



**Universitat de Lleida**

**INFLUENCIA DEL VIAJE COMERCIAL SOBRE EL BIENESTAR DE LOS  
CERDOS TRANSPORTADOS EN ESPAÑA**

Memoria presentada por Xavier Averós Florensa  
para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo

Dirección:  
Luis Fernando Gosálvez Lara

*Lleida, 20 de febrero de 2008*

*Dedicado a la memoria de Juanjo*

## Resum

Per estudiar els principals factors amb un efecte sobre el benestar de garrins i porcs de sacrifici transportats en condicions comercials espanyoles es van realitzar tres experiments, recollint informació relativa a l'efecte del viatge sobre la mortalitat, diferents variables sèriques, i d'integritat física i de la canal. La informació es va processar i es van obtenir els quatre articles que componen aquesta Tesis Doctoral. Independentment de l'edat el viatge va afectar els porcs, amb majors nivells d'estrés a la descàrrega, segons les variables sèriques, en els viatges curts com a reflexe de la càrrega, i en els d'hivern. Els porcs de sacrifici, a més, van mostrar una pitjor recuperació després dels viatges curts i d'hivern. Atenent al risk de mortalitat la duració del viatge va resultar millor predictor del benestar que la distància. A la tardor es van obtenir pitjors resultats de mortalitat i integritat física en porcs de sacrifici. Una temperatura ambiental mitja elevada va incrementar el risc de mortalitat dels transports a escorxador, amb un efecte independent de la duració del viatge. Determinades pràctiques de maneig prèvies al transport com un dejú adequat, duracions prolongades de la càrrega, i la càrrega en una única granja van resultar beneficioses per als porcs. La planificació dels viatges segons les condicions climàtiques i el descans previ al sacrifici, especialment a l'estiu, també van mostrar un efecte positiu. El sexe i la genètica dels porcs van modular l'efecte de la duració del viatge i de l'estació de l'any. La deshidratació va tendir a ser més alta en viatges llargs i a l'estiu. Considerar la temperatura mitja ambiental resulta imprescindible en la millora del benestar dels porcs transportats, millora que depèn en gran mesura del maneig que rebin els animals.

## Resumen

Para estudiar los principales factores con un efecto sobre el bienestar de lechones y cerdos de sacrificio transportados en condiciones comerciales españolas se realizaron tres experimentos, recogiendo información relativa al efecto del viaje sobre la mortalidad, distintas variables séricas, y de integridad física y de la canal. La información se procesó para obtener los cuatro artículos que componen esta Tesis Doctoral. Independientemente de la edad el viaje afectó a los cerdos, con unos mayores niveles de estrés a la descarga, según las variables séricas, en los viajes cortos como reflejo de la carga, y en los de invierno. Los cerdos de sacrificio, además, mostraron una peor recuperación después de los viajes cortos y de los de invierno. Atendiendo al riesgo de mortalidad la duración del viaje resultó mejor predictor del bienestar que la distancia. En otoño se obtuvo peores resultados de mortalidad e integridad física en cerdos de sacrificio. Una temperatura ambiental media elevada incrementó el riesgo de mortalidad en los transportes a matadero, con un efecto independiente de la duración del viaje. Determinadas prácticas de manejo previas al transporte como un ayuno adecuado, duraciones prolongadas de la carga, y la carga en una única granja resultaron beneficiosas para los cerdos. La planificación de los viajes según las condiciones climáticas y el descanso previo al sacrificio, especialmente en verano, también mostraron un efecto positivo. El sexo y la genética de los cerdos modularon el efecto de la duración del viaje y de la estación del año. La deshidratación tendió a ser más alta en viajes largos y en verano. Considerar la temperatura media ambiental resulta imprescindible en la mejora del bienestar de los cerdos transportados, mejora que depende en gran medida del manejo que reciban los animales.

## **Summary**

To study the main factors with an effect on the welfare of piglets and slaughter pigs transported under Spanish commercial conditions three experiments were performed, collecting information related to the effect of journey on mortality, different serum variables, and physical and carcass integrity. Information was processed to obtain the four papers in this Doctoral Thesis. Independently from the age journey affected pigs, showing higher stress levels at the unloading, according to serum variables, in short transports reflecting the effect of loading, and in winter transports. According to mortality risk, journey duration was a better welfare predictor than distance. The worst mortality and physical integrity results in slaughter pigs were obtained in autumn. High average environmental temperatures increased mortality risk in slaughter transports, independently from journey duration. Some previous to transport handling procedures such as an adequate fasting, prolonged loading durations, and loading pigs in one farm benefited pigs. Planning journeys according to climatic conditions, and resting previous to slaughter, particularly in summer, also showed a positive effect. Pigs' sex and genetics modulated the effect of duration and season. Dehydration tended to be higher in prolonged journeys and in summer. Taking into account the average environmental temperature appears to be crucial if the welfare of transported pigs is to be improved. This improvement mainly depends on the handling provided to pigs.

## ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
2.1. El transporte de animales: aproximación histórica .....	7
2.2. El bienestar animal: origen e implicaciones sociales.....	10
2.3. El bienestar animal: marco político y legislativo .....	17
2.4. El bienestar animal: implicaciones técnicas y económicas.....	22
2.5. Relación entre bienestar animal y estrés en la práctica ganadera	26
2.6. Incidencia del transporte sobre el estrés de los cerdos.....	32
3. MATERIAL Y MÉTODOS .....	37
4. DISCUSIÓN GENERAL.....	45
4.1. Influencia de la época del año y de la temperatura .....	48
4.2. Influencia de la distancia/duración del transporte.....	50
4.3. Influencia de diversos factores relacionados con la carga.....	53
4.4. Influencia de otros factores.....	56
5. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL .....	59
6. BIBLIOGRAFÍA.....	63



---

## 1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS





## 1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Esta Tesis Doctoral se enmarca dentro de un proyecto (CO-557) firmado, en el año 2002, por el Ministerio de Agricultura y la Universitat de Lleida, para el estudio de las condiciones de transporte de las especies porcina y bovina en el sur de Europa, comparándolas con las del centro y norte de la Unión Europea (UE). Para ello, y dada su amplitud, fueron necesarias la utilización de gran cantidad de recursos y la colaboración de numerosos operadores, entre ellos ganaderos, comerciantes, transportistas y mataderos, tanto españoles como de otros cuatro países de la UE.

Centrándonos en esta Tesis Doctoral, su meta es estudiar la influencia de los principales factores que, en los transportes comerciales de ganado porcino en España, tienen un efecto sobre el estrés y sobre el bienestar de los animales. Para abordar este objetivo general se definieron cuatro objetivos específicos:

**Objetivo 1.** Identificar y cuantificar la influencia de diferentes factores de riesgo, ambientales e intrínsecos al transporte, asociados a la mortalidad de cerdos transportados para su sacrificio en condiciones comerciales.

**Objetivo 2.** Determinar la influencia de la estación, la distancia y el número de granjas en las que se carga un viaje, sobre la mortalidad y diferentes parámetros físicos y de la canal, relacionados con el bienestar, en cerdos transportados en condiciones comerciales para sacrificio.

**Objetivo 3.** Analizar la influencia, sobre diferentes parámetros séricos, de las condiciones de transporte comercial de cerdos de sacrificio en diferentes estaciones del año.

**Objetivo 4.** Analizar la influencia del viaje sobre diferentes parámetros séricos, en lechones transportados en condiciones comerciales de invierno y verano.

Por último, indicar que son diversas las razones por las que hemos decidido acogernos a la posibilidad de presentar el trabajo de Tesis como trabajo de investigación recogido en 4 artículos científicos, publicados en revistas de impacto científico o enviados para publicación, según lo establecido en el Acuerdo núm. 19/2002 de la Junta de Gobierno de la UdL. Los artículos que componen la Tesis Doctoral son los siguientes:

**Artículo 1: Averós, X.**, Knowles, T.G., Brown, S.N., Warriss, P.D., Gosálvez, L.F. 2008. Factors affecting the mortality of pigs during transport to slaughter. *Veterinary Record*, aceptado para publicación el 04/01/08. (SCI año 2007=1,168)

**Artículo 2:** Gosálvez, L.F., **Averós, X.**, Valdevira, J.J., Herranz, A. 2006. Influence of season, distance and mixed loads on the physical and carcass integrity of pigs transported to slaughter. *Meat Science* 73, 553-558. (SCI año 2007=1,84)

**Artículo 3: Averós, X.**, Herranz, A., Sanchez, R., Comella, J.X., Gosálvez, L.F. 2007. Serum stress parameters in pigs transported to slaughter under commercial conditions in different seasons. *Veterinari Medicina* 52, 333-342. (SCI año 2007=0,624)

**Artículo 4:** Gosálvez, L.F., **Averós, X.**, Herranz, A., Villalba, D., Ribó, O. 2008. Welfare of piglets being transported in commercial journeys, from rearing to growing-finishing farms, in temperate climatic conditions. Enviado para publicación.





## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. El transporte de animales: aproximación histórica**

La ganadería actual resulta impensable sin la existencia del transporte de animales, antes al contrario, se puede afirmar que la complejidad de los sistemas productivos actuales obliga a la realización de algún traslado en un momento u otro de la vida de un animal. Es evidente que la complejidad de la producción ganadera ocasiona la existencia de tipologías de viaje muy diversas, como por ejemplo las de reproductores de genética selecta, de animales jóvenes que iniciarán su periodo de cebo, de animales cebados llevados a sacrificio, o bien de reproductores de desvieje.

Hasta la actualidad los sistemas y prácticas de transporte se han desarrollado de forma paralela a la ganadería, debiendo adaptarse siempre a las necesidades de ésta. Sin embargo, como menciona Lambooi (2000) el gran salto evolutivo, tanto cualitativo como cuantitativo, se produjo a raíz de los procesos de industrialización sucedidos en la sociedad occidental del siglo XIX, ya que hasta entonces la producción agropecuaria fue mayoritariamente de autoabastecimiento, y por ello los movimientos de animales se limitaban a unas pocas cabezas que se desplazaban una distancia corta. Existían, sin embargo, excepciones tales como la trashumancia (que a día de hoy continua realizándose, aunque de forma testimonial) donde el número de animales desplazados era elevado y el viaje podía prolongarse diversas semanas.

La revolución industrial propició una transformación social vertiginosa, caracterizada entre otros por la aparición de nuevos núcleos de población, alejados de las zonas rurales, y en los que la producción agrícola era reducida. En estos núcleos urbanos, sin embargo, la demanda de alimentos era elevada. Adicionalmente, y asociado al progreso económico del momento, se produjo también un importante crecimiento de la población, lo que acentuó aún más el desequilibrio entre la demanda urbana de alimentos y su disponibilidad. La suma de ambos fenómenos, junto con el hecho de que la conservación de alimentos era difícil, originó la necesidad de transportar ganado vivo desde las

zonas de producción hasta los mataderos situados en las zonas urbanas como la mejor forma de abastecer de carne a las ciudades.

Aunque en un principio la conducción de los animales hacia los mataderos continuó realizándose de forma tradicional, es decir, con grupos de pocos animales que recorrían distancias cortas a pie, este sistema fue gradualmente sustituido entrado el siglo XX. Inicialmente el ferrocarril demostró una gran capacidad en los transportes masivos, especialmente en Estados Unidos, puesto que en las grandes distancias facilitaba el desplazamiento de grandes grupos de animales en un tiempo relativamente corto y en unas condiciones aceptables. Sin embargo el tren presentaba, y en la actualidad todavía presenta, algunos inconvenientes derivados de su poca flexibilidad logística, ya que los animales deben ser conducidos tanto desde la explotación de origen hasta al punto de carga, como desde la estación de destino hasta la explotación final, incrementando el número de cargas y descargas y la duración total del viaje. Esta problemática, junto con la mejora de los camiones y de las infraestructuras viarias, supuso la sustitución paulatina del viaje en tren por el transporte por carretera, que en la actualidad es el sistema más utilizado. El transporte mediante camión ofrece una mayor flexibilidad y unos costes más reducidos que el tren; por contra, el transporte por carretera no ofrece unas condiciones tan ventajosas como las del ferrocarril para los animales (Lambooi, 2000).

La situación actual está marcada por el auge de las políticas y estrategias, públicas y privadas, de ámbito mundial. Ello, junto a las fuertes mejoras en las vías de comunicación, implica un aumento en la demanda de animales vivos, para engorde y sacrificio, así como en las oportunidades para el comercio internacional. En suma, puede decirse que la distancia media de transporte de los animales por carretera ha sufrido un cambio radical en la segunda mitad del siglo XX. En el marco de la UE, donde se garantiza la libertad de competencia comercial y de movimientos, es posible el transporte de animales entre los Estados Miembros; ello ha supuesto un incremento de los viajes de largo recorrido tanto para vida como para sacrificio, especialmente en viajes con origen en los países del Este de Europa. Sin embargo, en lo que

respecta a los cerdos de sacrificio la duración media del transporte continúa siendo relativamente corta (Barton Gade y Christensen, 1998), ya que por razones económicas el matadero tiende a aprovisionarse lo más cerca posible de sus instalaciones.



## 2.2. El bienestar animal: origen e implicaciones sociales

Si la evolución de la ganadería sucedió de forma simultánea a las necesidades de la sociedad contemporánea, la zootecnia ha tenido una trayectoria similar. Esta ciencia tiene un fundamento antiguo y de hecho, aunque existen indicios de la utilización de los animales por parte del hombre desde el Neolítico, uno de los primeros documentos dedicado a la ganadería que se conocen es el tercer libro del tratado *De re rustica*, del romano Varrón (116-27 a. C.). Ello contrastaría con la base empírica de una de sus disciplinas, el bienestar de los animales de granja, cuyo debate se ha racionalizado durante el siglo XX.

Considerando que la meta de la tecnificación ganadera sea la optimización de los sistemas productivos y del rendimiento económico resultaría imposible entender la aparición del bienestar como disciplina. Sin embargo, además de este análisis debe tenerse en cuenta que los objetivos de la producción animal moderna han trascendido lo puramente “productivista”, ya que el elevado grado de sofisticación de la sociedad occidental ha propiciado y alentado la discusión acerca del uso intensivo de los animales por parte del hombre. Así, desde la Agenda 2000 se superó la búsqueda del suministro de la mayor cantidad y el menor precio de los alimentos, y se incorporaron aspectos como la protección del medio ambiente y de los animales. Esta evolución condujo a nuestra sociedad hacia la necesidad de nuevos conocimientos científicos relacionados con estas nuevas demandas técnicas. De todas formas cabe destacar que el debate sobre el bienestar animal no es exclusivo de la época actual, de forma que ya en la Grecia clásica se puso en duda la utilización del animal por parte del hombre (Sorabji, 1993); incluso la escuela de pensamiento animista, con Pitágoras a la cabeza, planteó similitudes entre las almas de los humanos y las del resto de animales (Szücs et al., 2006). Sin embargo no fue hasta mediados del siglo XX, tras la intensificación de las prácticas agropecuarias, cuando este debate fue tomando más cuerpo.

A mediados del siglo XX Europa y el resto de la sociedad occidental, una vez superado el agotamiento provocado por la Segunda Guerra Mundial, se

encontraba inmersa en una situación de progreso económico. La población, en continuo crecimiento, demandaba grandes cantidades de alimentos al menor precio, lo que generó la necesidad de una agricultura que ofreciera unos rendimientos superiores, así como la mayor eficiencia en términos del capital invertido. En la ganadería industrializada esto se consiguió mediante el incremento de la eficiencia en la conversión de los piensos, de las densidades de cría, de los ratios de crecimiento mediante la mejora genética, y del rendimiento reproductivo de los animales (Gregory, 1998a). Por otra parte la culminación del traslado de parte de la población desde zonas rurales a zonas urbanas, iniciado en el siglo XIX e inicios del XX, provocó cierta ruptura mental con los orígenes agrícolas y un desconocimiento de la realidad ganadera, hechos que algún autor ha considerado como una importante pérdida cultural y de valores (Hodges, 2006).

