



LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE LA CARNE DEL CERDO

R.H. Bradshaw¹, J.M. Randall², M.L. Forsling³, R. Rodway⁴, J. A. Goode⁵, S. N. Brown⁶ y D. M. Broom¹

¹ *Department of Clinical Veterinary Medicine, Madingley Road, Cambridge CB3 0ES, UK*

² *Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford MK45 4HS, UK*

³ *UMDS, Division of Obstetrics & Gynaecology, St Thomas's Hospital, London SE 1 7EM, UK*

⁴ *Department of Animal Physiology and Nutrition, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK*

⁵ *MAFF Laboratory of Welfare and Behavior, The Babraham Institute, Cambridge CB2 4ET, UK*

⁶ *Department of Clinical Veterinary Science, University of Bristol, Langford, Bristol BS18 7DY, UK*

RESUMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de investigar la incidencia de la enfermedad del transporte en cerdos, concentraciones hormonales específicas en sangre posterior al sacrificio y la calidad de la carne. Se transportaron 50 cerdos de sacrificio con un peso de 80 kg en un vehículo comercial, el recorrido tuvo una duración de 4.5 h. Durante la trayectoria se realizó un control de la conducta individual de los cerdos previamente identificados. Se estableció un intervalo de 8 minutos para controlar si los animales mostraban determinados síntomas de la enfermedad del transporte (espumarajos por la boca y mascada). También se registraron las incidencias de arcada y vómito si se producían. Al llegar al

matadero, los cerdos fueron descargados y sacrificados inmediatamente y se tomó una muestra de sangre al desangrado para analizar las concentraciones de cortisol plasmático, beta-endorfina y lisina vasopresina. Las canales fueron refrigeradas, y el día posterior al sacrificio fue evaluada la calidad de la carne (se realizaron medidas con: pH-metro, sonda de fibra óptica y el medidor de calidad Tecpro Porc) en los músculos longissimus dorsi, semimembranosus y el adductor para determinar la incidencia de PSE (pálida, suave y exudativa) o DFD (oscura, firme y seca) en la calidad de la carne. El 26% de los cerdos (un total de 13 animales) vomitaron o tuvieron arcadas durante la travesía. No hubo relación entre la incidencia de la enfermedad ocasionada por

el transporte y las concentraciones de las hormonas analizadas en sangre después del sacrificio ni en la calidad de la carne. En las correlaciones no hubo relación significativa entre las concentraciones de las hormonas y las medidas de la calidad de la carne.

Palabras clave: bienestar animal, lisina vasopresina, calidad de la carne, cerdos, hormonas del estrés, enfermedad del transporte

INTRODUCCIÓN

Existe un gran interés en el bienestar de los cerdos durante su transporte (Guise y Penny 1989a, Lambooy y Engel 1991; Dalin et al, 1993; Randall 1993; Geers et al, 1994; Bradshaw et al 1996a,b) y recientemente se ha confirmado que los cerdos pueden enfermar durante su transporte cuando existen determinadas condiciones (Bradshaw et al, 1996a, b) Aún no se ha aclarado en qué medida la enfermedad ocasionada por el transporte comercial de cerdos puede ser problemática (Bradshaw y Hall 1996; Riches et al, 1996). Al viajar en la misma sección con los cerdos Bradshaw et al (1996a) observó que en algunos animales la náusea se detecta por el sonido de la arcada en lugar de su inmediata observación directa (Bradshaw y Hall 1996). Muchos cerdos no son alimentados antes de ser transportados y pueden vomitar líquido (o tener una leve arcada), y las estimaciones realizadas mediante las cintas de vídeo pueden reflejar resultados inferiores ya que algunos cerdos pueden impedir que otros se vean. Por todo lo antes planteado resulta muy importante realizar observaciones directas de los cerdos durante su transporte para lograr una identificación precisa de los animales afectados con la enfermedad ocasionada por el transporte (Bradshaw y Hall 1996).

Bradshaw et al (1996a,b) realizaron experimentos con camiones para el transporte comercial de ganadería para

investigar la incidencia de la enfermedad del transporte al unir animales de diferentes grupos o al realizar una trayectoria larga (8h). La aparición de la enfermedad puede retardarse debido a la lucha entre cerdos que se desconocen entre sí y se agrupan para su traslado (Bradshaw et al, 1996b) y un número específico de síntomas de la enfermedad fueron identificados (olfateo, espumarajo, mascada, arcada y vómito) los cuales pueden ocurrir de forma secuencial (previamente informado por Bradshaw et al 1995). Además, Bradshaw et al (1996b) informó que las concentraciones de lisina vasopresina en plasma (LVP) eran elevadas durante un período de la enfermedad que se hizo notable durante el transcurso de la trayectoria de 8h. Esto confirmaba los trabajos previos realizados en cerdos en los cuales Forsling et al (1984) detectó que el estar expuestos a vibraciones y ruidos conllevaba al vómito y a elevar las concentraciones en plasma de LVP.

