Animals.* 4(4): 627-642. Doi: 10.3390/ani4040627.
- Norton T, Kettlewell P, Mitchell M. 2013. A computational analysis of a fully-stocked dual-mode ventilated livestock vehicle during ferry transportation. *Comp Elect Agric.* 93: 217-228. Doi: 10.1016/j.compag.2013.02.005.
- Peeters E, Deprez K, Beckers F, Baerdemaeker J, Aubert AE y Geers R. 2008. Effect of driver and driving style on the stress responses of pigs during a short journey by trailer. *Animal Welfare.* 17(2): 189-196.
- Pereira TL, Corassa A, Komiyama AM, Araújo CV, Kataoka A. 2015. The effect of transport density and gender on stress indicators and carcass and meat quality in pigs. *Spanish J of Agric Res.* 13(3): 654-668.
- Pérez ML, Ponce E. 2013. Manual de prácticas de laboratorio: Tecnología de carnes. 1° ed. México D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana, [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MTC/carnes.pdf>.
- Romero M, Sánchez J, Gutiérrez C. 2011. Evaluación de prácticas de bienestar animal durante el transporte de bovinos para sacrificio. *Rev Salud Pública.* 13(4): 684-690.
- Romero M, Sánchez J. 2012. Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. *Rev MVZ Córdoba.* 17(1): 2936-2944.
- Romero M, Sánchez J, Hoyos RH. 2015. Factors associated with the frequency of died pigs during transport to a slaughterhouse. *CES Med Vet Zoot.* 10(2): 132-140.
- Romero M, Sánchez J, Acevedo JD. 2016. Effect of transport of market-weight pigs on the incidence of fatigued and injured pigs. *Rivpep.* 27(4): 658-667.
- Rübensam JM. 2000. Transformações post mortem e qualidade da carne suína. En: *Anais. 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína: Bem-estar, Transporte, Abate e Consumidor* [Internet]. Concórdia (SC): Embrapa; [citado: 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.cnpsa.embrapa.br/publicacoes.html>.
- Schaefer AL, Jones SD, Stanley RW. 1997. The Use of Electrolyte Solutions for Reducing Transport Stress. *J Anim Sci.* 75(1): 258-265.
- 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 Scs.* 92(3): 227-243. Doi: 10.1016/j.meatsci.2012.04.010.
- Sutherland MA, Backus BL, McGlone JJ. 2014. Effects of Transport at Weaning on the Behavior, Physiology and Performance of Pigs. *Animals.* 4(4): 657-669. Doi: 10.3390/ani4040657.
- Uribe N, Henao S. 2017. Transporte de cerdos y sus repercusiones en el bienestar animal y la producción cárnica. *Rev Med Vet.* 33: 149-58. Doi: 10.19052/mv.4062.
- Villarino A. 2004. Carne de cerdo y alimentación saludable [Internet]. Madrid (ES): Universidad Complutense de Madrid; [citado 2017 jul. 17]. Disponible en: <http://www.icvillar.es/salud/salud5.pdf>.
- Villarroel M, Barreiro P, Kettlewell P, Farish M, Mitchell M. 2011. Time derivatives in air temperature and enthalpy as non-invasive welfare indicators during long distance animal transport. *Bios Eng.* 110(3): 253-260. Doi: 10.1016/j.biosystemseng.2011.07.011.
- Warner RD, Kauffman RG, Greaser. 1997. Muscle Protein Changes Post Mortem in Relation to Pork Quality Traits. *Meat Science.* 45(3): 339-352.

**Article citation:**

Uribe N, Arango CM, Naranjo JF, Segura AM, Henao S. 2017. Relación entre el transporte y las características nutricionales de la carne porcina para consumo humano en el Valle de Aburrá (Colombia). [Relationship between transport and nutritional characteristics of pork meat for human consumption in the Valle de Aburrá (Colombia)]. Rev Med Vet Zoot. 64(3): 22-35.  
Doi: 10.15446/rfmvz.v64n3.68692.