Generalmente se acepta que el catalizador de la discusión acerca de la producción animal “ética” fue la aparición de *Animal Machines* (Ruth Harrison, 1964), publicación seguida en años posteriores por las de autores como el utilitarista Singer (1975) y defensores de posturas más extremistas como Regan (1983) entre otros, aunque ninguno de ellos fue influenciado por el libro de Harrison (Fraser, 1999). Salvando las distancias puede afirmarse que en la doctrina de todos estos autores subyace una visión alarmista de las prácticas ganaderas. Además, como afirma el mismo Fraser, los principios en que basaron sus líneas de pensamiento pueden resultar discutibles desde un punto de vista netamente científico. Por otra parte es justo reconocer que, en el polo opuesto a estas posturas “animalistas”, existen también casos de distorsión de la realidad con la finalidad de ofrecer una imagen totalmente falsa, e incluso bucólica, de la producción ganadera. Ejemplo de ello es la práctica, muy habitual en las campañas publicitarias, de ofrecer imágenes de animales situados en medio de inmensos prados verdes o ambientes agradables, cuando lo que en realidad se ofrece son productos animales obtenidos en unas condiciones intensivas que nada tienen que ver con dicha imagen publicitaria. En definitiva, tal como ya apuntaba Fraser (2001), puede concluirse que ninguno de los dos extremos proporciona una visión y una descripción objetivas de las prácticas ganaderas reales.

Resulta paradójico que la sociedad occidental, una vez cubiertas sus necesidades básicas, con una situación económica relativamente estable, y con un cierto desconocimiento respecto la realidad de las prácticas ganaderas, empezara a sentir inquietud, e incluso a desconfiar, de los alimentos consumidos y de las prácticas utilizadas para su obtención. En un contexto como el descrito resulta fácil entender por qué mensajes como los de Harrison, Singer y Regan calaron en parte de la población, provocando en muchos casos la modificación de los hábitos de consumo establecidos. Es un hecho que en los países más desarrollados el consumo de carne ha variado en las últimas décadas, incrementando el consumo de carne de pollo en detrimento de otros tipos de carne. Aparte de aspectos relacionados con la salud, gran parte de esta variación se debe al trasfondo filosófico de las dietas semi-vegetarianas, basadas en el consumo ocasional de carnes blancas y en la supresión del consumo de carne roja. Detrás de estos comportamientos subyace la creencia que el consumo de carne es una práctica negativa, reprobable y que supone una extrema crueldad hacia los animales (Gregory, 1997; Worsley y Skrzypiec, 1997).

Para conocer la opinión de la sociedad europea los Eurobarómetros (Special Eurobarometer, 2005, 2007) son una herramienta de gran utilidad. En el del 2005 dos tercios de los encuestados declararon haber visitado una granja a lo largo de su vida, y un 39% declararon haberlo hecho en 3 ó más ocasiones. Ello indicaría, a priori, cierto conocimiento de la producción animal. Por otra parte, los resultados del año 2005 también indicaban cierto descontento social respecto a los estándares de bienestar en la producción, con un 44% de los encuestados declarando que el bienestar de las gallinas de puesta debería mejorarse. Sin embargo únicamente un 11% y un 8% de los encuestados declararon que el bienestar de los patos y de los peces de piscifactoría, respectivamente, debería mejorarse. Todos conocemos el manejo proporcionado a los animales destinados a la producción de foie, y además sabemos que la muerte de los peces, ya sean pescados en el mar o criados en piscifactoría, se produce por asfixia sin ningún tipo de aturdimiento previo, existiendo una normativa específica para el sacrificio del resto de especies ganaderas. Sin embargo, a nivel social se exige que los estándares de

bienestar de las gallinas de puesta, actualmente bastante elevados, deben incrementarse todavía más. Todo ello resulta contradictorio y parece indicar que, de hecho, el conocimiento que se tiene en general de los procedimientos de cría de las especies ganaderas no es tan elevado como se pretende.

En el Eurobarómetro del 2005, además, un 43% de los ciudadanos encuestados afirmó tener en cuenta el bienestar de los animales en el momento de la compra, aunque con grandes variaciones entre países (En Suecia el porcentaje fue del 67%, mientras que en la República Checa únicamente fue del 21%). Sin embargo, y volviendo al caso de las gallinas ponedoras, un 34% de los encuestados no aceptaría pagar un coste adicional por un producto producido con unos estándares más elevados de bienestar, mientras que un 25% aceptaría un incremento de hasta un 5%. En ambos casos también aparecieron fuertes variaciones entre países.

En el Eurobarómetro del 2007, cuyo planteamiento fue bastante diferente que se realizó dos años antes, en una escala del 1 al 10 la valoración media de la importancia del bienestar animal para la población europea fue de 7.8. Un 69% de los encuestados declararon conocer las condiciones de cría de los animales de granja, aunque el 57% declararon conocerlas únicamente “un poco”. Sin embargo, un 28% de los encuestados declararon desconocer la producción animal. Además, aunque un 60% de los encuestados piensan que el bienestar en las explotaciones ha mejorado en los últimos 10 años, un 77% consideran que debe continuar mejorando, con un 35% de los encuestados demandando este aspecto de forma contundente.

Un 72% de los encuestados creen que los ganaderos deberían ser compensados económicamente por el posible incremento en los costes de producción asociado a un incremento de los estándares de bienestar, con un 34% afirmándolo de forma clara. Por otro lado, un 56% de los entrevistados no encuentran, en la actualidad, que el etiquetado de los productos permita diferenciar de forma clara cuáles de ellos han sido obtenidos mediante estándares de bienestar elevados, y un 74% de los encuestados afirman que

ciertas mejoras en el etiquetado permitirían una mejor identificación de los productos.

En definitiva, aunque los Eurobarómetros del 2005 y del 2007 reflejan ciertas contradicciones en las opiniones de los ciudadanos europeos, en general puede apreciarse cierta homogeneidad en torno a las siguientes conclusiones:

-El consumidor defiende el bienestar animal, aunque existe un claro desconocimiento de las prácticas ganaderas

-El consumidor considera que los productores deben ser compensados por los sobrecostes derivados de una producción con unos estándares de bienestar elevados, aunque no acepta que el sobrecoste repercuta en el precio final. Se intuye, por tanto, que dicho sobrecoste debería asumirlo la administración

-A lo largo de ambos informes se detectan grandes diferencias geográficas en cuanto a la actitud social en relación al bienestar de los animales

Por otra parte no debe olvidarse que los estándares de bienestar de los animales han aumentado notablemente respecto a los de hace sólo unas décadas; a ello ha contribuido la aplicación de las normativas legales, así como el mayor nivel de educación y formación de las personas en contacto con los animales. Los procesos de globalización conllevan la salida de nueva oferta de producto a los mercados internacionales, con unos estándares de producción mínimos que varían entre unos países y otros. Ello puede ocasionar una situación de desventaja competitiva, tal como se adivina, en el caso de los estándares de bienestar animal a lo largo de todo el proceso productivo, en el caso de los ganaderos europeos frente a los de otros países terceros.

La relevancia social que ha alcanzado el bienestar animal en la política europea ha ocasionado su dependencia administrativa tanto del Directorado General para la Salud y Protección de los Consumidores (SANCO) como de la Oficina Internacional de Epizootias (OIE). Dicha relevancia se pone todavía

más de manifiesto al analizar el Plan de Acción de la Comisión Europea para el cuatrienio 2006-2010, donde se explicita que el bienestar animal pasa a formar parte de la escala de valores europea y se plantean objetivos tan fundamentales como la Acción 1 *“Hacer más estrictas las normas mínimas aplicables en el ámbito de la protección y el bienestar de los animales”*, la Acción 4 *“Asegurarse de que las personas que cuidan y manejan a los animales, así como el público en general, tienen una participación mayor en las actuales normas sobre protección y bienestar de los animales, las conocen mejor y aprecian plenamente el papel que desempeñan en la mejora de la protección y el bienestar”*, o la Acción 5 *“Seguir apoyando las iniciativas internacionales y emprender otras nuevas, con el fin de concienciar y alcanzar un mayor consenso en lo que se refiere al bienestar animal”*. En suma, tres de las cinco Acciones que propone el Plan de Acción están totalmente implicadas con la filosofía que pretende que la UE lidere al mundo en esta nueva forma de ver a los animales.

Una solución de compromiso entre los diferentes intereses y sensibilidades de los agentes de la cadena podría ser, tal como se intuye en los Eurobarómetros, una política de etiquetado diferencial de los productos de origen animal. Así, un reglamento donde se recojan una serie de condicionantes productivos a cumplir para poder optar a dicho etiquetado permitiría que, de manera voluntaria, aquellos consumidores que quieran recibir un producto final obtenido en un sistema de producción determinado lo puedan conseguir sin ser necesarios otro tipo de justificaciones o argumentos. Por esta vía se puede asumir un mayor coste de productos más exclusivos, independientemente de cual sea el fundamento que se argumente para forzar los condicionantes productivos, aunque el Eurobarómetro muestra de forma contundente que el consumidor no está dispuesto a pagar el sobreprecio. Existen al respecto propuestas de creación de “cajas verdes” con las que compensar económicamente a aquellos ganaderos que se acojan a unos estándares productivos de bienestar superiores a los obligatorios, lo que supone una contradicción para el etiquetado diferencial. De todas formas el

análisis exhaustivo de estas ayudas queda fuera del ámbito de este trabajo, aunque valga como pincelada lo que se acaba de comentar.

Como reflexión final puede concluirse que el bienestar animal, que puede suponer una oportunidad de negocio relacionada con la aparición de nuevos productos, puede ser también una amenaza para el productor debido a que la mayoría de normas determinan el aumento de costes, y por tanto un descenso de la rentabilidad que puede ocasionar perjuicios económicos.

### 2.3. El bienestar animal: marco político y legislativo

Debido a las demandas de determinados grupos de presión, a partir de la segunda mitad del siglo XX en algunos de los países de Europa comenzó la incorporación a la legislación nacional de normativas específicas dirigidas a la protección de los animales. Cabe resaltar que el Reino Unido fue pionero en la regulación de las demandas “animalistas” con la aprobación en el año 1911 del “*Acta de Protección de los Animales*”, siendo además en este mismo país donde se creó en 1965 el Comité Brambell, cuyos objetivos eran revisar todos aquellos aspectos relacionados con el bienestar de los animales de granja criados en condiciones intensivas, prestar asesoría al gobierno británico en materia de bienestar, y establecer las directrices y objetivos nacionales en el ámbito legislativo y de investigación. El Comité Brambell fue el precursor del Farm Animal Welfare Council (FAWC), quien en 1993 proclamó la Declaración conocida como de las cinco Libertades del Animal, en la que se proclama que los animales no deben sufrir:

- Sed, hambre o malnutrición
- Incomodidad
- Dolor, lesiones o enfermedad
- Dificultad de expresión del comportamiento normal
- Miedo o angustia

Estas libertades basan las actuaciones políticas actuales de protección de los animales en la UE que, como ya se ha apuntado, se traducen en una normativa minuciosa de la que se derivan condicionantes para la producción ganadera. La UE se rige por políticas comunes para todos sus Estados miembros por lo que resulta muy difícil, si no imposible, la co-existencia de normativas distintas en la protección de los animales ya que, el margen de arbitrariedad de los distintos gobiernos, permitiría unas diferencias que sin duda favorecerían los intereses de unos países en perjuicio de otros. El primer paso hacia la armonización normativa se dio en el año 1968 con la firma en París del Convenio Europeo sobre “*Protección de los Animales durante el Transporte*”, seguido en 1976 por la firma en Estrasburgo del Convenio



Europeo sobre “*Protección de los Animales en las Explotaciones Ganaderas*”. A raíz de este último en 1978 se publicó la Decisión 78/923/CEE del Consejo, donde textualmente se citaba que:

*“aunque no es el objetivo de la Comunidad Europea la protección de los animales, se cree necesario unificar criterios debido a las dispares legislaciones existentes en diferentes países de la Comunidad, que pueden crear conflictos”.*

Sin embargo, la decisión definitiva para la armonización de políticas no ocurrió hasta que el Parlamento Europeo instó, mediante su Resolución sobre la política relativa al bienestar de los animales (1987), a la Comisión a presentar propuestas de normativa que garantizaran un buen desarrollo de la política agraria común. Esta Resolución por tanto se puede considerar como el punto de partida de la aparición del cuerpo legal conjunto para la protección de los animales.

Centrándonos en el transporte de los animales dentro de la UE, la primera norma comunitaria existente fue la Directiva 91/628/CEE, posteriormente modificada mediante la Directiva 95/29/CE. Actualmente la norma en vigor es el Reglamento (CE) 1/2005. Debe recordarse que estas normas marcan unos mínimos, de forma que en la actualidad existen algunos países de la Unión en los que, por legislación voluntaria propia, las obligaciones legales de sus ciudadanos son más restrictivas que las de otros Estados Miembros.

Una visión global de la evolución de la UE a través de sus normativas de bienestar animal muestra cómo se ha ido adaptando en gran medida a la evolución paralela de la sociedad europea. En la década de los 70 la intención de la CEE fue meramente armonizar las distintas normativas existentes, algo que podría ser considerado como un posicionamiento sensible, aunque extremadamente cauteloso. Dos décadas después la UE realizó un gran paso con el reconocimiento de los sentimientos de los animales en el Tratado de Ámsterdam (1997), suponiendo un posicionamiento muy activo respecto al

bienestar animal, y derivándose cambios en la formulación y aplicación de las políticas comunes. A día de hoy, y con la declaración de intenciones que ha supuesto el Plan de Acción en materia de bienestar animal (2006-2010), se puede afirmar que la protección de los animales se ha convertido en una prioridad de la UE, con la intención de trascender el ámbito comunitario y erigirse en abanderado mundial de una nueva filosofía productiva más sensible con las necesidades de los animales.

Por otra parte, y por encima de los intereses de la Unión, queda saber cuál será el posicionamiento de los países no comunitarios en relación a esta política ganadera, muy en particular de aquellos competidores productivos de la UE. No resulta en absoluto descabellado pensar que existen diferentes sensibilidades, lo que sin duda puede suponer una pérdida de competitividad para los productores europeos que afectaría de forma muy negativa a un sector que en los últimos tiempos ya se ha visto afectado por diferentes escándalos y crisis.

Una vez definidas las políticas de bienestar animal en la UE, y dadas las actuales circunstancias productivas y comerciales, es importante ver su encaje en un contexto mundial del que a continuación se presenta un análisis esquemático. A grandes rasgos los países no comunitarios podemos agruparlos, en relación a su actitud social y legislación derivada en protección de los animales, en dos bloques bien delimitados:

- Países occidentales bastante desarrollados
- El resto de los países del mundo, con multiplicidad de grados de desarrollo y de características sociales, económicas y culturales

Los países del primer grupo por regla general conocen el bienestar animal, aunque lo entienden de forma distinta a como se hace en la UE, y tienen una actitud que no siempre se plasma en demandas o acuerdos sociales concretos. En los países sudamericanos como mucho existen códigos de buenas prácticas o alguna asociación que, aún respaldada por las europeas, no llega a tener un reflejo mediático demasiado destacable. El posible futuro de

la legislación proteccionista en estos países está relacionado con su desarrollo económico, social, y sobre todo con las presiones comerciales que reciban de la UE. Para describir cómo se entiende el bienestar animal en los restantes países de este grupo se tomará, a modo ilustrativo, a los Estados Unidos (EEUU).

Los EEUU comenzaron a legislar en materia de bienestar hace ya varias décadas. La primera ley Federal en defensa de los animales la “Animal Welfare Act” (1967), y desde entonces abogan por la protección de los animales desde una doble vertiente: la de los animales de granja y la del resto de especies (investigación, compañía, zoo, circo). Con este planteamiento, el Departamento de Agricultura cuenta con un centro de información en bienestar animal (AWIC) y con un servicio, el APHIS (Animal and Plant Health Inspection Service), que supervisa el cumplimiento de las regulaciones en bienestar animal recogidas en el Código de Reglamentos Federales (Code of Federal Regulations, 2003).