Se han realizado bastantes estudios para evaluar la calidad de la carne en relación con el transporte y el manejo antes del sacrificio (Warris y Brown 1985; Guise y Penny 1989a, b; Warris et al 1994; 1995). Estos estudios han incluido la investigación de nuevos métodos para evaluar la calidad de la carne (Warris et al 1989a: 1994), los efectos de los métodos para realizar la carga y la temperatura (Nanni-Costa et al 1996), efectos del nivel de altura durante la trayectoria (Barton-Gade et al 1996a) y condiciones del transporte (Schütte et al 1996). Muchos de estos estudios se han enfocado hacia la relación entre los niveles de la hormona del estrés en sangre después del sacrificio y la calidad de la carne (Warris et al 1994; Barton-Gade et al 1996a). Algunos estudios se han encaminado directamente a la observación de la conducta del cerdo durante la trayectoria (Bradshaw et al 1996a, b) y la evaluación de sus canales una vez terminado el transporte por carretera (Warriss y Brown 1985; Guise y Penny 1989a, b). Sin embargo, no se han realizado

estudios en los cuales se busque la relación de estas observaciones directas de la conducta del cerdo durante el transporte con los niveles de hormona en sangre posterior al sacrificio (desangrado) y su posterior calidad de la carne.

En este estudio queremos establecer: (i) la incidencia de la enfermedad ocasionada por el transporte en grupos de cerdos con el peso al sacrificio y una duración de trayectoria de 4.5h; (ii) si las concentraciones de hormonas (cortisol, beta-endorfina y LVP) en sangre posterior al sacrificio nos indican cuáles de los cerdos han sido los más afectados por la enfermedad durante la trayectoria (lo cual nos permitiría realizar futuros estudios sobre la enfermedad del transporte sin necesidad de realizar observaciones directas de la conducta durante la trayectoria); (iii) si los cerdos que contraen la enfermedad ocasionada por el transporte tienen una calidad de carne deficiente (lo cual impulsaría a realizar una investigación con diseño de camiones sin las vibraciones características con mayor probabilidad de ocasionar la enfermedad del transporte); y (iv) si existe alguna relación entre las concentraciones en sangre de las hormonas del estrés al desangrado y las medidas de la calidad de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Vehículo y animales

Se alquiló un camión de 17 t para ganado comercial (chasis rígido y de 4 ruedas) (según lo descrito por Randall y Bradshaw 1998). Se transportaron 50 cerdos de sacrificio (26 machos, 24 hembras) con un peso de 80 kg durante un período de 4.5 h (25 animales cada día durante 2 días, recibieron comida pero el agua se les retiró la noche anterior a las 17:00 h). En ambos días los cerdos se cargaron al camión a las 08:00h y fueron transportados en dos grupos de 13 (parte delantera del contenedor) y 12 (parte trasera del contenedor) a una

velocidad promedio de 49 km h⁻¹ con una densidad del rebaño de 0.49 m²/cerdo. Esta densidad del rebaño fue inferior a la utilizada normalmente en el transporte comercial debido a las restricciones impuestas por el diseño del vehículo. Cada grupo estaba formado por cerdos que habían estado alojados juntos antes de su transporte.

Procedimiento

En el día 1 los cerdos fueron cargados al camión desde un puerto de embarque ascendente a las 08:00 h. Trece cerdos fueron colocados en la parte delantera del contenedor y doce en la parte posterior. En ambos días el procedimiento fue igual. El investigador viajó en la parte media del contenedor entre los dos grupos de cerdos con el objetivo de realizar una observación directa de la conducta de los animales. La presencia del investigador tuvo un efecto muy pequeño en la conducta y fisiología de los cerdos debido a los efectos generales y más perturbadores del transporte. Los cerdos fueron identificados individualmente con un número en la parte trasera y mediante la marca que se realiza normalmente en el transporte comercial de cerdos antes de subir al camión. Esto permitió que las características de su conducta y de la calidad de la carne fuesen identificadas. Los cerdos fueron controlados cada 8 minutos para detectar los síntomas de la enfermedad ocasionada por el transporte (olfateo, espumarajo en la boca y/o mascada). Se anotaron las incidencias de arcada y vómito en el momento que ocurrieron.

Cada día a su llegada al matadero, los cerdos fueron descargados mediante una manga ascendente y conducidos a un lugar de reposo. No estuvieron mucho tiempo en este último lugar de modo que las concentraciones de hormonas en sangre posteriores al sacrificio no reflejaran una respuesta a este período de reposo. Los cerdos fueron conducidos, dos cada vez, a

un ascensor que los introdujo en una mezcla de dióxido de carbono (CO₂) y aire común. Después de 100 s en esta mezcla gaseosa (79% CO₂ en el lugar de introducción aumentando a un 90% en la base inferior), lo cual aturdió a los cerdos, se sacrificaron inmediatamente y se tomó una muestra de sangre a cada cerdo en el momento del desangrado en un tubo de ensayo heparinizado (Monovette, Sarstedt Ltd, Beaumont Leys, UK). La sangre se centrifugó inmediatamente y el plasma resultante se dividió en alícuotas de 1 ml. Estas fueron congeladas en nieve carbónica y posteriormente almacenadas a -30°C para su radioinmunoanálisis con el fin de determinar los niveles de cortisol, beta-endorfina y LVP. El cortisol plasmático fue analizado según lo descrito por Parrott y Goode (1992). La beta-endorfina fue analizada según lo descrito por Fordham et al. (1998) que utilizó la beta-endorfina porcina (Bachem, Pennsylvania, USA) como marcadores yodados y estándares. El antisuero fue suministrado por el Dr. G. Lincoln (Edinburg). El radioinmunoanálisis para el LVP se realizó de acuerdo a lo descrito en Thornton et al. (1987).

En el día posterior al sacrificio las canales refrigeradas fueron evaluadas para determinar la calidad de la carne. Se realizó tres veces la lectura del último pH (pHu = pH medido a 24 horas post mortem) en los músculos longissimus dorsi (LD), semimembranosus (SM) y el adductor (AD). Se realizó tres veces la lectura mediante luz dispersa (light -scattering) en el LD y el SM utilizando la técnica de la sonda de fibra óptica (FOP - Mac Dougal (1984), y las medidas de la conductividad se realizaron en el LD utilizando el medidor Tecpro Pork Quality (PQM - Tecpro GmbH, Munich, Alemania). El uso del FOP ha sido validado por Warris et al (1989), y el uso del PQM por Warris et al (1991). Los valores de las medias de las tres lecturas se utilizaron en el análisis de los datos. La evaluación de la calidad de la carne como PSE (pálida, blanda

y exudativa) o DFD (oscura, firme y seca) se realizó de acuerdo a los métodos recientemente estandarizados (Barton-Gade et al 1996b). Una última medición del pH (pHu) en el LD y en SM superior a 5.90 se le dio la categoría de DFD (un pHu de 5.90-6.09 se clasificó como ligeramente DFD y superior a 6.10 como DFD). Warris et al (1989b) estableció que la relación entre el pHu en el AD y el LD puede representarse por la ecuación:

$$\text{pHu AD} = 0.089 + 1.02 \text{ pHu LD}$$

Un valor del pHu de 5.90 en el LD (Barton-Gade et al 1996b) se corresponde con un valor de 6.1 en el AD. Cualquier canal con un pHu en el AD superior a 6.1 fue clasificada como DFD (canales con un pHu entre 6.10-6.29 se clasificaron como ligeramente DFD y las que tenían un valor superior a 6.30 se clasificaron como DFD). Para caracterizar canales con incidencia de PSE se utilizaron las siguientes categorías: valores en el FOP del LD y del SM superiores a 40 fueron clasificadas como PSE (valores entre 40-50, ligeramente PSE), y los valores del PQM superiores a 5 (valores entre 5-6 clasificadas como ligeramente PSE) (Barton - Gade et al 1996b). Si una canal presentaba síntomas de una calidad deficiente en la carne de un músculo o más de uno se clasificó dicha canal como DFD o PSE (aunque los síntomas fueran ligeros).

El movimiento del camión durante la trayectoria se caracterizó mediante un equipo medidor de la aceleración, los detalles relacionados con esto han sido descritos previamente (Randall y Bradshaw 1998).

Análisis de los datos

1. Se calculó el número de cerdos que mostraban síntomas específicos de la enfermedad ocasionada por el transporte (Por ejemplo, espumarajo en la boca, mascada, arcada y/o vómito).

2. Se realizaron análisis para investigar si las concentraciones en plasma de cortisol, beta-endorfina y LVP al desangrado eran indicativas de los cerdos más afectados durante el transporte. Esto se realizó mediante dos análisis: (i) se clasificó como cerdo enfermo al que había vomitado o tenido arcada; estableciéndose posteriormente una categoría alta de la hormona de acuerdo a si las concentraciones individuales de una hormona plasmática en particular al desangrado (cortisol, beta-endorfina y LVP) se encontraba en el límite superior del cuartil (inclusive). Este procedimiento se repitió sin incluir la clasificación individual de cerdos que habían tenido arcada o vomitado, se estableció una categoría baja para la hormona de acuerdo a si las concentraciones individuales de la hormona se encontraban en el rango inferior del cuartil (inclusive). Por lo tanto, cada grupo de hormona alta/baja

incluía 13 individuos que también se correspondió con el número de cerdos con la enfermedad del transporte (por ejemplo, que tuvieron arcada o vomitaron). Se realizó una prueba chi-cuadrado para establecer si los cerdos con la enfermedad del transporte presentaban individualmente concentraciones altas o bajas de hormonas. (ii) Se clasificaron los cerdos de forma individual si presentaban cualquier combinación de los síntomas más avanzados de la enfermedad del transporte (espumarajo, mascada, vómitos y/o arcada) y además de acuerdo a si sus concentraciones de una hormona en sangre (cortisol, beta-endorfina y LVP) al desangrado eran superiores o inferiores a la mediana de los 50 cerdos en el grupo. Cada grupo de hormona con la categoría alta/baja estaba formado por 25 cerdos, aunque un total de 32 cerdos presentaron síntomas de la enfermedad del transporte (espumarajo, mascada, vómito y/o

Dalland

CVZ Genetics Ibérica, S.L
Member of CVZ-group

Avda. Primero de Mayo, 1-7º
Edf. Torres Azules
30006-MURCIA
Tlf 968 27 26 67
Fax 968 27 01 83
Internet <http://www.cvz-iberica.com>
E-mail dalland@cvz-iberica.com



Progreso en Cerdos

TABLA 1 NÚMERO Y PORCENTAJE DE CERDOS (n=50) QUE PRESENTARON SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE (OLFATEO, ESPUMARAJO Y ARCADA Y/O VÓMITO)

	Comportamiento			
	Olfateo	Espumarajo/ mascada	Espumarajo/mascada /arcadas/vómito	Arcadas/Vómito
Número	49	26	32	13
Porcentaje	98	52	64	26

arcada). Los cerdos con la enfermedad del transporte se relacionaron con los del grupo hormona alta/baja mediante un análisis de chi-cuadrado.