La actitud política difiere substancialmente según los dos grupos de animales que ellos consideran. De esta forma los animales no productivos están protegidos mediante normas reguladoras de su cría, transporte y comercio, mientras que los principales aspectos productivos de los animales de granja regulados son el transporte y el sacrificio. Además, en todas las propuestas relacionadas con el bienestar de este último grupo subyace subliminalmente la relación “*a mayor bienestar, mayor productividad*” y viceversa.

El establecimiento de una división de los animales a proteger en dos grupos marca una clara diferencia conceptual entre los EEUU y la UE, ya que esta última también admite argumentos filosóficos en el espíritu de sus normativas e incluso, algunas veces, de carácter metafísico. A pesar de ello el enfoque productivista norteamericano no debe ser a priori rechazado, ya que sin duda la cuantificación científica del bienestar a través del estrés presenta muchas dificultades, resultando en consecuencia más sencillo el análisis técnico final de la producción que la cuantificación por otras vías como pueden ser los parámetros fisiológicos. Un aspecto curioso, para el que puede haber

diversas explicaciones, son las diferencias, entre los EEUU y la UE en cuanto a la protección de los animales de compañía; partiendo de la hipótesis que el interés por la protección de los animales debería hacerse extensible a todas las especies resulta muy difícil explicar por qué en Europa existe menos interés por legislar sobre estos animales en relación a los de granja. En contraposición, los EEUU rechazan legislar, como hace la UE, sobre cuestiones respecto las que la Cámara de Representantes considera a los productores óptimamente capacitados para decidir. Profundizando en esta línea, existe una negativa a incluir en la "Farm Bill" del año 2007 el bienestar animal, evitando el planteamiento de esfuerzos relacionados con la protección animal que impliquen un perjuicio económico para los ganaderos. En consecuencia, ni siquiera cabe plantear la necesidad de compensaciones económicas, hecho que supone, de nuevo, una actitud totalmente opuesta a la de la UE.

Por otra parte el segundo grupo de países, formado por los estados africanos, asiáticos y algunos sudamericanos, no muestra en general un interés normativo por el bienestar animal, siendo incluso frecuentes actitudes que confirman el alejamiento de estas sociedades del concepto europeo del bienestar animal. En la mayoría de estos países ni siquiera se marcan reglas éticas hacia los animales, resaltando la actitud de indiferencia en el sacrificio, ámbito de la producción básico en las sociedades desarrolladas donde nadie discute acciones de manejo encaminadas a minimizar el sufrimiento en la muerte y manipulación. Ejemplo de esta distancia cultural es el sacrificio por el rito *halal* musulmán, que antepone aspectos religiosos a aquellos relacionados con el sacrificio inconsciente y lo más indoloro posible.

## 2.4. El bienestar animal: implicaciones técnicas y económicas

Como ya se ha comentado, por regla general la normativa de protección animal suele representar una complicación y sofisticación de la tecnología para los agentes productivos. Analizando el Reglamento (CE) nº 1/2005 en el Artículo 32, y en relación al informe que la Comisión deberá presentar al Parlamento y al Consejo respecto a nuevas propuestas legislativas, se hace especial hincapié en aspectos relacionados con la duración del viaje, los descansos y la densidad de carga en los viajes largos, así como relativas a los sistemas de navegación. La evolución cronológica de estos aspectos en las distintas normativas, se presenta en la Tabla 1, nos podría dar una idea de los posibles cambios técnicos en futuras normativas.

	Directivas 91/628 y 95/29	Reglamento 1/2005
Duración del viaje	-Duración < 8h -Con camión preparado, 24 h máx. Descanso 24 h -Trayectos largos con lechones no destetados: 9h+1h+9h+24h -Trayectos largos, agua disponible	-Duración < 8h -Con camión preparado, 24 h máx. Descanso 24 h -Trayectos largos con lechones no destetados (<3 semanas): 9h+1h+9h+24h -Trayectos largos, agua disponible
Descansos	-Trayectos largos con lechones no destetados, durante descanso de 1h se les dará agua y si fuera necesario alimento -Al término del viaje los animales se descargarán, y se les proporcionará agua, alimento y descanso de un mínimo de 24h	-Trayectos largos con lechones no destetados, durante descanso de 1h se les dará agua y si fuera necesario alimento -Al término del viaje los animales se descargarán, y se les proporcionará agua, alimento y descanso de un mínimo de 24h
Densidad de carga	-Cerdos deberán poder tumbarse o permanecer de pie de forma simultanea -Densidad de carga el cerdos de 100 kg no debería superar los 235 kg/m <sup>2</sup> -Superficie podrá incrementarse hasta un 20% según condiciones meteorológicas y duración	-Espacio para las diferentes especies está mucho más especificado -Cerdos deberán poder tumbarse o permanecer de pie de forma simultanea -Densidad de carga el cerdos de 100 kg no debería superar los 235 kg/m <sup>2</sup> -Superficie podrá incrementarse hasta un 20% según condiciones meteorológicas y duración
Capacitación	-Formación específica, en la empresa u organismo de formación -Experiencia profesional equivalente	-Obligación de disponer de un certificado después de seguir un curso reconocido oficialmente, que podrá ser específico para determinadas especies, o determinados grupos dentro de cada especie
Sistemas de navegación	Aspecto no regulado	-Sistema de navegación que permita registrar y proporcionar información equivalente a la del cuaderno de a bordo, y sobre la apertura/cierre de la trampilla de carga -Medios de transporte nuevos: 1 enero 2007 -Todos medios de transporte: 1 enero 2009

**Tabla 1.** Comparación de algunos aspectos relacionados con el bienestar animal en las distintas normativas de la UE.

En una valoración global puede concluirse que, mientras que algunos aspectos de la normativa se hallan plenamente establecidos, y no se esperan grandes cambios al respecto, otros pueden cambiar mucho en próximas

modificaciones, dependiendo de la fuerza que ejerzan los grupos de presión sobre las instituciones europeas.

Hay quien argumenta que un aumento en los estándares de bienestar puede suponer mejoras económicas para las empresas ganaderas, afirmando que un animal con un nivel de confort elevado producirá más. Sin embargo no se debe confundir el bienestar animal con una excesiva rigidez de la normativa al respecto, ya que es conocido que ciertas imposiciones no benefician substancialmente a los animales, y que incluso hay efectos de la normativa opuestos al bienestar animal o a la sanidad. Hay numerosos ejemplos de dicha contradicción, entre otros la obligatoriedad de realizar paradas, descargas y descansos durante el transporte, aspecto sobre el que se he debatido insistentemente y respecto del que, curiosamente, existe literatura científica que pone en duda su utilidad en vistas a la mejora del bienestar de los animales transportados (Knowles et al., 1997, 1999a, b)

Es indiscutible, en suma, que los condicionantes legislativos suponen una modificación en los estándares de producción establecidos, y así ha sido expresado en dos audiciones del Parlamento Europeo, "*La protección de los animales en el transporte*" (2004) y "*Plan de Acción Comunitario en Bienestar animal*" (2006), a las que nuestro equipo ha sido invitado a participar como experto asesor. Estas restricciones imponen cambios en la capacidad productiva, y suponen una alteración en los costes de producción que alguien deberá asumir si se pretenden desarrollar plenamente las demandas sociales de mayor bienestar animal. Resulta complicado, por otra parte, cuantificar de forma ajustada el aumento de costes derivados de la adaptación de los sistemas de producción a la normativa, debido a la existencia de múltiples soluciones técnicas y de diseño. Diversos trabajos indican que la pérdida de rentabilidad empresarial por aplicación de esta normativa puede oscilar en un rango muy amplio. Centrándose en el ámbito porcino Den Ouden et al. (1997) calcularon un incremento de los costes de producción y distribución por las diferentes normativas de bienestar de entre el 22 y el 32%. En un estudio realizado por el Departamento de Producción Animal de la Universitat de Lleida y un gabinete de ingeniería con la finalidad de conocer las implicaciones

técnico-económicas de la aplicación de la Directiva 91/630/CEE (1991), relativa a las normas mínimas de protección de los cerdos, en la remodelación de una explotación porcina destinada a la producción de lechones (Sanou, 2003), se concluyó que la decisión normativa de que las cerdas gesten en grupo puede suponer una inversión en obra civil e instalaciones, intentando mantener la productividad de la granja y dependiendo de la alternativa tomada, de entre 262 € y 422 € por cerda gestante. Guesdon (2007), por otra parte, afirma que para el caso de la especie bovina el cumplimiento de la normativa vigente en materia de protección de los animales durante el transporte supone un incremento de los costes de 2.76 €/ternero, 1.16 €/ternero para cebo, y 1.28 €/bovino joven. Ello representa un incremento entorno al 5% del coste del transporte, significando unos 10 millones € en la UE-25.

Atendiendo a estos estudios la normativa de protección animal sitúa en condiciones de desventaja competitiva a los ganaderos europeos respecto a los de países terceros. Esta situación puede llegar a provocar, en aquellos casos en que la producción esté desvinculada de la tierra y el volumen de producción sea suficientemente elevado, que las empresas se deslocalicen en países donde los estándares de bienestar sean más bajos (Grethe, 2007).

Aunque los países europeos siempre han jugado un papel importante en la producción animal mundial, durante las últimas décadas el desarrollo de la porcicultura y la avicultura en Asia y Sudamérica ha reducido el peso relativo y el papel predominante de Europa. No obstante, en la actualidad los países de la UE continúan siendo un importante núcleo ganadero, con elevados estándares tecnológicos, de calidad y de seguridad (Windhorst, 2006). Esta importancia, junto con la libertad de comercio, determina que el número de animales vivos que actualmente se transportan en la UE sea muy elevado. A título orientativo, en el año 2005 únicamente en España se sacrificaron 38 millones de cerdos (Eurostat), a los que evidentemente fue necesario transportar. En todos ellos una mejora del bienestar durante el transporte puede repercutir positivamente sobre el beneficio económico obtenido (Grandin, 2000).

Por último conviene llamar la atención con respecto a la contradicción entre algunas propuestas normativas en bienestar animal y otros aspectos técnicos (patología, mano de obra, etc.), e incluso con valores de rango superior en la escala de valores europea, como puede ser el impacto ambiental (aumento de emisiones de gases de automoción, etc.). Por esta razón parece lógico que en el futuro deba valorarse de forma conjunta todas las consecuencias de una legislación, ya que en la aplicación de una política no resultaría deseable la obtención de ventajas de orden o importancia menor en comparación con las desventajas que pudieran derivarse.



## 2.5. Relación entre bienestar animal y estrés en la práctica ganadera

El concepto de bienestar animal está abierto a muchas definiciones, aunque de todas ellas la más aceptada en la actualidad, y la más ampliamente utilizada por la comunidad científica, es la de Broom (1986), que afirma que *“el bienestar de un animal es su estado por lo que respecta a sus intentos de hacer frente al ambiente que le rodea”*. Es decir, ante cualquier amenaza del entorno un animal responderá, para mantener su homeostasis inalterada, con una serie de cambios fisiológicos y de comportamiento que resultarán más o menos acusados en función de la magnitud del problema o, lo que es lo mismo, cuanto más comprometido se vea su bienestar (Knowles y Warriss, 2000). En consecuencia un bienestar adecuado implica que ambas respuestas, fisiológica y de comportamiento, resultan eficaces para contrarrestar de forma satisfactoria las adversidades del medio y, por lo tanto, que el animal puede gozar de una buena salud y de falta de angustia (Warriss, 1998a).

Por el contrario, cuando un animal no es capaz de hacer frente a los condicionantes del entorno y su homeostasis se ve amenazada, se producen una serie de alteraciones en su fisiología y comportamiento (Dantzer y Mormède, 1983), que convenientemente cuantificadas proporcionan una idea fiable acerca de la pérdida de bienestar. No obstante se debe tener en cuenta que, ante una situación de riesgo, muchas o todas las variables pueden mostrar cambios similares a los que aparecen en situaciones sin riesgo de perder el bienestar, tales como el ejercicio físico o el encuentro sexual (Mazzeo y Marshall, 1989; Podolin et al., 1991; Jacobson y Cook, 1998; Ladewig, 2000). En consecuencia, cualquier intento de cuantificación del bienestar necesita del uso simultáneo de varios indicadores ya que, de lo contrario, se puede llegar a conclusiones equívocas. Además debe considerarse que una medición adecuada del bienestar debe ser objetiva, dejando aparte consideraciones previas de carácter ético. Únicamente después de conocer y analizar el riesgo para el bienestar que una situación determinada ha significado para un animal podrá decidirse si esta situación resulta o no éticamente tolerable (Broom, 1991).

El bienestar es un parámetro abstracto e intangible, y por tanto no puede medirse directamente ya que depende del equilibrio entre la percepción psicológica y la incidencia física real del agente estresor para cada individuo. Por ello la forma de obtener una aproximación cuantitativa, aunque indirecta, se basa en el estudio de diferentes indicadores relacionados con la respuesta de un individuo al estrés. El estrés fue definido por Selye (1936) como “*el conjunto de fuerzas desestabilizadoras de un individuo, ante las que éste reacciona con el fin de hacerles frente*”; y la respuesta al estrés puede definirse como “*la reacción fisiológica de un animal ante una situación de amenaza o perjuicio*” (Gregory, 1998a). Estas fuerzas desestabilizadoras o agentes estresores pueden tener tanto un origen externo como interno al animal (von Borell, 2001), y los indicadores de la respuesta para intentar contrarrestar el efecto de los agentes estresores son las herramientas más ampliamente utilizadas en la medición del bienestar. El estrés, tal como afirma Moberg (2000), forma parte de la vida y no es estrictamente perjudicial, llegando incluso a resultar beneficioso en determinadas situaciones. Por esta razón Selye en 1979 distinguía entre un “buen” estrés y un “mal” estrés. Únicamente cuando un individuo se muestre incapaz de hacer frente, de forma efectiva, a cualquier agente estresor, y se vea obligado a desviar recursos destinados a otras funciones vitales incurriendo en un coste biológico elevado, su bienestar se verá negativamente alterado. En este momento el estrés pasará a denominarse “distrés”, estando relacionado con el contenido emocional de las experiencias y el estado emocional resultante (Hurnik et al., 1985; Mellor et al., 2000), y caracterizándose por inducir un estado pre-patológico que eventualmente puede producir la muerte.

En todos los casos la respuesta de un animal a un agente estresor se desencadena cuando el sistema nervioso central (SNC) percibe una amenaza para su homeostasis y trata de hacerle frente en prevención de un daño importante (Ewing et al., 1999). Esta respuesta supone una acción global de todo el organismo, a diferentes niveles:

- De comportamiento
- Del sistema nervioso autónomo (SNA)

- Del eje neuroendocrino
- Del sistema inmunitario

La respuesta mediada a través del comportamiento es la más fácil e inmediata para el organismo, ya que con un esfuerzo generalmente reducido el animal puede enfrentarse de forma eficaz con la causa perturbadora. De todas formas debe mencionarse que esta vía no resulta útil para todos los tipos de agentes estresores. La respuesta mediada por el SNA también prepara al organismo para una acción inmediata frente a estímulos emocionales no neutros, incidiendo en diversos sistemas biológicos como el cardiovascular, el gastrointestinal, las glándulas exocrinas y la médula adrenal. Su efecto es muy localizado y de corta duración, por lo que su medición resulta bastante difícil y su utilidad en la cuantificación del bienestar a largo plazo resulta nula o muy limitada. El eje hipotálamo-hipófisis-glándulas adrenales (eje HPA) posee también una amplia capacidad de regulación de todas las funciones biológicas que pueden verse afectadas por el estrés, ocasionando cambios reproductivos, metabólicos, de inmunocompetencia, y de comportamiento. Por su parte el sistema inmune es, en sí mismo, una de las principales vías de defensa contra el estrés al hallarse modulado tanto de forma directa, a través del SNC, como indirecta, a través del eje HPA.