3. Se realizó un análisis para investigar si las canales clasificadas como PSE o DFD correspondían a los cerdos que se habían enfermado debido al transporte. Este también consistió de dos análisis: (i) se clasificaron los cerdos de acuerdo a que tenían la enfermedad del transporte si habían tenido arcada o vomitado, y también de acuerdo a si habían presentado una calidad de carne deficiente (PSE o DFD). Aproximadamente un número igual de cerdos presentó la enfermedad del transporte (n=13) a los que presentaron PSE o DFD (n=12 y n=17 respectivamente). (ii) Los cerdos fueron adicionalmente clasificados como enfermos por el transporte si presentaban cualquier combinación de los síntomas más avanzados de la enfermedad del transporte (espumarajo, mascada vómito y/o arcada) y de acuerdo a si presentaban deficiente calidad de la carne (PSE o DFD). Se estableció una relación en cada análisis entre los cerdos con la enfermedad del transporte y los de una calidad de carne deficiente (PSD o DFD) mediante un análisis chi-cuadrado.

Finalmente, se calculó la media (M±ES) de las concentraciones de cortisol, beta-endorfina y LVP en plasma y se realizó un análisis de correlación simple para establecer si estas concentraciones hormonales en plasma se relacionaban con las medidas específicas de la calidad de la carne (pHu en el LD, SM y AD; FOP en el LD y SM; PQM en el LD).

RESULTADOS

Trece cerdos (26% de los animales) vomitaron o tuvieron arcadas durante el transporte (Ver Tabla 1) distribuidos aproximadamente igual durante los 2 días (siete cerdos en el día 1, seis en el día 2). Un total de 26 cerdos (52%) presentó espumarajos o mascada, y 32 cerdos (64%) presentaron una combinación de los síntomas arcada, vómito, espumarajo y/o mascada. Seis cerdos tuvieron arcada o vomitaron pero sin tener espumarajo o realizar mascada.

El número de cerdos clasificados como que presentaban síntomas específicos de la enfermedad del transporte y concentraciones específicas de hormonas alta/baja se detalla en las Tablas 2a y 2b.

TABLA 2a TABLAS DE CONTINGENCIA QUE MUESTRAN (I) NÚMERO DE CERDOS CON LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE (DEFINIDO COMO LOS CERDOS QUE TUVIERON ARCADAS Y VOMITARON) O SIN LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE vs EL NUMERO DE CERDOS QUE PRESENTARON ALTAS CONCENTRACIONES DE LAS HORMONAS ESPECIFICADAS (CON CONCENTRACIONES EN EL RANGO SUPERIOR DEL CUARTIL N=13) Ó NO PRESENTARON ALTAS CONCENTRACIONES DE ESTAS HORMONAS (N=37); (II) EL NÚMERO DE CERDOS CON LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE (DEFINIDO ANTERIORMENTE) O SIN LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE vs EL NÚMERO DE CERDOS QUE PRESENTARON BAJAS CONCENTRACIONES DE LAS HORMONAS ESPECIFICADAS (CON CONCENTRACIONES EN EL RANGO INFERIOR DEL CUARTIL; N=13) Ó QUE NO MOSTRARON BAJAS CON CENTRACIONES HORMONALES (N=37)

Hormona	Concentración alta o baja de la hormona (cuartil superior/inferior)	Número de cerdos con la enfermedad del transporte	Número de cerdos sin la enfermedad del transporte	Total de la fila	Chi-cuadrado	Valor P
(i) cortisol	Alto	3	10	13	0,07	>0,50
	No alto	10	27	37		
Total de columnas		13	37	50		
(ii) cortisol	Bajo	6	7	13	3,70	>0,05
	No Bajo	7	30	37		
Total de columnas		13	37	50		
(i) Beta-endorfina	Alto	2	11	13	1,02	>0,10
	No alto	11	26	37		
Total de columnas		13	37	50		
(ii) Beta-endorfina	Bajo	6	7	13	3,70	>0,05
	No Bajo	7	30	37		
Total de columnas		13	37	50		
(i) LVP	Alto	4	9	13	0,21	>0,50
	No Alto	9	28	37		
Total de columnas		13	37	50		
(ii) LVP	Bajo	3	10	13	0,07	>0,50
	No Bajo	10	27	37		
Total de columnas		13	37	50		

En la Tabla 2a un total de 13 cerdos se clasificaron que correspondían a cada uno de los grupos de hormona alto/bajo (cortisol, beta-endorfina y LVP) y se distribuyeron de acuerdo a los valores superiores/inferiores del cuartil (inclusive) y

13 cerdos se clasificaron como enfermos por el transporte (arcada o vómito). Pocos cerdos presentaron síntomas de ambas cosas, enfermedad del transporte y niveles alto/bajo de concentraciones hormonales (cortisol: 3 nivel alto y seis para el nivel

• TABLA 2b TABLAS DE CONTINGENCIA QUE MUESTRAN EL NÚMERO DE CERDOS CON LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE (DEFINIDA POR LOS SÍNTOMAS DE ESPUMARAJO, MASCADA, ARCADAS Y/O VÓMITOS) O SIN LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE VS AQUELLOS ANIMALES QUE PRESENTABAN ALTOS O BAJOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN HORMONAL (CORTISOL, BETA-ENDORFINA Y LVP) (DEFINIDO COMO VALORES SUPERIORES O INFERIORES A LA MEDIANA, N=25)

Hormona	Nivel de Concentración de las hormonas alto o bajo (cuartil superior/inferior)	Número de cerdos con la enfermedad del transporte	Número de cerdos sin la enfermedad del transporte	Total de filas	Chi-cuadrado	Valor P
Cortisol	Alto	16	9	25	0,00	>0,90
	Bajo	16	9	25		
Total de columnas	32	18	50			
Beta-endorfina	Alto	16	9	25	0,00	>0,90
	Bajo	16	9	25		
Total de columnas	32	18	50			
LVP	Alto	14	11	25	1,39	>0,10
	Bajo	18	7	25		
Total de columnas	32	18	50			

bajo; beta-endorfina: dos nivel alto y seis nivel bajo y para LVP: 4 para el nivel alto y tres para el bajo). En la Tabla 2b se presenta el total de 25 cerdos clasificados como que corresponden a cada uno de los grupos con niveles alto/bajo en hormonas (con concentraciones clasificadas con niveles superiores o inferiores a la mediana de todo el grupo) y 32 cerdos fueron clasificados con la enfermedad del transporte (espumarajo, mascada, arcada y/o vómito). No hubo una relación significativa entre la incidencia de la enfermedad del transporte y los niveles alto/bajo de concentración hormonal.

En los análisis presentados en las Tablas 2a y 2b no se encontró una relación significativa entre la incidencia de la enfermedad del transporte y los niveles alto y bajo de las concentraciones de hormonas en el desangrado ($P > 0,05$ en todos los casos). De este modo, las concentraciones

de cortisol, beta-endorfina y LVP al desangrado no ofrecieron ninguna indicación de cuáles habían sido los cerdos más afectados con la enfermedad del transporte durante la trayectoria.

El número total de cerdos que presentaron las características PSE o DFD para cada medida en cada músculo aparece en la Tabla 3. Diecisiete cerdos se clasificaron como PSE (de los cuales 9 fueron ligeramente PSE), todos fueron clasificados de acuerdo a los valores PQM en el LD (ninguno por FOP en el LD y en el SM). Un total de 12 cerdos presentaron DFD en uno o más músculo (LD, SM o AD), cuatro de ellos presentaron DFD en más de un músculo. Un total de 25 canales fueron PSE o DFD en uno o más músculo, y cuatro de éstas dieron muestra de ambas.

En la Tabla 4 se presenta el número de cerdos con la enfermedad del transporte que

TABLA 3 NÚMERO Y PORCENTAJE DE CERDOS CLASIFICADOS COMO DFD Y PSE POR LAS CARACTERÍSTICA DE SU CARNE EN CADA UNA DE LAS MEDIDAS (PHU, FOP Y PQM), CALCULADO DE ACUERDO A BARTON-GADE ET AL (1996B). Ver texto para las abreviaturas

pHu LD	pHu SM	PHu AD	FOP LD	FOP SM	PQM LD
3 DFD	10 DFD	3 DFD	0	0	17 PSE
6%	20%	6%	0	0	34%

TABLA 4 NÚMERO DE CERDOS (N=50) QUE PRESENTARON SÍNTOMAS DE LA ENFERMEDAD DEL TRANSPORTE (CLASIFICADOS DE ACUERDO A SI TUVIERON ARCADAS Y VOMITARON [N=13] Y CUALQUIER COMBINACIÓN DE ESPUMARAJO, MASCADA, ARCADAS Y/O VÓMITO [N=32]) Y SÍNTOMAS DE CALIDAD DE CARNE DEFICIENTE (CARNE PSE O DFD)

Síntomas de la enfermedad del transporte	Calidad de la carne (PSE o DFD)	Cerdos con síntomas de la enfermedad del transporte	Cerdos con los síntomas de la enfermedad del transporte y de PSE/DFD	Chi-cuadrado	Valor P
Arcada/Vómito	PSE	13	5	0,16	>0,5
Arcada/vómito/ espumarajo/mascada	PSE	32	12	0,48	>0,1
Arcada/Vómito	DFD	13	2	0,71	>0,1
Arcada/Vómito/ espumarajo/mascada	DFD	32	5	3,41	>0,05

presentaron síntomas de calidad deficiente en la carne (PSE o DFD). Los cerdos con la enfermedad del transporte (definido como aquellos cerdos que tuvieron arcada o vomitaron o aquellos que mostraron alguna señal de cualquier combinación de

espumarajo, mascada, arcada y/o vómito) no tuvieron carne de calidad deficiente (PSE o DFD) ($P > 0,05$ en todos los casos).