Cualquier medición de los indicadores de estrés entraña diversas dificultades. La primera se relaciona con la metodología de recogida de muestras puesto que generalmente obliga a una manipulación del animal, lo que puede resultar estresante y ocasionar una alteración de los resultados (Cook et al., 2000). En segundo lugar los agentes estresantes que pueden incidir sobre un animal son de naturaleza diversa y ocasionarán efectos diferentes (Moberg, 2000), por lo que la respuesta a cada agente estresor será específica, algo que remarca todavía más la necesidad de utilizar diferentes indicadores de estrés. Además, como anteriormente se ha mencionado, los cambios en los indicadores de estrés ante un estresor pueden ser similares a los encontrados ante un estímulo inocuo, o incluso positivo. A todo ello se debe añadir que existe una fuerte variabilidad individual en la respuesta al estrés (Moberg, 1985), de forma que la utilización de los mecanismos de respuesta

dependerá de aspectos muy puntuales como son la experiencia previa, la genética, la edad, las relaciones sociales, la interacción hombre-animal o la estación del año. Si todos estos factores de variación no se tienen en consideración, los resultados encontrados y las conclusiones derivadas pueden apartarse de la realidad.

La activación del eje HPA se produce ante una situación percibida como estresante (Mason, 1971), y determina la secreción de glucocorticoides y catecolaminas por las glándulas adrenales. La percepción del estímulo estresor produce una reacción en cascada que se inicia por la secreción hipotalámica de hormona liberadora de corticotropinas o CRH (Rivier and Plotsky, 1986) y, en menor medida, de vasopresina (Arimura et al., 1967; Portanova and Sayers, 1973). Ambas sustancias hipotalámicas actúan estimulando la adenohipófisis, que responde produciendo y liberando hormona adrenocorticotropa o ACTH (Watabe et al., 1988; Carroll et al., 1993; Minton y Parsons, 1993). Ésta, a su vez, cuando llega a las cápsulas suprarrenales estimula la síntesis y liberación de las diferentes hormonas corticales y medulares.

El córtex adrenal produce, entre otros, glucocorticoides de los cuales en los mamíferos es mayoritario el cortisol. Su acción estimula en un primer lugar la síntesis de catecolaminas en la médula adrenal, lo que potencia la gluconeogénesis para la obtención de glucosa, útil como aporte rápido de energía para que el animal pueda reaccionar de forma inmediata ante cualquier fuente de estrés. De esta manera las hormonas adrenales proporcionan a los mamíferos la primera línea de defensa en condiciones de estrés (Francis et al., 1996); sin embargo puede suceder que, si los niveles de cortisol y adrenalina se mantienen elevados durante periodos prolongados de tiempo, se produzca un perjuicio sobre el animal, puesto que en estas circunstancias se han descrito problemas reproductivos, metabólicos, de crecimiento, de supresión del sistema inmune, de aumento de la susceptibilidad a las enfermedades e incluso de muerte neuronal en el hipocampo (Axelrod y Reisine, 1984; Sapolsky, 1996).

Aunque la liberación de glucocorticoides se produce principalmente por efecto de la ACTH, también puede producirse por mediación de otras moléculas, tales como las citoquinas. Las catecolaminas también actúan sobre el eje HPA, estimulando la liberación de CRH hipotalámico, del ACTH (reflejo Giguere y Labrie, 1983) y finalmente de cortisol; de esta forma, durante un estrés agudo, la síntesis y liberación de catecolaminas produce una activación de todo el eje HPA. Al tiempo, también está descrita la intervención de otros factores en la secreción de ACTH, entre otros la oxitocina (Link et al., 1993). En definitiva, la existencia de múltiples factores específicos en la regulación de los mecanismos de activación y feed-back del eje HPA puede dar una idea de la complejidad e importancia del mismo en el mantenimiento de la homeostasis; por esta razón es muy utilizado en estudios del estrés producido por las operaciones ganaderas, y entre ellos son numerosos los trabajos que emplean este recurso para analizar el estrés que produce el transporte en los cerdos (Dantzer, 1982; Spencer et al., 1984; Becker et al., 1985; Nyberg et al., 1988; McGlone et al., 1993; Bradshaw et al., 1996; Barton Gade y Christensen, 1998; Warriss et al., 1998b, c; Brown et al., 1999a, b; Pérez et al., 2002; y Fàbrega et al., 2004, entre otros).

Por otra parte, la respuesta física al estrés puede cuantificarse a través de otros indicadores fisiológicos relacionados con el metabolismo muscular o con la pérdida de agua corporal. Así, una actividad muscular intensa, reflejo del nerviosismo o de peleas entre los animales, puede medirse mediante la actividad enzimática en sangre de la creatinfosfoquinasa (CPK) y de la lactato deshidrogenasa (LDH). La CPK es un enzima relacionado con la oxidación de la fosfocreatina muscular para la obtención de ATP como respuesta a una demanda puntual de energía ante un esfuerzo físico súbito e intenso. Por su parte la LDH participa en el catabolismo anaerobio de los hidratos de carbono para la obtención de energía cuando la vía aerobia no es suficiente. Ambos enzimas han sido utilizados en estudios relacionados con el bienestar de los cerdos durante el transporte (Honkavaara, 1989, 1995; Warriss, 1995; Warriss et al., 1998b; Brown et al., 1999a, b; Gispert et al., 2000; Fàbrega et al., 2002, 2004, entre otros). La privación estricta de agua de bebida se puede producir principalmente durante el transporte, existiendo evidencias de un cierto grado

de deshidratación en cerdos transportados en viajes largos (Lambooy et al., 1985) y, sorprendentemente, también en viajes cortos (Warriss et al., 1983). La concentración sérica de proteínas totales y de albúmina varía ante procesos de deshidratación, debido principalmente a la movilización de parte del agua sanguínea hacia otras partes del cuerpo, por lo que ambas variables han sido utilizadas en estudios de bienestar durante el transporte (Warriss et al., 1983, 1998b; Brown et al., 1999a).

La pérdida de peso durante el transporte y los rendimientos asociados se ven afectados por las características del viaje (Muller Haye et al., 1973; Warriss et al., 1983, 1990; Jesse, 1990; Warriss, 1993). Además la pérdida de peso individual está relacionada con la actividad del eje HPA (McGlone et al., 1993); por ello, puede resultar un indicador adecuado del estrés sufrido en el viaje a pesar de la dificultad para discriminar entre las pérdidas de peso debidas al estrés, al ayuno, a la privación de agua o a la eliminación de orina y heces. Es por esta razón que el rendimiento de la canal puede resultar un indicador más adecuado de las pérdidas de masa corporal (Warriss, 1998a).

Las peleas, principalmente entre animales desconocidos con la finalidad de establecer el orden jerárquico del grupo, también son una fuente importante de estrés (Warriss, 1995). Estas peleas pueden provocar heridas superficiales severas que, de producirse en cerdos transportados al matadero, repercutirán negativamente sobre la calidad (Warriss, 1984, 1996b) y el precio de la canal. En última instancia la muerte de un animal, como reflejo de la incapacidad de los mecanismos reguladores fisiológicos para mantener la homeostasis, también resulta un indicador adecuado para medir el estrés (Knowles y Warriss, 2000). Las muertes pueden producirse durante o con posterioridad al viaje, y por ello ambas variables pueden ser válidas, al asumirse que las muertes inmediatamente después de la descarga están ligadas con el transporte previo (Warriss, 1998a).

## 2.6. Incidencia del transporte sobre el estrés de los cerdos

El viaje supone un estrés cuyos efectos pueden reducir el bienestar de los animales (Grandin, 2000) y afectar negativamente las características de la canal y la carne (Tarrant et al., 1992; Warriss, 1996a; Grandin, 1997; Knowles y Warriss, 2000; Lambooij, 2000), conllevando un perjuicio económico para la industria. Durante el transporte existen multitud de agentes que pueden alterar el bienestar de los animales. Según su efecto, estas fuentes de estrés pueden clasificarse en físicas y psicológicas, cada una de ellas afectando al animal de distinta manera de forma que la suma de todos los efectos estresantes es lo que determinará el bienestar de los animales durante el transporte (Warriss, 1998a).

En los cerdos un factor muy ligado al bienestar durante el transporte y previo al sacrificio es el manejo a la carga, puesto que la carga en el camión, junto con la descarga, constituyen importantes fuentes de estrés (Van Putten y Elshof, 1978; Augustini y Fischer, 1982; Warriss et al., 1991; Christensen y Barton Gade, 1996; von Borell, 2001). Así mismo, las condiciones de cría de los cerdos también juegan un papel fundamental en el manejo previo al sacrificio (Stolba y Wood-Gush, 1990; Hemsworth et al., 1994; Tanida et al., 1994; Hunter et al., 1997; Geverink et al., 1998). Por ello, una buena preparación previa y un manejo adecuado durante la carga resultarán beneficiosos y reducirán el estrés durante el transporte (Grandin, 2001) incluso cuando los trayectos sean largos (Brown et al., 1999a), en este caso debido a que la recuperación del estrés producido a la carga se produce de forma lenta y progresiva a lo largo del viaje.

Una vez cargados en el vehículo, la mezcla en un mismo transporte de lotes de cerdos procedentes de diferentes granjas, práctica habitual en los transportes comerciales para sacrificio, puede tener un efecto negativo ya que entre individuos desconocidos se establecen luchas para reordenar las jerarquías (Bradshaw et al., 1996). Estos problemas de establecimiento de jerarquías, que pueden observarse ya con anterioridad en la granja de cebo, suponen una reducción del bienestar y una disminución de la productividad de

los animales (Stookey y Gonyou, 1994). Como consecuencia de estas disputas pueden aparecer heridas y hematomas que además de dañar al animal, en el caso de transportes a matadero también afectarán de forma negativa a la calidad de la canal y de la carne de los cerdos (Moss, 1978, 1980; Warriss y Brown, 1985; Guise y Penny, 1989b; Guise, 1991; Karlsson y Lundstrom, 1992; Bradshaw et al., 1996; Gregory, 1998a; Warriss et al., 1998a; Brown et al., 1999b; Broom, 2000; de Jong et al., 2000).

Uno de los factores más estudiados en relación a la incidencia del viaje sobre el bienestar de los animales es la distancia de transporte. Sin embargo resulta más adecuado trabajar con la duración, puesto que no siempre existe una proporcionalidad ente ambas y sin duda el perjuicio que puede generarse durante un transporte se deberá no a los metros que el animal se desplaza, si no a las operaciones anejas y al tiempo que dure todo el proceso. Está generalmente aceptado que la duración del viaje tiene un efecto negativo sobre el bienestar y la calidad de la carne de los cerdos (Lambooy et al., 1985; Bradshaw et al., 1996; Fàbrega et al., 2002; Pérez et al., 2002; Mota-Rojas et al., 2006 entre otros), sin embargo su influencia sobre la mortalidad durante el transporte no resulta tan clara (Smith y Allen, 1976; Sains, 1980; Riches et al., 1996), hallándose descrita a lo sumo una tendencia hacia mortalidades más elevadas en viajes de 25 a 72 horas (Markov, 1981; Lambooy, 1983; Lambooy et al., 1985; Lambooy, 1988; Lambooy y Engel, 1991; Warriss, 1998a).

La pérdida de peso y rendimiento de la canal se hallan estrechamente relacionados con la duración del viaje (Muller Haye et al., 1973) debido, en primer lugar, a la eliminación de orina y heces (Warriss et al., 1983, 1990) pero también a una prolongación del tiempo de ayuno, ambos factores ocasionando pérdida de agua corporal y movilización de las reservas (Lambooy, 1983; Lambooy et al., 1985; Lambooy, 1988; Tarrant, 1989; Warriss et al., 1989; Lambooy y Engel, 1991; Warriss, 1998a), que acaban determinando una depreciación de la canal (Dantzer, 1982; Warriss, 1993). El hecho de que exista una relación entre la pérdida de peso y la concentración plasmática de cortisol durante el transporte (McGlone et al., 1993) apoyaría la hipótesis que la



pérdida de peso y el rendimiento de la canal guardan una relación con el estrés del viaje, resultando indicadores útiles del bienestar.

La actividad sanguínea de CPK y LDH generalmente aumenta cuando los cerdos son transportados (Warriss et al., 1998b, c; Gispert et al., 2000; Fàbrega et al., 2002, 2004; Peeters et al., 2004), aunque es difícil poder establecer una relación causa-efecto directa con la duración del transporte, ya que en los valores de estas enzimas intervienen también otros factores (Pérez et al., 2002).

La estación del año y las condiciones climáticas en las que se transportan los cerdos también son importantes puesto que la temperatura es un factor fundamental en el estrés que un animal pueda sufrir durante el transporte (Lewis, 2007), de forma que tanto el frío como el calor pueden tener efectos negativos sobre el bienestar y la calidad de la canal (Baldwin y Stephens, 1973; Webster, 1974; Smith y Allen, 1976; Fabiansson et al., 1979; van Logtestijn et al., 1982; Scheepens et al., 1991; Randall, 1993; Abbott et al., 1995; Guàrdia et al., 1996; Palacio et al., 1996; Gispert et al., 2000; Berry y Lewis, 2001; O'Neill et al., 2003; Guàrdia et al., 2004, 2005; Lewis et al., 2005; dalla Costa et al., 2006; Lewis y Berry, 2006; Vecerek et al., 2006).

Está descrita una relación curvilínea entre la temperatura ambiental y la mortalidad de los cerdos durante el viaje (Allen y Smith, 1974; Hails, 1978; Warriss y Brown, 1994), con mayores bajas cuando la temperatura ambiental es elevada (Smith y Allen, 1976; Abbott et al., 1995; Vecerek et al., 2006). Sin embargo diversos autores plantean un desacuerdo con la influencia de la temperatura descrita, ya que en transportes realizados en condiciones comerciales españolas no se ha hallado un aumento de la mortalidad en los meses más cálidos del año (Guàrdia et al., 1996; Palacio et al., 1996), al tiempo que otros trabajos han descrito un incremento en la proporción de heridas y de problemas en la canal en viajes comerciales efectuados en los meses de invierno (Guàrdia et al., 2005; dalla Costa et al., 2006). Además, en los viajes de larga duración, donde los animales pueden estar expuestos a una fuerte variación en las condiciones ambientales (Lambooi, 1988), también se

ha descrito un cierta interacción entre temperatura ambiental y distancia sobre la mortalidad durante el viaje (Lendfers, 1971). A pesar de todo esto, poca o nula información existe respecto el efecto estacional del transporte sobre los parámetros sanguíneos de los cerdos.

La genética del animal también juega, en la especie porcina, un papel importante en el estrés producido por el viaje. Los cerdos portadores del gen halotano son más sensibles a las situaciones estresantes (DeRoth et al., 1989; Rundgren et al., 1990; Sather et al., 1990; Villé et al., 1993; Geers et al., 1994), especialmente los individuos homocigotos positivos (nn) y los heterocigotos (Nn), con respecto a aquellos homocigotos negativos o NN (Murray y Johnson, 1998). En términos prácticos la influencia genética se encuentra principalmente en cerdos heterocigotos, ya que en España las circunstancias productivas reales han supuesto procesos de selección rigurosos, con un porcentaje de individuos homocigóticos positivos muy reducido.

El alelo halotano positivo está relacionado con unos mayores niveles plasmáticos de cortisol y de enzimas musculares, además de estar descritos problemas de calidad de la carne (Gregory, 1998b; Gispert et al., 2000; Fàbrega et al., 2002; Pérez et al., 2002; Fàbrega et al., 2004). También se ha descrito una mayor mortalidad durante el transporte (Lister et al., 1981; McPhee et al., 1994), de forma que diversos estudios realizados en diferentes países sugieren que las diferencias entre los niveles de mortalidad observados guardan mucha relación con la genética utilizada en cada país, lo que remarcaría todavía más la importancia de este factor en el bienestar de los cerdos (Warriss, 1998a).







### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Como ya se ha indicado esta Tesis Doctoral se enmarca dentro de un amplio Proyecto dirigido a estudiar la incidencia del viaje sobre el bienestar de los cerdos transportados en condiciones comerciales europeas. Los resultados de este Proyecto se están haciendo públicos por distintas vías, desde los cursos de formación para profesionales hasta artículos en revistas técnicas o científicas de impacto, tal y como se relaciona en el Anejo final del documento. Por ello ha decidido prepararse el documento de Tesis como un resumen en el que se muestra un enfoque global de todas las publicaciones, manteniendo esta filosofía en todos los apartados del documento.

Esta Tesis Doctoral se centra en el estudio del estrés producido durante el viaje en el cerdo industrial de distintas edades, transportados en los principales flujos de comercio españoles. Para ello el diseño consta de tres experimentos relacionados a continuación:

**Experimento 1:** dirigido a tipificar la forma y recursos empleados para transportar los cerdos de sacrificio en España, Portugal, Francia, Italia y Alemania. Parte de la información recogida se utilizó para realizar un análisis del riesgo de mortalidad de los cerdos transportados a matadero. El trabajo de campo se efectuó en los años 2003 y 2004, monitorizando transportes comerciales, mediante presencia física en los mataderos seleccionados de cada país.

**Experimento 2:** junto con la Administración y Asociaciones del sector, se definieron los principales flujos de transporte de la especie porcina en España. Posteriormente, entre los años 2004 y 2005, con la finalidad de conocer la incidencia de la estación, la distancia, y la mezcla de animales de diferentes orígenes en los principales flujos de transporte de cerdos de sacrificio, se analizaron todos los viajes efectuados por una empresa integradora sobre diferentes variables físicas del animal y su canal.

**Experimento 3:** viajes escogidos aleatoriamente en aquellos flujos más representativos de la logística porcina para vida y sacrificio española, definidos en el Experimento 2, fueron monitorizados durante los años 2004 y 2005 con el fin de estudiar la influencia del viaje sobre los principales parámetros fisiológicos relacionados con el estrés.

De estos tres experimentos, la metodología utilizada en los cuatro artículos que componen esta Tesis Doctoral, es la siguiente:

**Artículo 1:** se recogió información detallada de un total de 739 transportes de cerdos para sacrificio en 37 mataderos de los 5 países de la UE escogidos. La información, recogida mediante cuestionarios realizados después de la descarga en el matadero, pretendía definir y caracterizar la granja de origen, y las operaciones de carga, desplazamiento y descarga, anotando además el número de animales muertos durante el viaje y de heridas producidas durante el trayecto. Una vez procesada toda la información se realizó una regresión logística multinivel con objeto de identificar aquellos factores de riesgo sobre la mortalidad de los cerdos durante el transporte al matadero.

**Artículo 2:** una vez definidos los principales flujos de transporte de cerdos en España se monitorizó, durante 12 meses, todos los viajes para sacrificio de una importante empresa integradora, con el fin de conocer la influencia de la distancia desde la granja hasta el matadero (<50 km; 50-100 km; >100 km), de la época del año (primavera, verano, otoño, invierno), y del número de explotaciones en que se cargaron animales (una, más de una) sobre la mortalidad durante el transporte (%), la pérdida media de peso (kg/cerdo), el rendimiento medio durante el transporte (peso a la descarga como porcentaje del peso vivo a la carga), el rendimiento medio al sacrificio (peso de la canal inmediatamente después del sacrificio como porcentaje del peso vivo a la carga), el rendimiento medio al oreo (peso de la canal a las 24 horas del sacrificio como porcentaje del peso de la canal inmediatamente después del sacrificio), el porcentaje de canales decomisadas (%) y el porcentaje de canales recortadas (%). Después de procesar toda la información

recogida se realizó un análisis de varianza mediante un modelo lineal general (GLM), introduciendo en el modelo estadístico los factores principales estudiados y sus interacciones dobles significativas. En aquellos casos en los que se halló un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) las medias fueron comparadas mediante el método LSD de Fisher. Así mismo, las relaciones entre las variables medidas se calcularon mediante coeficientes de correlación de Pearson.

**Artículo 3:** de los principales flujos comerciales de transporte de cerdos para sacrificio en España, definidos en el Experimento 2, se estudiaron 7 viajes. Un total de 262 cerdos, elegidos al azar de entre un total de 1392 cerdos transportados, fueron monitorizados para conocer la influencia del sexo, de la duración del viaje, de la estación, y del gen halotano sobre los cambios en los valores séricos de cortisol, glucosa, CPK, LDH, proteínas totales y albúmina.

Mediante punción en la vena yugular con tubos de vacío de 10 ml, a cada uno de los cerdos monitorizados se le extrajo una primera muestra de sangre 6 horas antes de la carga. De 64 de los cerdos monitorizados se obtuvo una segunda muestra de sangre inmediatamente después de la descarga. Una tercera muestra fue obtenida durante el sangrado inmediatamente después del sacrificio. La sangre se dejó coagular a temperatura ambiente, se centrifugó durante 10 minutos a 75 g, y el suero resultante se congeló a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta el momento del análisis de las muestras. Así mismo, de todos los cerdos monitorizados se obtuvo muestras de pelo para la determinación de su genotipo para el gen halotano, realizada mediante amplificación PCR y digestión con enzimas de restricción utilizando la técnica descrita por Fujii et al. (1991). Desafortunadamente en 11 de las muestras obtenidas fue imposible extraer y amplificar el ADN de la raíz del pelo.

Se analizó la información de las variables a la carga, a la descarga y al sacrificio. Así mismo, para minimizar cualquier efecto individual también se calculó, para cada variable, la diferencia total (sangrado – carga), la diferencia a la descarga (descarga – carga), y la diferencia durante el reposo previo al sacrificio (sacrificio – descarga). Se comprobó la normalidad para todas las



variables, y se utilizó un modelo mixto que incluyó el sexo (macho, hembra), la duración del transporte (1 hora, 13 horas 15 minutos), y la estación (verano, invierno) como factores fijos, así como sus interacciones dobles. El viaje se introdujo en el modelo como un efecto aleatorio para tener en cuenta la relación entre las medidas individuales de un mismo transporte. Además, en el análisis de la diferencia total, a la descarga y durante el reposo previo al sacrificio el valor inicial del intervalo fue incluido como covariable. Para estudiar el efecto del gen halotano (homocigoto negativo, heterocigoto) y sus interacciones con el resto de factores fijos se utilizó un modelo similar, aunque la información referente a los cerdos homocigotos positivos se eliminó del análisis puesto que su frecuencia fue únicamente del 4,6%.

Se utilizó un modelo mixto para estudiar el efecto de los factores principales y sus interacciones dobles (F-tests,  $p < 0.05$ ). Como el número de comparaciones fue reducido los valores de probabilidad no fueron corregidos. Se calcularon las mínimas diferencias significativas (lsmeans) para todos los factores principales y sus interacciones dobles, estadísticamente separadas utilizando t-tests pareados cuando se observó un F-test significativo ( $p < 0.05$ ).

**Artículo 4:** una vez obtenidos los principales flujos de transporte de cerdos para vida en España en el Experimento 2, se estudiaron 4 viajes. Se monitorizaron 133 lechones de entre 18 y 20 kg, elegidos al azar de entre un total de 2703 lechones transportados en viajes comerciales desde granjas de cría hasta granjas de engorde, con la finalidad de conocer la influencia del sexo, la duración del viaje, la estación del año y la genética de los lechones sobre los cambios en los valores séricos de cortisol, glucosa, CPK, LDH, proteínas totales y albúmina.

A cada uno de los lechones monitorizados se le extrajo una primera muestra de sangre, mediante punción en la vena yugular utilizando un tubo de vacío de 10 ml, antes de la carga. Una segunda muestra fue extraída inmediatamente después de la descarga. A todos los cerdos monitorizados también se les extrajo una muestra de pelo para la determinación de su genotipo para el gen halotano. El procesado de las muestras de sangre y la

determinación del genotipo para el gen halotano se realizaron de forma similar a lo descrito en el Artículo 3. En 33 casos no pudo extraerse y amplificar el ADN de la muestra de pelo, imposibilitando la caracterización genética de los lechones correspondientes.

Se analizó la información de las variables a la carga y a la descarga. Adicionalmente, para minimizar cualquier efecto individual, la diferencia entre las variables a la carga y a la descarga también fue calculada y analizada. Se comprobó la normalidad en la distribución de todas las variables, y la información fue analizada utilizando un modelo mixto que incluyó el sexo (macho, hembra), la duración del viaje (30 minutos, 7 horas 30 minutos), la estación del año (invierno, verano) como factores fijos, así como sus interacciones dobles. El viaje también fue introducido en el modelo estadístico como un efecto aleatorio para tener en cuenta la relación entre las mediciones individuales de un mismo viaje, aunque el factor fue eliminado del modelo final debido a que no mostró un efecto significativo. Adicionalmente, en el análisis de los cambios en las variables el valor inicial del intervalo fue introducido como covariable. El mismo modelo estadístico fue utilizado para estudiar el efecto del gen halotano (homocigoto negativo, heterocigoto) y de sus interacciones dobles con los anteriormente mencionados factores fijos. En este caso la información de los individuos homocigotos positivos se eliminó del análisis debido a que su frecuencia fue muy baja (un único individuo).

El análisis estadístico de los datos se realizó de forma similar al descrito en el Artículo 3.







#### **4. DISCUSIÓN GENERAL**

Como ya se ha indicado, se ha seguido diversas vías para la difusión de los resultados y conclusiones del trabajo realizado, y por ello ha decidido presentarse este documento como un análisis conjunto de todas ellas, mediante una discusión global, intentando evitar la simple repetición de dichas publicaciones. El texto íntegro de todos los documentos se puede consultar en el Anejo, y en este apartado se presenta la discusión general de los resultados, agrupados en diferentes bloques según los factores de variación estudiados y no según la vía o el artículo en que se hiciera público. La utilización de alguna referencia propia sin citar ninguno de estos cuatro artículos se debe a que la información ha sido divulgada en otras fuentes de menor impacto científico, o a que está en vías de divulgación.

#### 4.1. Influencia de la época del año y de la temperatura

Son numerosos los trabajos que informan sobre la influencia, tanto durante la cría como durante el transporte, de las condiciones ambientales sobre el bienestar de los cerdos, y en general se acepta que tanto las temperaturas altas como las bajas pueden suponer un perjuicio para los animales y la calidad de su carne (Baldwin y Stephens, 1973; Webster, 1974; Smith y Allen, 1976; Fabiansson et al., 1979; van Logtestijn et al., 1982; Scheepens et al., 1991; Abbott et al., 1995; Guàrdia et al., 1996; Palacio et al., 1996; Gispert et al., 2000; Berry y Lewis, 2001; O'Neill et al., 2003; Guàrdia et al., 2004, 2005; Lewis et al., 2005; dalla Costa et al., 2006; Lewis y Berry, 2006; Vecerek et al., 2006 entre otros).

Durante la fase de engorde la mortalidad de los cerdos muestra un claro efecto estacional, aunque con marcadas diferencias según la zona geográfica estudiada (Maes et al., 2001, 2004). En el Artículo 1 la estación del año no afectó a la mortalidad de los cerdos transportados a sacrificio, de forma similar a lo descrito por Abbott et al. (1995); por el contrario, nuestros resultados están en desacuerdo con otros estudios realizados en condiciones comerciales españolas que describen bajas mortalidades en los meses más cálidos en relación a las de otros meses (Guàrdia et al., 1996; Palacio et al., 1996), así como con estudios realizados en otras regiones europeas (Vecerek et al., 2006). Cuando en el Artículo 2 se analiza la incidencia de la época del año se observa que el otoño fue la estación que presentaba menores rendimientos de la canal, mientras que en verano se observaron menos problemas de recortes de canales, asociados a la presencia de hematomas debidos a peleas. Para explicar estos resultados parece adecuada la hipótesis que los transportes comerciales de porcino suelen adaptarse a las condiciones meteorológicas existentes, compensando las altas temperaturas con alternativas de manejo tales como la reducción de las densidades de carga o la variación en los horarios de transporte. Por otra parte, los resultados hallados en el Artículo 2 sugieren que los animales se amontonan para combatir las bajas temperaturas durante el transporte, lo que provocaría heridas y hematomas con una repercusión negativa sobre la calidad de la canal. Ello concordaría con lo

descrito por Guàrdia et al. (2005), quienes hallaron una mayor probabilidad de obtener canales oscuras, duras y secas (DFD) en invierno que verano, como reflejo de la tendencia de los cerdos al agrupamiento para crear un microclima más cálido.

La temperatura media durante el viaje mostró un efecto significativo sobre el riesgo de mortalidad de los cerdos (Artículo 1), sugiriendo el uso de la temperatura ambiental como un mejor parámetro predictor del bienestar de los cerdos transportados. El riesgo de mortalidad aumentó cuando la temperatura media del viaje superó los 20 °C, acentuándose cuando se superaron los 30 °C incluso en las mejores condiciones de transporte estudiadas. El efecto negativo de la temperatura media ambiental se agravó con la aparición de heridas durante el viaje. Todo ello remarcaría la necesidad, ya descrita, de una adaptación del manejo del transporte a las condiciones meteorológicas, procurando evitar las horas más cálidas del día.

Atendiendo a los cambios en las variables estudiadas en el Artículo 3 puede afirmarse que, en general, los viajes de invierno resultaron peores y más estresantes para los cerdos de sacrificio, de acuerdo con lo descrito por Baldwin y Stephens (1973) y Gispert et al. (2000), y que la recuperación previa al sacrificio también fue peor en esta época, sugiriendo que el efecto negativo de las bajas temperaturas durante el transporte puede hacerse extensivo al reposo previo al sacrificio. Por otra parte, atendiendo a los valores de concentración sérica de albúmina, los viajes de verano provocaron una mayor deshidratación sobre los cerdos. Los resultados hallados en lechones en el Artículo 4 siguieron la misma tónica, siendo los viajes de invierno los más estresantes, coincidiendo con Lewis et al. (2005), y Lewis y Berry (2006), pero observándose un mayor grado de deshidratación en los lechones transportados en verano.



## 4.2. Influencia de la distancia/duración del transporte

La bibliografía existente no ofrece conclusiones definitivas respecto a la influencia de la duración del viaje sobre el bienestar de los cerdos. A pesar que Bradshaw et al. (1996), Fàbrega et al. (2002) y Mota-Rojas et al. (2006), entre otros, hallaron una relación inversa entre la duración del viaje y el bienestar y la calidad de la carne, otros autores hallaron que las distancias más cortas fueron más perjudiciales (Pérez et al., 2002). Además, la información existente respecto a la influencia de la duración del transporte sobre la mortalidad de los cerdos todavía resulta escasa (Warriss, 1998a).

En el Artículo 2 se encontró una relación directa ente la distancia de viaje y las pérdidas de peso vivo. Sin embargo conviene no olvidar que, en el rango de distancia estudiado, las pérdidas de peso durante el transporte debidas a la eliminación de heces y orina pueden tener mucha importancia, de acuerdo con Warriss et al. (1983, 1990). También se detectó una interacción entre la distancia y la estación del año, de forma que la disminución del rendimiento al transporte al aumentar la distancia se acentuó especialmente en los viajes de otoño, remarcando el efecto estacional sobre los transportes y la necesidad de la adecuación del manejo a las condiciones generales del viaje.

Aunque en condiciones normales la duración de un viaje está directamente relacionada con la distancia recorrida, no debe olvidarse que la duración puede verse afectada por multitud de factores que alteran esta proporcionalidad, tales como la velocidad del camión, el número de paradas, estado de la vía, tipo de vehículo, posibles averías, etc., por lo que es necesario estudiar ambos factores de manera separada. En el Artículo 1 la distancia mostró un efecto menos significativo que la duración del transporte sobre el riesgo de mortalidad, sugiriendo el empleo de la duración del viaje como factor predictor de la mortalidad, mostrando además una falta de interacción con la temperatura media durante el viaje (Figura 4 del Artículo 1), resultado ciertamente interesante tanto desde el punto de vista del bienestar de los cerdos como de la logística de los transportes.