En la Tabla 5 aparecen los coeficientes de correlación entre las medidas de la calidad

de la carne (pHu en el LD, SM y AD; FOP en el LD y SM; PQM en el AD) y las concentraciones de cortisol, beta-endorfina y LVP en plasma al desangrado. No hubo correlaciones significativas entre la calidad de la carne y las concentraciones de hormona en plasma (cortisol, beta-endorfina y LVP) al desangrado ($P > 0,05$ en todos los casos). La media de las concentraciones de las hormonas ($M \pm ES$) fueron las siguientes: cortisol, $114,00 \pm 5,27 \text{ nmol l}^{-1}$; beta-endorfina, $152,27 \pm 8,63 \text{ pmol l}^{-1}$, beta-endorfina, $152,27 \pm 8,63 \text{ pmol l}^{-1}$, LVP, $2,76 \pm 0,3 \text{ pmol l}^{-1}$

DISCUSIÓN

Este es el primer estudio en el que se han realizado observaciones directas durante el transporte a grupos importantes de cerdos con el peso de sacrificio con el objetivo de controlar los síntomas de la enfermedad del transporte. El único estudio previo comparable a éste incluía 12 grupos de cuatro cerdos (la mitad de los mismos estaban mezclados y la otra mitad no estaban mezclados) la travesía tuvo una duración de 1,5 h (Bradshaw et al 1996a). En la condición de no

mezclados, el 33 % de los cerdos (8 de 24) tuvo arcada o vómito, mientras que en la condición de cerdos mezclados, no se halló ninguna evidencia de cerdos con la enfermedad del transporte. Se concluyó que en la condición de mezclados el efecto directo del transporte aparentemente se retrasó debido a la lucha entre los cerdos (la cual no estuvo presente en los cerdos con la condición de no mezclados). La duración de la trayectoria fue de 1,5 h por lo que posteriormente se sugirió que los cerdos mezclados pueden estar afectados por el transporte (enfermedad del transporte) ya que la conducta agresiva cesó tiempo después del período en estudio (Bradshaw et al 1996a).

En este estudio más de la cuarta parte de los cerdos tuvieron arcadas o vomitaron y más del 50% presentó síntomas avanzados de la enfermedad del transporte (espumarajo en la boca y mascada). Los síntomas de la enfermedad del transporte en cerdos han sido previamente informados y discutidos (Randall & Bradshaw 1998). Consideramos que es suficiente decir que los síntomas parece que ocurren de una

TABLA 5 COEFICIENTES DE CORRELACIÓN (r) ENTRE LAS MEDIDAS DE LA CALIDAD DE LA CARNE (pHu EN EL LD, SM Y AD, FOP EN EL LD Y SM; PQM EN EL AD) Y CONCENTRACIONES DE CORTISONA, BETA-ENDORFINA Y LVP EN PLASMA AL DESANGRADO. VER TEXTO PARA LAS ABREVIATURAS.

Hormona	pHu LD	pHu SM	PHu LD	FOP LD	FOP SM	PQM LD
Cortisol	0,176	0,048	0,065	0,114	0,050	0,242
Beta-endorfina	0,031	0,128	0,017	0,067	0,125	0,093
LVP	0,126	0,208	0,117	0,016	0,114	0,028

No hubo significación en los coeficientes, $P > 0,05$ ($r = 0,273$, $P = 0,05$)

forma secuencial y solamente algunos cerdos atraviesan por todas las etapas hasta llegar al punto del vómito. El síntoma de la enfermedad del transporte que debe ser tratado con el mayor cuidado es el olfateo (el cual no se incluyó en el presente trabajo) y ya ha sido discutido en otra publicación (Randall & Bradshaw 1998). Mientras que el espumarajo puede ocurrir en otros contextos (en pruebas con cerdas en un medio ambiente novedoso) esta conducta cuando se combina con mascada repetitiva, nos proporciona una evidencia no ambigua de la enfermedad del transporte (según lo informado por Randall & Bradshaw 1998). Sin embargo, debe dársele importancia al hecho de que se haya perdido información sobre el espumarajo y la mascada debido a que algunos cerdos impedían que otros se vieran. En algunas ocasiones se detectó la enfermedad del transporte en el cerdo por el sonido de la arcada lo que permitió su posterior localización y su identificación individual.

No hubo relación entre la concentración en plasma LVP al desangrado y la incidencia de la enfermedad del transporte durante la trayectoria. Bradshaw et al (1996b) detectó que los síntomas de la enfermedad del transporte durante la trayectoria parecen estar asociadas con elevadas concentraciones en plasma de LVP. Estos resultados sirven de base para los de Forsling et al (1984) que detectó que la exposición a la vibración y al ruido también elevaron las concentraciones en plasma de LVP. Además ya se ha probado que la producción de vasopresina se ha estimulado en otras especies (hombre - Miaskiewicz et al 1989; monos - Verbalis et al 1987; ovejoes - Ebenezer et al 1989; cerdos - Parrott et al 1991) posterior a una inyección intravenosa de colecistoquinina un péptido intestino/cerebral que induce al vómito (Levine et al 1984; Verbalis et al 1987; Parrott et al 1991). De este modo las concentraciones de LVP, en particular, pueden haber sido un indicador fiable.