En el Artículo 3 en general se observó unos niveles elevados de las variables sanguíneas indicadoras de estrés tras la descarga, así como cierta recuperación del estrés del viaje una vez terminado el reposo previo al sacrificio, de forma similar a lo descrito por Brown et al. (1999a). Entrando en detalle, los transportes cortos fueron más estresantes que los largos y mostraron una peor recuperación posterior al viaje, resultados acordes con los de Pérez et al. (2002) y Fàbrega et al. (2002). Ello apoyaría la hipótesis que el estrés se produce principalmente durante las operaciones de carga en el vehículo y al inicio del viaje, así como de la existencia de una adaptación progresiva al viaje conforme éste avanza, hipótesis confirmada tanto en la especie porcina (Bradshaw et al., 1996) como en otras especies ganaderas (Kent y Ewbank, 1983, 1986a, b). El estrés inicial, además, se produce independientemente del método utilizado para la carga (Brown et al., 2005), lo que enfatizaría la importancia y necesidad de un buen manejo, tanto previamente como en el transcurso del viaje, si se quiere aumentar el bienestar de los cerdos transportados.

En el Artículo 3 la distancia se vio de nuevo afectada por la estación del año en que se realizó el transporte, con un efecto global desde la carga al sacrificio peor en los transportes cortos de invierno debido sobretudo a una peor recuperación durante el reposo previo al sacrificio. Se sabe que el reposo previo al sacrificio es crucial para la recuperación del estrés del transporte y para la calidad de la carne (Warriss et al., 1992), efecto positivo observado incluso después de viajes largos (Brown et al., 1999a). Adicionalmente, en los viajes largos de invierno durante el descanso previo al sacrificio se produjo un gran aumento en las variables relacionadas con la deshidratación, hecho que podría relacionarse con la poca o nula utilización del agua de bebida durante el trayecto, tal como sugiere Lambooy et al. (1985), y/o a que los cerdos a la llegada al matadero usan el agua con una finalidad diferente de la de beber (Brown et al., 1999b).

Si se comparan los resultados del Artículo 4 con los del Artículo 3 puede afirmarse que, en líneas generales, el viaje resultó menos estresante para los lechones que para los cerdos de sacrificio. También puede apreciarse el hecho,

ya descrito para los cerdos de sacrificio, que los viajes cortos resultaron más estresantes, de forma similar a lo descrito en lechones transportados 2 horas (Geers et al., 1994), pero contrastando con lo hallado por Hicks et al. (1998) en lechones transportados 4 horas. Además, los enzimas musculares indicarían un mayor efecto negativo de los transportes cortos sobre el estado físico de los lechones. En este tipo de animales también se detectó cierta sinergia entre la época del año y la distancia del viaje, aunque en este caso los resultados no permiten extraer ninguna conclusión definitiva al respecto.

### 4.3. Influencia de diversos factores relacionados con la carga

Diferentes autores concluyen que las condiciones de cría de los cerdos son importantes durante el manejo previo al sacrificio (Stolba y Wood-Gush, 1980; Hemsworth et al., 1994; Tanida et al., 1994; Hunter et al., 1997; Geverink et al., 1998). Además, los momentos previos al inicio del transporte son de vital importancia para el bienestar de los cerdos, puesto que la carga en el camión, junto con la descarga, constituyen importantes fuentes de estrés (von Borell, 2001). La política de completar la capacidad de transporte del camión, cargando cerdos en diferentes granjas, es por razones económicas una práctica bastante común en España; sin embargo la mezcla de animales desconocidos posibilita las peleas para establecer nuevas jerarquías (Bradshaw et al., 1996), produciendo heridas y un perjuicio económico debido a una pérdida de bienestar, de calidad de la canal y de la carne de los cerdos (Moss, 1978, 1980; Warriss y Brown, 1985; Guise y Penny, 1989b; Guise, 1991; Karlsson y Lundstrom, 1992; Warriss et al., 1998a; Brown et al., 1999b; de Jong et al., 2000) y de otras especies ganaderas (Knowles et al., 1994; Jarvis et al., 1995; Weeks et al., 2002). Conviene recordar que las heridas pueden estar relacionadas con el manejo del desplazamiento, pero también con un manejo inadecuado en la carga de los animales, por lo que a la hora de estudiar el bienestar en el transporte es necesario diferenciar estos orígenes de problemas.

Nuestros resultados de mortalidad durante el viaje y el porcentaje de canales recortadas (Artículo 2) confirmarían el efecto negativo de las cargas mixtas. La mezcla de diferentes orígenes modificó de forma muy marcada el efecto de la distancia de transporte, especialmente en las distancias largas donde la mortalidad fue 2,7 veces superior en los transportes mixtos respecto a aquellos transportes con un único origen. En este sentido, la ausencia de un efecto de la distancia sobre el porcentaje de canales decomisadas y recortadas podría atribuirse a que los transportes procedentes de las granjas más alejadas del matadero mayoritariamente cargaban animales en un único origen.

En relación a la incidencia de la mezcla de granjas en un mismo viaje se encontraron resultados levemente contradictorios ya que, mientras en el Artículo 2 se detectó de forma clara esta influencia negativa, en el Artículo 1 no se observó que la carga en diferentes granjas aumentara de manera estadísticamente significativa el riesgo de mortalidad, siendo este resultado atribuible al hecho que, debido a la propia naturaleza del experimento, los viajes mixtos únicamente supusieron el 12,5% del total analizado en el Artículo 1. Por otra parte se detectó una correlación significativa entre el porcentaje de cerdos muertos y el de cerdos heridos durante el transporte, sugiriendo un origen similar a ambos problemas. Además, el hecho de encontrar cerdos heridos a la descarga incrementó de forma acusada el riesgo de mortalidad según aumentaba la distancia y la temperatura del viaje.

El tiempo medio empleado en la carga de los cerdos afectó significativamente al riesgo de mortalidad durante el transporte (Artículo 1), siendo menor cuanto más tiempo se prolongó la carga. La utilización de sistemas de carga poco estresantes ayudan a los cerdos a afrontar mejor el estrés del viaje (Brown et al., 2005). Sin embargo no se conocen estudios previos relativos al efecto del tiempo de carga sobre la mortalidad de los cerdos en el viaje, aunque Guàrdia et al. (2004) observaron que el riesgo de obtener carnes de mala calidad se reducía al aumentar el tiempo de carga en el vehículo. Además se ha sugerido que si el personal se muestra impaciente durante la carga puede ocasionar un incremento de la mortalidad durante el transporte (Grandin, 2001). Teniendo en cuenta la importancia del estrés previo al transporte nuestros resultados confirmarían lo hallado por Guàrdia et al. (2004), sugiriendo que un manejo cuidadoso y calmado de los animales en las operaciones de carga beneficia tanto a su bienestar como a la posterior calidad de su carne.

El ayuno de los cerdos antes del transporte es de gran importancia (Bradshaw et al., 1995), ya que un tiempo de ayuno de entre 12 y 18 horas prepara bien a los animales para el viaje y beneficia la calidad de la carne (Chevillon, 1994; Guàrdia et al, 2004, 2005) aunque puede provocar un aumento de las peleas con respecto a tiempos más cortos de ayuno (Brown et

al., 1999b). En el Artículo 1 se encontró que un 71% de los viajes transportaban cerdos ayunados, y de ellos más del 90% no había comido nada al menos en las últimas 12 horas. El riesgo de mortalidad en aquellos viajes en los que los cerdos no habían ayunado aumentó de forma muy significativa, agravándose además por la suma de los efectos negativos de la duración y la temperatura media durante el viaje.

Existen otros aspectos relacionados con el manejo de los cerdos a la carga y durante el transporte con un efecto negativo para el bienestar de los animales, como el uso de pila eléctrica a la carga (Veum et al., 1979; Guise y Penny, 1989a) y la densidad de carga en el camión (Lendfers, 1971; Guise y Penny, 1989a; Riches et al., 1996; Barton Gade y Christensen, 1997; Warriss, 1998b; Guise et al., 1998; Warriss et al., 1998b). Sin embargo, y aunque ello no signifique que no pudieran afectar al bienestar, en el Artículo 1 ninguno de los dos factores afectó de forma significativa al riesgo de mortalidad durante el viaje.

#### 4.4. Influencia de otros factores

Aunque es conocido que el sexo de un animal modula el tipo de respuesta frente a una causa estresora, la bibliografía relativa al transporte no muestra unos resultados concluyentes al respecto. Los machos enteros son en general más agresivos, y se muestran más sensibles al estrés del transporte (Warriss, 1996b), proporcionando canales más dañadas (Warriss et al., 1990; Mota-Rojas et al., 2006) y con un riesgo más elevado de desarrollar carnes PSE (Guàrdia et al., 2004). Sin embargo otros autores han encontrado una mayor reactividad al estrés en las hembras (Van der Wal et al., 1999; Pérez et al., 2002), así como una mayor probabilidad de desarrollar carnes DFD, de forma similar a los machos castrados (Guàrdia et al., 2005).

En el Artículo 1 la naturaleza del diseño permitió únicamente recoger información respecto al porcentaje de hembras y machos transportados, sin diferenciar entre machos enteros o castrados y sin que, por otra parte, se encontrara un efecto significativo sobre el riesgo de mortalidad durante el viaje. Sin embargo, el Artículo 3 sugeriría en general una mayor susceptibilidad de las hembras al estrés del viaje. Por el contrario, los machos transportados para sacrificio en verano fueron los que mostraron un efecto menos acusado del viaje, al tiempo que una mejor recuperación física durante el reposo previo al sacrificio.

El análisis de los resultados en el transporte de lechones del Artículo 4 muestra, a pesar que la corta edad de los cerdos pudo afectar los resultados, una respuesta menos acusada al estrés del transporte estival en el caso de los machos, aunque en los viajes de invierno la repercusión sobre las condiciones físicas del animal fue más acusada que en las hembras.

Una predisposición genética puede potenciar el efecto negativo del transporte sobre los cerdos, puesto que se sabe que aquellos animales portadores del gen halotano son más susceptibles al estrés ante una situación adversa (Rundgren et al., 1990; Geers et al., 1994), en detrimento de su bienestar y la calidad de la carne (Gispert et al., 2000; Fàbrega et al., 2002,

2004; Pérez et al., 2002). Este efecto negativo se ha detectado tanto en individuos homocigotos positivos (nn) como en heterocigotos (Nn) con respecto a los homocigotos negativos o NN (Murray y Jonson, 1998). Tanto en el Artículo 3 como en el 4 la genética de los cerdos determinó el grado de estrés debido a la distancia y a la estación del año, de forma que los individuos Nn acusaron más el estrés del viaje que los NN. Resulta sorprendente el hecho que los lechones Nn mostraran una disminución más acusada en la concentración sérica de albúmina y de proteínas totales que los lechones nn al final del viaje. Aunque una explicación podría ser que los animales hubieran mostrado pautas de comportamiento diferentes durante el viaje, de forma que los individuos Nn hubieran hecho uso de los bebederos con una mayor frecuencia, la falta de medidas de comportamiento no permite sacar ninguna conclusión al respecto.

El Reglamento (CE) 1/2005 relativo al bienestar de los animales durante el transporte marca las características técnicas que deben cumplir las jaulas de los camiones. Uno de los aspectos que se regula es la ventilación, afirmándose que la ventilación forzada puede mejorar el bienestar de los cerdos cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas, lo que ha llevado a desarrollar diversos sistemas de ventilación mecánica (Kettlewell et al., 2001). A pesar de esto la ventilación forzada todavía no ha supuesto una gran mejora en las condiciones ambientales del camión con respecto a la ventilación natural (Lambooy, 1988), ni en el efecto producido sobre la fisiología de los cerdos (Warriss et al., 2006). Los resultados obtenidos en el Artículo 1 tampoco mostraron diferencias entre el uso de ventilación natural o forzada sobre el riesgo de mortalidad de los cerdos transportados para sacrificio. Es más, la experiencia de los transportistas encuestados demuestra que un mal uso de la ventilación forzada durante el trayecto puede conllevar más inconvenientes que ventajas.

Por otra parte la normativa en los viajes largos también regula la necesidad que los animales cuenten con agua de bebida, aunque Lambooy et al. (1985) observaron que los cerdos durante el desplazamiento apenas beben agua, hecho achacado a la falta de disponibilidad de comida. En el Artículo 1 el



riesgo de mortalidad de los cerdos no se vio afectado por la disponibilidad de agua de bebida durante el viaje. De igual forma, tampoco se halló que la presencia o no de cama en el vehículo afectara al riesgo de mortalidad durante el viaje a matadero, hecho que indicaría la poca importancia de proporcionar una cama durante el transporte en cerdos de sacrificio respecto a los transportes de lechones.

---

## **5. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN GENERAL**



## 5. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN FINAL

-Independientemente de la edad el viaje supone una fuente de estrés para los cerdos

-En todos los tipos de cerdos los mayores niveles de estrés a la descarga, según las variables sanguíneas estudiadas, se encuentran en los viajes cortos, como reflejo del estrés de la carga, y en invierno. Los cerdos de sacrificio, además, se recuperan peor del transporte después de los viajes cortos y de los de invierno

-La duración del viaje es mejor predictor que la distancia, y guarda una relación más estrecha con el riesgo de mortalidad

-El otoño es la estación que ofrece peores resultados de mortalidad e integridad física en cerdos de sacrificio

-Las temperaturas medias elevadas durante el transporte aumentan el riesgo de mortalidad de los cerdos de sacrificio, con un efecto independiente de la duración del viaje

-Determinadas prácticas de manejo previas al transporte resultan beneficiosas para el bienestar de los cerdos:

- Un ayuno adecuado previamente al inicio del viaje
- Duraciones de la carga prolongadas
- La carga de animales en una única granja

-Determinadas prácticas de manejo, durante y posteriormente al transporte, benefician el bienestar de los cerdos:

- La planificación de los viajes según las condiciones climáticas
- Descanso previo al sacrificio, especialmente en verano

-El sexo y la genética modulan el efecto de la duración del viaje y de las condiciones climatológicas:

- Las hembras muestran una respuesta más uniforme al viaje, que en viajes de sacrificio resulta más marcada
- Los genotipos Nn son más susceptibles al estrés que los genotipos NN

-La deshidratación tiende a ser más marcada en viajes largos y en verano

**Como reflexión final, que globaliza todo el trabajo, considerar la temperatura media ambiental resulta imprescindible en la mejora del bienestar de los cerdos transportados; esta mejora, en las condiciones productivas españolas, dependerá en gran medida del manejo que éstos reciban.**





## 6. BIBLIOGRAFÍA

Abbott, T.A., Guise, H.J., Hunter, E.J., Penny, R.H.C., Baynes, P.J., Easby, C. 1995. Factors influencing pig deaths during transit: An analysis of drivers' reports. *Animal Welfare* 4, 29-40.

Acuerdo de la Junta de Gobierno núm. 19/2002. 2002. Por el que se aprueban los criterios para la presentación de tesis doctorales en formato de artículos. *Boletín Oficial UdL* 32, enero/febrero 2002, p. 44.

Allen, W.M., Smith, L.P. 1974. Deaths during and after transportation of pigs in Great Britain. En *Proceedings of the 20th European Meeting of Meat Research Workers*, 15-20 September 1974 (p. 45). Dublin, Eire: An Foras Talúntais.

Animal Welfare Act. 1967. Web: [http://www.aphis.usda.gov/animal\\_welfare/awa.shtml](http://www.aphis.usda.gov/animal_welfare/awa.shtml).