No existe evidencia que las concentraciones de cortisol en plasma y de beta-endorfina estén relacionados con la enfermedad del transporte pero estas hormonas han estado relacionadas con el nivel de estrés durante el transporte (Geers et al 1994; Geers 1995; Bradshaw et al 1996a, b) y al sacrificio (Warriss et al 1994; Barton-Gade et al 1996a). Sin embargo, en este estudio las concentraciones de hormona no se correlacionaron con los parámetros de la calidad de la carne, lo cual sirve de base a resultados de otros estudios (cortisol, Warriss et al 1994; cortisol y beta-endorfina, Barton-Gade et al 1996a). En todos los casos existen dificultades para relacionar las concentraciones de hormonas del estrés al desangrado con la conducta durante la trayectoria o la consecuente calidad de carne ya que el período desde la carga/descarga hasta el momento del sacrificio puede ser estresante y puede producir cambios de las concentraciones de estas hormonas.

Las concentraciones de LVP al desangrado generalmente fueron superiores a las registradas antes de cargar los animales y durante el transporte (Bradshaw et al 1996b). Sin embargo, Forsling et al (1984) demostró que los cerdos que fueron sometidos a una acción molesta de correr (ser perseguidos durante unos minutos en su cuadra y su posterior restricción) demostraron un incremento de seis veces el valor en la concentración de LVP. De este modo en este estudio la alta concentración de LVP al desangrado se debió probablemente al período de tiempo que permanecieron los cerdos en el matadero hasta el momento del aturdimiento, en lugar de los efectos de la trayectoria (aunque Bradshaw et al [1996] no detectó incremento de la LVP en respuesta al momento de efectuar la carga y el momento de iniciar la trayectoria). Las concentraciones de cortisol y beta-endorfina fueron generalmente superiores a los niveles

ya registrados para el momento anterior a la realización de la carga de los animales en el camión, pero inferiores a aquellos medidos inmediatamente en respuesta a la acción de carga (Bradshaw et al 1996a,b) que es conocido como un momento estresante (Brown et al 1993).

En el músculo blanco predomina el metabolismo anaeróbico y es más susceptible a la condición PSE que el músculo rojo en el que predomina el metabolismo aeróbico y es susceptible a la condición DFD (Barton-Gade et al 1996). Por lo tanto ambos deben ser utilizados al evaluar la calidad de la carne. Sin embargo, la situación no está bien definida y en el pasado distintos investigadores han utilizado diferentes parámetros. Por ejemplo, es posible que investigadores portugueses utilicen un valor superior para el FOP para dar la clasificación de PSE (Santos et al 1996) que los ingleses (Warris et al 1994) o los escandinavos (Barton-Gade et al 1996b). Poder estandarizar los métodos para evaluar el PSE y el DFD es necesariamente difícil; en este estudio se utilizaron unas metodologías estandarizadas recientemente que han sido empleadas durante la realización de un proyecto de la UE (Barton-Gade et al 1996b). Como el PSE tiende a estar asociado con el estrés agudo a corto plazo, cualquier incidencia del PSE puede estar asociada con los efectos de la descarga de los cerdos y el tiempo que transcurre hasta el momento del sacrificio en lugar de con el transporte. Sin embargo, ninguno de los cerdos de este experimento se clasificó como PSE debido a las mediciones FOP; todos fueron clasificados por los valores del PQM. Warris et al (1994) informaron que las lecturas PQM no eran apropiadas para establecer la categoría de la calidad de la carne en canales individuales en las condiciones del Reino Unido (pero útiles para indicar la incidencia relativa de PSE en grandes grupos y actuar como monitor de la calidad del producto final) y que el establecimiento de categorías debe

realizarse con cuidado. Las carnes DFD tienden a estar asociadas con un tiempo anterior al sacrificio mayor (a largo plazo o un menor estrés agudo) lo que puede atribuirse más directamente a los efectos del proceso de transporte y ocurrió en aproximadamente la quinta parte de las canales de este estudio.

En el caso de las medidas de ambas PSE y DFD, los cerdos con la enfermedad del transporte no presentaron una calidad de carne deficiente. Esto puede atribuirse a que la enfermedad del transporte es un problema asociado con la vibración y el equilibrio, y no a la vía fisiológica que ocasiona la carne PSE y DFD. Otro elemento a considerar es que los resultados obtenidos pueden estar motivados por el pequeño número de canales evaluadas. En los estudios que no requieren la observación del cerdo antes del sacrificio cientos de canales pueden evaluarse en el matadero (Guise & Penny 1989 a,b; Warris et al 1994; Barton-Gade et al 1996a; Nanni-Costa et al 1996). Sin embargo, dentro del grupo estudiado la muestra de cerdos con la enfermedad del transporte (definido como aquellos individuos con arcada/vómito o los que presentaron espumarajo/mascada/arcada/vómito) y la incidencia de carne PSE o DFD tuvieron suficiente importancia para permitirnos detectar cualquier relación directa. De este modo todo parece indicar que la enfermedad del transporte tiene o muy poco efecto negativo o ninguno en la calidad de la carne.