Arimura, A., Saito, T., Bowers, C., Schally, A. 1967. Pituitary-adrenal activation in rats with hereditary hypothalamic diabetes insipidus. *Acta Endocrinologica* 54, 155-165.

Augustini, C., Fischer, K. 1982. Physiological reaction of slaughter animals during transport. En R. Moss (Ed.), *The Transport of Animals Intended for Breeding, Production and Slaughter* (pp. 125-135). The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff.

Axelrod, J., Reisine, T.D. 1984. Stress hormones: their interaction and regulation. *Science* 224, 452-459.

Baldwin, B.A., Stephens, D.B. 1973. The effects of conditioned behaviour and environmental factors on plasma corticosteroid levels in pigs. *Physiology and Behaviour* 10, 267-274.

Barton Gade, P., Christensen, L. 1997. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. *Meat Science* 48, 237-247.

Becker, B.A., Nienaber, J.A., DeShazer, J.A., Hahn, G.L. 1985. Effect of transportation on cortisol concentrations and on the circadian rhythm of cortisol in gilts. *American Journal of Veterinary Research* 46, 1457-1459.

Berry, R.J., Lewis, N.J. 2001. The effect of duration and temperature of simulated transport on the performance of early weaned piglets. *Canadian Journal of Animal Science* 81, 199-204.



Bradshaw, R.H., Hall, S.J.G., Broom, D.M. 1995. Behaviour of pigs and sheep during road transport. *Animal Science* 60, 557-560.

Bradshaw, R.H., Parrott, R.F., Goode, J.A., Lloyd, D.M., Rodway, R.G., Broom, D.M. 1996. Behavioural and hormonal responses of pigs during transport: effect of mixing and duration of journey. *Animal Science* 62, 547-554.

Broom, D. 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal* 142, 524-526.

Broom, D. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science* 69, 4167-4175.

Broom, D. 2000. Welfare assessment and welfare problem areas during handling and transport. En T. Grandin (Ed.), *Livestock handling and transport*, 2nd edition (pp. 43-61). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Brown, S.N., Knowles, T.G., Edwards, J.E., Warriss, P.D. 1999a. Behavioural and physiological responses of pigs to being transported for up to 24 hours followed by six hours recovery in lairage. *The Veterinary Record* 145, 421-426.

Brown, S.N., Knowles, T.G., Edwards, J.E., Warriss, P.D. 1999b. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. *The Veterinary Record* 145, 630-634.

Brown, S.N., Knowles, T.G., Wilkins, L.J., Chadd, S.A., Warriss, P.D. 2005. The response of pigs to being loaded or unloaded onto commercial animal transporters using three systems. *The Veterinary Journal* 170, 91-100.

Carroll, J.A., Gillespie, J.C., Willard, S.T., Kemper, C.N., Welsh, T.H., Jr. 1993. Utilization of corticotropin-releasing factor and vasopresin to assess the pituitary-adrenocortical system in cattle. *Journal of Animal Science* 71 (Suppl. 1), 207.

Chevillon, P. 1994. Le controle des estomacs de porcs à l'abattoir: le miroir de la mise à jeun en élevage. Institut Technique du Porc (p. 11). Le Rheu, France.

Christensen, L., Barton Gade, P. 1996. Design of experimental vehicle for transport of pigs and some preliminary results of environmental measurements. En A. Schütte (Ed.), *Proceedings of a Seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage*

Conditions” (pp. 47-67). Braunschweig-Volkenrode, Germany: Federal Agricultural Research Centre (FAL).

Code of Federal Regulations. 2003. Title 9, Chapter 1, Subchapter A - Animal Welfare. Página web: [http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx\\_03/9cfr2\\_03.html](http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_03/9cfr2_03.html)

Cook, C.J., Mellor, D.J., Harris, P.J., Ingram, J.R., Matthews, L.R. 2000. Hands-on and hands-off measurement of stress. En G.P. Moberg y J.A. Mench (Ed.), *The biology of animal stress* (pp. 123-146). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

dalla Costa, O.A., Faucitano, L., Coldebella, A., Ludke, J.V., Peloso, J.V., dalla Roza, D., Paranhos da Costa, M.J.R. 2006. Effects of season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. *Livestock Science* 107, 29-36.

Dantzer, R. 1982. Research on farm animals transport in France: A survey. En R. Moss (Ed.), *Transport of animals intended for breeding, production and slaughter* (pp. 218-231). The Hague: Martinus Nijhoff.

Dantzer, R., Mormède, P. 1983. Stress in farm animals: A need for re-evaluation. *Journal of Animal Science* 57, 6-18.

de Jong, I.C., Prelle, I.T., van de Burgwal, J.A., Lambooij, E., Korte, S.M., Blockhuis, H.J., Koolhaas, J.M. 2000. Effects of rearing conditions on behavioural and physiological responses of pigs to preslaughter handling and mixing at transport. *Canadian Journal of Animal Science* 80, 451-458.

Decisión del Consejo 78/923/CEE. 1978. Relativa a la celebración del Convenio Europeo sobre protección de los animales en las ganaderías. *Diario Oficial L 323*, 17/11/1978, pp. 0012-0013.

Den Ouden, M., Nijsing, J.T., Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M. 1997. Economic optimization of pork production-marketing chains: I. Model input on animal welfare and costs. *Livestock Production Science* 48, 23-37.

DeRoth, L. Vermette, L., Blouin, A., Laiviere, N. 1989. Blood catecholamines in response to handling in normal and stress susceptible swine. *Applied Animal Behaviour Science* 22, 255-260.

Directiva del Consejo 91/628/CEE. 1991. Relativa a la protección de los animales durante el transporte y por la que se modifican las Directivas 90/425/CEE y 91/496/CEE. *Diario Oficial L 340*, 11/12/1991, pp. 0017-0027.

Directiva del Consejo 95/29/CE. 1995. Por la que se modifica la Directiva 91/628/CEE relativa a la protección de los animales durante el transporte. Diario Oficial L 148, 30/06/1995, pp. 0052-0063.

Ewing, S.A., Lay, Jr., D.C., von Borell, E. 1999. Farm Animal Well-Being – Stress Physiology, Animal Behaviour, and Environmental Design (pp. 27-77). Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall.

Fabiansson, S., Lundstrom, K., Hansson, I. 1979. Mortality among pigs during transport and waiting time before slaughter in Sweden. Swedish Journal of Agricultural Research 9, 25-28.

Fàbrega, E., Manteca, X., Font, J., Gispert, M., Carrión, D., Velarde, A., Ruiz de la Torre, J.L., Diestre, A. 2002. Effects of halothane gene and pre-slaughter treatment on meat quality and welfare from two pig crosses. Meat Science 62, 463-472.

Fàbrega, E., Manteca, X., Font, J., Gispert, M., Carrión, D., Velarde, A., Ruiz de la Torre, J.L., Diestre, A. 2004. A comparison of halothane homozygous negative and positive pietrain sire lines in relation to carcass and meat quality, and welfare traits. Meat Science 66, 777-787.

Francis, D., Diorio, J., LaPlante, P., Weaver, S., Seckl, J.R., Meaney, M.J. 1996. The role of early environmental events in regulating neuroendocrine development. Moms, pups, stress, and glucocorticoid receptors. Annals of the New York Academy of Sciences 794, 136-152.

Fraser, D. 1999. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. Applied Animal Behaviour Science 65, 171-189.

Fraser, D. 2001. The “new perception” of animal agriculture; legless cows, featherless chickens, and a need for genuine analysis. Journal of Animal Science 79, 634-641.

Fujii, J., Otsu, K., Zorzato, F., De Leon, S., Khanna, V.K., Weilter, J.E., O'Brien, P.J., MacLennan, D.H. 1991. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hypertermia. Science 253, 448-451.

Geers, R., Bleus, E., Van Schie, T., Ville, H., Gerard, H., Janssens, S., Nackaerts, G., Decuyper, E., Jourquin, J. 1994. Transport of pigs different with respect to halothane gene: stress assessment. Journal of Animal Science 72, 2552-2558.

Geverink, N.A., Kappers, A., van de Burgwal, J.A., Lambooij, E., Blokhuis, H.J., Wiegant, V.M. 1998. Effects of regular moving and handling on the behavioral and physiological responses of pigs to preslaughter treatment and consequences for subsequent meat quality. *Journal of Animal Science* 76, 2080-2085.

Giguere, V., Labrie, F. 1983. Additive effects of epinephrine and corticotropin-releasing factor (CRF) on adrenocorticotropin release in rat anterior pituitary cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 110, 456-462.

Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M.A., Guàrdia, M.D., Coll, C., Siggens, K., Harvey, K., Diestre, A. 2000. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science* 55, 97-106.

Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75, 249-257.

Grandin, T. 2000. Introduction: management and economic factors of handling and transport. En T. Grandin (Ed.), *Livestock handling and transport*, 2nd edition (pp. 1-14). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Grandin, T. 2001. Perspectives on transportation issues: The importance of having physically fit cattle and pigs. *Journal of Animal Science* 79, E201-E207.

Gregory, N.G. 1997. Meat, meat eating and vegetarianism. En J. Bass (Ed.), *Proceedings of the 43rd International Congress of Meat Science and Technology* (pp. 68-85). New Zealand.

Gregory, N.G. 1998a. Animal welfare and the meat market. En N.G. Gregory (Ed.), *Animal welfare and meat science* (pp. 1-14). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Gregory, N.G. 1998b. Pigs. En N.G. Gregory (Ed.), *Animal welfare and meat science* (pp. 165-183). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Grethe, H. 2007. High animal welfare standards in the EU and international trade – How to prevent potential ‘low animal welfare havens’?. *Food Policy* 32, 315-333.

Guàrdia, M.D., Gispert, M., Diestre, A. 1996. La mortalidad del ganado porcino durante el periodo previo al sacrificio en mataderos comerciales. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales* 11, 171-179.

Guàrdia, M.D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. 2004. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. *Meat Science* 67, 471-478.

Guàrdia, M.D., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A. 2005. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science* 70, 709-716.

Guesdon, J.C. 2007. Coste de las normas europeas en la carne de vacuno y porcino. La PAC y la seguridad alimentaria en la agricultura: ¿Son realistas las normas de la UE? Seminario del COPA-COGECA, Bruselas, 5 – 6 de Marzo de 2007.

Guise, H.J. 1991. Humane animal management – The benefits of improved systems for pig production, transport and slaughter. En S.P. Carruthers (Ed.), *Farm animals: It pays to be humane* (CAS Paper 22, pp. 50-58). Reading, UK: Centre for Agricultural Strategy.

Guise, H.J., Penny, R.H. 1989a. 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, H.J., Penny, R.H. 1989b. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 2. Mixing unfamiliar pigs. *Animal Production* 49, 517-521.

Guise, H.J., Riches, H.L., Hunter, E.J., Jones, T.A., Warriss, P.D., Kettlewell, P.J. 1998. The effect of stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs: 1. Carcass measurements. *Meat Science* 50, 439-446.

Hails, M.R. 1978. Transport stress in animals. A review. *Animal Regulation Studies* 1, 289-343.

Harrison, R. 1964. *Animal machines*. London, UK: Vincent Stuart.

Hemsworth, P.H., Coleman, G.J., Barnett, J.L. 1994. Improving the attitude and behaviour of stockpersons towards pigs and the consequences on the behaviour and reproductive performance of commercial pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 39, 349-362.

Hicks, T.A., McGlone, J.J., Whisnant, C.S., Kattesh, H.G., Norman, R.L. 1998. Behavioral, endocrine, immune and performance measures for pigs exposed to acute stress. *Journal of Animal Science* 76, 474-483.

Hodges, J. 2006. Values and culture in society: origins and relationship with livestock. En R. Geers y F. Madec (Ed.), *Livestock Production and Society* (pp. 34-49). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Honkavaara, M. 1989. Influence of selection phase, fasting and transport on porcine stress and on the development of PSE pork. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61, 415-423.

Honkavaara, M. 1995. The effect of long distance transportation on live animals. En M. Hinton y C. Rowlinson (Ed.), *Factors Affecting the Microbial Quality of Meat (1): Disease Status, Production Methods and Transportation of the Live Animal – Report on Concerted Action Project CT94-1456* (pp. 111-115). Bristol, UK: University of Bristol Press.

Hunter, E.J., Riches, H.L., Guise, H.J., Penny, R.H.C. 1997. The behaviour of pigs in lairage in relation to their postweaning management: Results of a postal survey. *Animal Welfare* 6, 139-144.

Hurnik, J.F., Webster, A.B., Siegel, P.B. 1985. En *Dictionary of Farm Animal Behaviour*. Guelph, Canada: University of Guelph.

Jacobson, L.H., Cook, C.J. 1998. Partitioning psychological and physical resources of transport-related stress in young cattle. *The Veterinary Journal* 155, 205-208.

Jarvis, A.M., Selkirk, L., Cochram, M.S. 1995. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livestock Production Science* 43, 215-224.

Jesse, G.W., Weiss, C.N., Mayes, H.F., Zinn, G.M. 1990. Effect of marketing treatments and transportation on feeder pig performance. *Journal of Animal Science* 68, 611-617.

Karlsson, A., Lundstrom, K. 1992. Meat quality in pigs reared in groups kept as a unit during the fattening period and slaughter. *Animal Production* 54, 421-426.

Kent, J.E., Ewbank, R. 1983. The effect of road transportation on the blood constituents and behaviour of calves. I. Six months old. *British Veterinary Journal* 139, 228-235.

Kent, J.E., Ewbank, R. 1986a. The effect of road transportation on the blood constituents and behaviour of calves. II. One to three weeks old. *British Veterinary Journal* 142, 131-140.

Kent, J.E., Ewbank, R. 1986b. The effect of road transportation on the blood constituents and behaviour of calves. III. Three months old. *British Veterinary Journal* 142, 326-335.

Kettlewell, P.J., Hoxey, R.P., Hampson, C.J., Green, N.R., Veale, B.M., Mitchell, M.A. 2001. Design and operation of a prototype mechanical ventilation system for livestock transport vehicles. *Journal of Agricultural Engineering Research* 79, 429-439.

Knowles, T.G., Warriss, P.D. 2000. Stress physiology of animals during transport. En T. Grandin (Ed.), *Livestock handling and transport*, 2nd edition (pp. 385-407). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Knowles, T.G., Maunder, D.H.L., Warriss, P.D. 1994. Factors affecting the incidence of bruising in lambs arriving at one slaughterhouse. *The Veterinary Record* 134, 44-45.

Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., Watkins, P.E., Phillips, A.J. 1997. Effects on calves less than one month old of feeding or not feeding them during road transport of up to 24 hours. *The Veterinary Record* 140, 116-124.

Knowles, T.G., Brown, S.N., Edwards, J.E., Phillips, A.J., Warriss, P.D. 1999a. Effect on young calves of a one-hour feeding stop during a 19-hour road journey. *The Veterinary Record* 144, 687-692.

Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E. 1999b. Effects on cattle of transportation by road for up to 31 hours. *The Veterinary Record* 145, 575-582.

Ladewig, J. 2000. Chronic intermittent stress: a model for the study of long-term stressors. En P.G. Moberg y J.A. Mench (Ed.), *The Biology of Animal Stress* (pp. 159-169). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Lambooy, E. 2000. Transport of pigs. En T. Grandin (Ed.), *Livestock handling and transport*, 2nd edition (pp. 275-296). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Lambooy, E. 1983. Watering pigs during road transport through Europe. *Fleischwirtschaft* 63, 1456-1458.

Lambooy, E. 1988. Road transport of pigs over a long distance: some aspects of behaviour, temperature and humidity during transport and some effects of the last two factors. *Animal Production* 46, 257-263.

Lambooy, E., Engel, B. 1991. Transport of slaughter pigs by truck over a long distance: some aspects of loading density and ventilation. *Livestock Production Science* 28, 163-174.

Lambooy, E., Garssen, G.J., Walstra, P., Mateman, G., Merkus, G.S.M. 1985. Transport of pigs by car for 2 days: Some aspects of watering and loading density. *Livestock Production Science* 13, 289-299.

Lendfers, L.H.H.M. 1971. Loss of pigs due to death during transport; a one year survey at an abattoir. En *Proceedings of the 2nd International Symposium on the Condition and Meat Quality of Pigs* (pp. 225-229). Wageningen, The Netherlands: Pudoc.

Lewis, N.J. 2007. Transport of early weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. Doi: 10.1016/j.applanim.2007.03.027.

Lewis, N.J., Berry, R.J. 2006. Effects of season on the behaviour of early-weaned piglets during and immediately following transport. *Applied Animal Behaviour Science* 100, 182-192.

Lewis, N.J., Berry, R.J., Crow, G., Wamnes, S. 2005. Assessment of the effects of season of transport on the performance of early-weaned piglets. *Canadian Journal of Animal Science* 85, 449-454.

Link, H., Dayanithi, G., Gratzl, M. 1993. Glucocorticoids rapidly inhibit oxytocin-stimulated adrenocorticotropin release from rat anterior pituitary cells, without modifying intracellular calcium transients. *Endocrinology* 132, 873-878.

Lister, D., Gregory, N., Warriss, P.D. 1981. Stress in meat animals. En R. Lawrie (Ed.), *Developments in Meat Science – 2* (pp. 61-92). London y New Jersey: Applied Science Publishers.

Maes, D., Larriestra, A., Deen, J., Morrison, R.B. 2001. A retrospective study of mortality in growing-finishing pigs of a multi-site production system. *Journal of Swine Health and Production* 9, 267-274.

Maes, D.G.D., Duchateau, L., Larriestra, A., Deen, J., Morrison, R.B., de Kruif, A. 2004. Risk factors for mortality in grow-finishing pigs in Belgium. *Journal of Veterinary Medicine Series B – Infectious Diseases and Veterinary Public Health* 51, 321-326.



Markov, E. 1981. Studies on weight losses and death rate in pigs transported over long distances. *Meat Industry Bulletin* 14, 5.

Mason, J.W. 1971. A re-evaluation of the concept of "non-specificity" in stress theory. *Journal of Psychiatric Research* 8, 323-333.

Mazzeo, R.S., Marshall, P. 1989. Influence of plasma catecholamines on the lactate threshold during graded exercise. *Journal of Applied Physiology* 67, 1319-1322.

McGlone, J.J., Salak, J.L., Lumpkin, E.A., Nicholson, R.I., Gibson, M., Norman, R.L. 1993. Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol, natural killer cell activity and leukocyte numbers. *Journal of Animal Science* 71, 888-896.

McPhee, C.P., Daniels, L.J., Kramer, H.L., Macbeth, G.M., Noble, J.W. 1994. The effects of selection for lean growth and halothane allele on growth performance and mortality of pigs in a tropical environment. *Livestock Production Science* 38, 117-123.

Mellor, D.J., Cook, C.J., Stafford, K.J. 2000. Quantifying some responses to pain as a stressor. En G.P. Moberg y J.A. Mench (Ed.), *The Biology of Animal Stress* (pp. 171-198). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Minton, J.E., Parsons, K.M. 1993. Adrenocorticotrophic hormone and cortisol response to corticotropin-releasing factor and lysine vasopressin in pigs. *Journal of Animal Science* 71, 724-729.

Moberg, G.P. 1985. Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? En G.P. Moberg (Ed.), *Animal stress*. Bethesda, Maryland, USA: American Physiological Society.

Moberg, G.P. 2000. Biological response to stress: implications for animal welfare. En G.P. Moberg y J.A. Mench (Ed.), *The biology of animal stress* (pp. 1-21). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

Moss, B.W. 1978. Some observations of the activity and aggressive behaviour of pigs when penned prior to slaughter. *Applied Animal Ethology* 4, 323-339.

Moss, B.W. 1980. The effects of mixing, transport and duration of lairage in carcass characteristics in commercial bacon weight pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 31, 308-315.

Mota-Rojas, D., Becerril, M., Lemus, C., Sánchez, P., González, M., Olmos, S.A., Ramírez, R., Alonso-Spilsbury, M. 2006. Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. *Meat Science* 73, 404-412.

Muller Haye, B., González, C., Navas, J. 1973. El transporte de cerdos industriales en el país. *Agronomía Tropical* 23, 601-611.

Murray, A.C., Johnson, C.P. 1998. Impact of halothane gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 78, 543-548.

Nyberg, I., Lundström, K., Edfors-Lilja, I., Rundgren, M. 1988. Effect of transport stress on concentrations of cortisol, corticosteroid-binding globulin and glucocorticoid receptors in pigs with different halothane genotypes. *Journal of Animal Science* 66, 1201-1211.

O'Neill, D.J., Lynch, P.B., Troy, D.J., Buckley, D.J., Kerry, J.P. 2003. Influence of the time of the year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science* 64, 105-111.

Palacio, J., García-Belenguer, S., Gascón, F.M., Liste, F., Ortega, C., Lobera, B., Martín-Maestro, I., Ángel, J.A., Lles, J.C., Bayo, F. 1996. Mortalidad durante el transporte a un matadero en ganado porcino. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal* 11, 159-169.

Peeters, E., Driessen, B., Steegmans, R., Henot, D., Geers, R. 2004. Effect of supplemental tryptophan, vitamin E, and a herbal product on responses by pigs to vibration. *Journal of Animal Science* 82, 2410-2420.

Pérez, M.P., Palacio, J., Santolaria, M.P., Aceña, M.C., Chacón, G., Gascón, M., Calvo, J.H., Zaragoza, P., Beltrán, S., García-Belenguer, S. 2002. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Science* 61, 425-433.

Podolin, D.A., Munger, P.A., Mazzeo, R.S. 1991. Plasma catecholamine and lactate responses during graded exercise with varied glycogen conditions. *Journal of Applied Physiology* 71, 1427-1433.

Portanova, R., Sayers, G. 1973. Isolated pituitary cells: CRF-like activity of neurohypophyseal and related polypeptides. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 143, 661-666.

Randall, J.M. 1993. environmental parameters necessary to define the comfort of pigs, cattle and sheep in livestock transporters. *Animal Production* 57, 299-307.

Regan, T. 1983. *The case for animal rights*. Berkeley, California, USA: University of California Press.

Reglamento del Consejo (CE) nº 1/2005. 2005. Relativo a la protección de los animales durante el transporte y operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) nº 1255/97. *Diario Oficial L 3*, 22/12/2004, pp. 0001-0044.

Resolución del Parlamento. 1987. Sobre la política relativa al bienestar de los animales. *Diario Oficial L 076*, 23/03/1987, p. 185.

Riches, H.L., Guise, H.J., Penny, R.H.C., Jones, T.A., Cuthbertson, A. 1996. A national survey of transport conditions for pigs. *Pig Journal* 38, 8-18.

Rivier, C.L., Plotsky, P.M. 1986. Mediation by corticotropin-releasing factor (CRF) of adenohipophysial hormone secretion. *Annual Review of Physiology* 48, 475-494.

Rundgren, M., Lundstrom, K., Edfors-Lilja I., Juneja, R.K. 1990. A within-litter comparison of the three halothane genotypes. 1. Piglet performance and effects of transportation and amperozide treatment at 12 weeks of age. *Livestock Production Science* 26, 137-153.

Sains, A.G., 1980. Deaths in transit: what British surveys show. *Pig Farming* 28, 40-41.

Sanou, S. 2003. Análisis de las implicaciones técnico-económicas que supone la implantación de la normativa comunitaria en protección y bienestar animal, aplicada a una explotación porcina. Proyecto Final de Carrera.

Sapolsky, R.M. 1996. Why is stress bad for your brain. *Science* 273, 749-750.

Sather, A.P., Schaefer, A.L., tong, A.K.W., Gariepy, C., Zawadski, S.M. 1990. Muscle and rectal temperature response curves to a short-term halothane challenge in eight-week old piglets with known genotype at the halothane locus. *Canadian Journal of Animal Science* 70, 9-14.

Scheepens, C.J.M., Hessing, M.J.C., Laarakker, E., Schouten, W.G.P., Tielen, M.J.M. 1991. Influences of intermittent daily draught on the behaviour of weaned pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 31, 69-82.

Selye, H. 1936. A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature* 138, 32-34.

Selye, H. 1979. The stress concept and some of its implications. En V. Hamilton y D.M. Warburton (Ed.), *Human Stress and Cognition: An Information Processing Approach*. New York, USA: Wiley.

Singer, P. 1975. *Animal liberation*. New York, USA: Avon Books.

Smith, L.P., Allen, W.M. 1976. A study of weather conditions related to death of pigs during and after their transportation in England. *Agricultural Meteorology* 16, 115-124.

Sorabji, R. 1993. *Animal minds and human morals: the origins of the western debate*. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.

Special Eurobarometer 229/Wave 63.2. 2005. Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals. TNS Opinion & Social - European Commission.

Special Eurobarometer 270/Wave 66.1. 2007. Attitudes of EU citizens towards Animal Welfare. TNS Opinion & Social - European Commission.

Spencer, G.S.G., Wilkins, L.J., Hallett, K.G. 1984. Hormonal and metabolite changes in the blood of pigs following loading and during transport and their possible relationship with subsequent meat quality. En: *Proceedings of the 30th European Meeting of Meat Research Workers, 9-14 September 1984*, Meat Research Institute, Bristol. (pp. 15-16). Bristol, UK: Meat Research Institute.

Stolba, A., Wood-Gush, D.G.M. 1980. Arousal and exploration in growing pigs in different environments. *Applied Animal Ethology* 6, 381-382 (Abstract).

Stookey, J.M., Gonyou, H.W. 1994. The effects of regrouping on behavioural and production parameters in finishing swine. *Journal of Animal Science* 72, 2804-2811.

Szücs, E., Jezierski, T., Kaleta, T., Ábrahám, Cs., Poikalainen, V., Sossidou, E., Praks, J. 2006. Ethical views concerning how to treat animals. En R. Geers y F. Madec (Ed.), *Livestock Production and Society* (pp. 65-75). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Tanida, H., Miura, A., Tanaka, T., Yoshimoto, T. 1994. The role of handling in communication between humans and weanling pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 40, 219-228.

Tarrant, P.V. 1989. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs – A review. *Irish Journal of Food Science and Technology* 13, 79-107.

Tarrant, P.V., Kenny, F.J., Garrington, D., Murphy, M. 1992. Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology behavior and carcass quality. *Livestock Production Science* 30, 223-238.

Tratado de Ámsterdam. 1997. *Diario Oficial L 340*, 10/11/1997, pp. 0001-0144.

Van der Wal, P.G., Engel, B., Reimert, H.G.M. 1999. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. *Meat Science* 53, 101-106.

van Logtestijn, J.G., Romme, A.M.T.C., Eikelenboom, G. 1982. Losses caused by transport of slaughter pigs in the Netherlands. En R. Moss (Ed.), *Transport of animals intended for breeding, production and slaughter* (pp. 105-114). The Hague: Martinus Nijhoff.

Van Putten, G., Elshof, W.J. Observations on the effect of transport on the well-being and lean quality of slaughter pigs. *Animal Regulation Studies* 1, 247-271.

Vecerek, V., Malena, M., Malena, M., Jr., Voslarova, E., Chloupek, P. 2006. The impact of the transport distance and season on losses of fattened pigs during transport to the slaughterhouse in the Czech Republic in the period from 1997 to 2004. *Veterinarni Medicina* 51, 21-28.

Veum, T.L., Eilersieck, M.R., Durham, T.L., McVickers, W.R., McWilliams, S.N., Lasley, J.F. 1979. Response of stress-susceptible and stress-resistant Hampshire pigs to electrical stress. I. Physiological and biochemical effects. *Journal of Animal Science* 48, 446-452.

Villé, H., Bertels, S., Geers, R., Janssens, S., Goedseels, V., Parduyns, G., Bael, J., van Goossens, K., Bosschaerts, L., Ley, J., Heylen, L. 1993. Electrocardiogram parameters of piglets during housing, handling and transport. *Animal Production* 56, 211-216.

von Borell, E. 2001. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *Journal of Animal Science* 79, E260-E267.

Warriss, P.D. 1984. The incidence of carcass damage in slaughter pigs. En Proceedings of the 30th European Meeting of Meat Research Workers, 9-14 September 1984, Meat Research Institute, Bristol (pp. 17-18). Bristol, UK: Meat Research Institute.

Warriss, P.D. 1993. Ante mortem factors which influence carcass shrinkage and meat quality. En: Proceedings 39th international congress on meat science and technology (pp. 51-56). Calgary, Canada.

Warriss, P.D. 1995. Pig handling – guidelines for the handling of pigs antemortem. *Meat Focus International* 4, 491-494.

Warriss, P.D. 1996a. The welfare of animals during transport. *The Veterinary Annual* 36, 73-85.

Warriss, P.D. 1996b. The consequences of fighting between mixed groups and unfamiliar pigs before slaughter. *Meat Focus International* 5, 89-92.

Warriss, P.D. 1998a. The welfare of slaughter pigs during transport. *Animal Welfare* 7, 365-381.

Warriss, P.D. 1998b. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: a review. *The Veterinary Record* 142, 449-454.

Warriss, P.D., Brown, S.N. 1985. The physiological responses to fighting in pigs and the consequences for meat quality. *Journal of Science for Food and Agriculture* 36, 87-92.

Warriss, P.D., Brown, S.N. 1994. A survey of mortality in slaughter pigs during transport and lairage. *The Veterinary Record* 134, 513-515.

Warriss, P.D., Bevis, E.A., Ekins, P.J. 1989. The relationships between glycogen stores and muscle ultimate pH in commercially slaughtered pigs. *British Veterinary Journal* 145, 378-383.

Warriss, P.D., Dudley, C.P., Brown, S.N. 1983. Reduction of carcass yield in transported pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34, 351-356.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Bevis, E.A., Kestin, S.C. 1990. The influence of pre-slaughter transport and lairage on meat quality in pigs of two genotypes. *Animal Production* 50, 165-172.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., Knowles, T.G. 1998a. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Animal Science* 66, 255-261.

Warriss, P.D., Bevis, E.A., Edwards, J.E., Brown, S.N., Knowles, T.G. 1991. Effect of the angle of slope on the ease with which pigs negotiate loading ramps. *The Veterinary Record* 128, 419-421.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., Anil, M.H., Fordham, D.P. 1992. Time in lairage needed by pigs to recover from the stress of transport. *The Veterinary Record* 131, 194-196.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Edwards, J.E., Kettlewell, P.J., Guise, H.J. 1998b. The effect of stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs: 2. Results from the analysis of blood and meat samples. *Meat Science* 50, 447-456.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Barton Gade, P., Santos, C., Nanni Costa, L., Lambooi, E., Geers, R. 1998c. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. *Meat Science* 49, 137-144.

Warriss, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Wilkins, L.J., Pope, S.J., Chadd, S.A., Kettlewell, P.J., Green, N.R. 2006. Comparison of the effects of fan-assisted and natural ventilation of vehicles on the welfare of pigs being transported to slaughter. *The Veterinary Record* 158, 585-588.

Watabe, T., Tanaka, K., Kumagae, M., Itoh, S. 1988. Role of endogenous AVP in potentiating CRH-stimulated corticotropin secretion in man. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 66, 1132-1137.

Webster, A.J.F. 1974. Physiological effects of cold exposure. En T. Robertshaw (Ed.), *Environmental physiology*. Volume 7 (pp. 33-69). London, UK: Butterworths.

Weeks, C.A., McNally, P.W., Warriss, P.D. 2002. Influence of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. *The Veterinary Record* 150, 743-748.

Windhorst, H.W. 2006. Regional patterns of livestock and poultry production in Europe. En R. Geers y F. Madec (Ed.), *Livestock Production and Society* (pp. 21-34). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Worsley, A., Skrzypiec, G. 1997. Teenage vegetarianism – prevalence, social and cognitive contexts. *Appetite* 30, 151-170.