Implicaciones del bienestar animal

Durante el desarrollo de este estudio más de la cuarta parte de los animales presentaron arcadas o vomitaron. En este experimento los cerdos con peso para el sacrificio formaban un grupo social con mezcla de sexos y fueron transportados en un vehículo para ganadería comercial. Las concentraciones de hormonas en plasma (cortisol, beta-endorfina y LVP) al

- transport and slaughter. *Animal Production* 49: 103-107.
- FORSLING ML, SHARMAN DF AND STEPHENS DB** 1.984 Vasopressin in the blood plasma of pigs and calves exposed to noise and vibration comparable with that experienced during transport. *Journal of Physiology* 357: 96.
- GEERS R** 1.995 A modulating effect of beta - endorphin on pigs' coping strategies during transport. *Physiology & Behavior* 57: 1.057-1.060.
- GEERS R, BLEUS E, VAN SCHIE T, VILLE H, GERARD H, JANSSENS S, NACKAERTS G, DECUYPERE E AND JOURQUIN J** 1.994 Transport of pigs different with respect to the halothane gene: stress assessment. *Journal of Animal Science* 72: 2.552-2.558.
- GUISE HJ AND PENNY RH** 1.989a Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: 1. The effects of stocking density in transport and the use of electric goads. *Animal Production* 49: 511-515.
- GUISE HJ AND PENNY RHC** 1.989b Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: 2. Mixing unfamiliar pigs. *Animal Production* 49: 517-521.
- LAMBOOY E AND ENGEL B** 1.991 Transport of slaughter pigs by truck over a long distance: some aspects of loading density and ventilation. *Livestock Production Science* 28: 163-174.
- LEVINE AS, SIERVERTY CE, MORLEY JE, GOSNELL BA AND SILVIS SE** 1.984. Peptidergic regulation of feeding in the dog (*Canis familiaris*). *Peptides* 5: 675-679.
- MACDOUGALL DB** 1.984 Meat Research Institute light probe for stressed meat detection. *Analytical Proceedings* 21: 494-495.
- MIASKIEWICZ SL, STRICKER EM AND VERBALIS JG** 1.989 Neurohypophysial secretion in response to cholecystokinin but not meal-induced gastric distension in humans. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 68: 837-843.
- NANNI-COSTA L, LO FIEGO DP, DE GROSSI A AND RUSSO V** 1.996 Effect of loading method, stocking density and temperature on carcass and meat quality in heavy pigs. In: Schütte A (ed) *New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions* pp 83-93. Federal Agricultural Research Centre (FAL): Braunschweig-Volkenrode, Germany.
- PARROTT RF AND GOODE JA** 1.992 Effects of intracerebroventricular corticotropin-releasing hormone and intravenous morphine on cortisol, prolactin and growth hormone secretion in sheep. *Domestic Animal Endocrinology* 9: 141-149.
- RANDALL JM** 1.993 Environmental parameters necessary to define comfort for pigs, cattle and sheep in livestock transport. *Animal Production* 57: 299-307.
- RANDALL JM BRADSHAW RH** 1.998 Vehicle motion sickness in pigs. *Animal Science* 66: 239-245.
- RICHES H, GUISE J AND PENNY R** 1.996 Preliminary investigation of frequency of vomiting by pigs in transport. *Veterinary Record* 139: 428.
- SANTOS C, ALMEIDA JM, MATIAS EC, FRANQUEZA MJ, ROSEIRO C AND SARDINHA L** 1.996 Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. In: Schütte A (ed) *New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions* pp 171-180. Federal Agricultural Research Centre (FAL): Braunschweig-Volkenrode, Germany.
- SCHÜTTE A, MERGENS A, POTT U AND VENTHIEN S** 1.996 Effect of transport

- conditions (straw; stoppage) and unloading procedures on physiological and meat quality parameters. In: Schütte A (ed) *New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions* pp 117-128. Federal Agricultural Research Centre (FAL): Braunschweig-Volkenrode, Germany.
- THORNTON SN, FORSLING ML, BALDWIN BA AND DELANEY CE** 1.987 Separate mechanisms for central osmotically-induced drinking vasopressin release in mini-pigs. *Physiology & Behavior* 39: 541-545.
- VERBALIS JG, RICHARDSON DW AND STRICKER EM** 1.987 Vasopressin release in response to nausea-producing agents and cholecystokinin in monkeys. *American Journal of Physiology* 252: R749-R753.
- WARRISS PD, BEVIS EA, EDWARDS JE, BROWN SN AND KNOWLES TG** 1.991 Use of the Tecpro Pork Quality Meter for assessing meat quality on the slaughterline. *Meat Science* 30: 147-156.
- WARRISS PD, BEVIS EA AND EKINS PJ** 1.989b The relationship between glycogen and muscle ultimate pH in commercially slaughtered pigs. *British Veterinary Journal* 145: 378.
- WARRISS PD AND BROWN SN** 1.985 The physiological responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality. *Journal of Science, Food and Agriculture* 36: 87-92.
- WARRISS PD, BROWN SN, ADAMS SJM AND CORLETT IK** 1.994 Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science* 38: 329-340.
- WARRISS PD, BROWN SN, LOPEZ-BOTE C, BEVIS EA AND ADAMS SJM** 1.989a Evaluation of lean meat quality in pigs using two electronic probes. *Meat Science* 25: 281-291.
- WARRISS PD, BROWN SN, NUTE GR, KNOWLES TG, EDWARDS JE, PERRY AM AND JOHNSON SP** 1.995 Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. *Meat Science* 41: 55-68.