

EL BIENESTAR ANIMAL DURANTE EL TRANSPORTE Y SACRIFICIO COMO CRITERIO DE CALIDAD

Emma Fabregas, Antonio Velarde, y Alejandro Diestre. 2003. IRTA, Centro de Tecnología de Carne, Monells http://www.irta.es/xarxatem/diestre_cas.htm

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Bienestar animal en general](#)

RESUMEN

El bienestar animal durante el transporte y sacrificio de los animales de abasto con lleva un estrés violento, que actualmente es motivo de preocupación para los consumidores. El sector de la producción porcina debe asumir este nuevo desafío, considerando que junto con satisfacer esta necesidad, estará mejorando la calidad, y evitando pérdidas económicas considerables. Se presenta una revisión detallada sobre las condiciones de transporte y sacrificio ideales para evitar tasas de mortalidad elevadas y mala calidad de la carne. Se analiza el efecto negativo del gen responsable de la sensibilidad al estrés en porcinos durante el periodo antes del sacrificio, así como durante el aturdimiento.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera intensiva ha sido y continua siéndolo, la principal fuente de abastecimiento de carne en los países desarrollados en donde los consumos son muy altos. Estos sistemas productivos que satisfacen esta demanda han sido puestos en tela de juicio durante los últimos años por la sociedad. El público en general manifiesta preocupación exigiendo primeramente que los productos alimenticios no presenten un riesgo para la salud humana. Además, los sistemas de producción intensiva conocidos como “granjas fabrica” son considerados por la opinión publica como contaminantes del medio ambiente, que utilizan animales incapaces de manifestar libremente su conducta ya que son sometidos a situaciones de sufrimiento innecesario, con altos niveles productivos obtenidos a costa de abusos en la mejora genética y la alimentación, apoyados en el uso sistemático de una medicación exagerada.

Esta critica aunque exagerada para unos debe constituir un reto para el sector de la producción de carne, tal y como se ha venido demostrando. El trato que se les da a los animales durante la última etapa de la vida de los animales, desde que salen de la granja hasta su muerte por anoxia en los mataderos, presenta gran preocupación a los consumidores. Afortunadamente, todas las mejoras que se realicen en el campo del bienestar animal, tanto desde el manejo de los animales como de las instalaciones disponibles, repercutirán favorable en la calidad final de la materia prima. Es decir, satisfacer estas necesidades emocionales de los consumidores representa un beneficio económico y tecnológico directo para la cadena de la carne, tal y como lo veremos durante estas jornadas.

La producción de carne porcina se enfrenta a este nuevo reto, especialmente en España donde el crecimiento de la producción continuará como en los últimos años, desplazando a países tradicionalmente grandes productores de la UE. El bienestar de los animales es ahora y en el futuro una barrera que puede llegar a ser un handicap a esta expansión. Sin embargo, debemos tener en mente que los problemas de maltrato de los animales de abasto antes y durante su sacrificio tiene nefastas consecuencias, que se traduce en elevadas tasas de mortalidad, decomisos por fracturas y hemorragias, y peor calidad tecnológica de la carne. Tanto la constitución genética como cualquier manejo equivocado desde la carga, durante el transporte, la descarga y la espera, así como durante el sacrificio puede provocar estrés a los animales, y consecuentemente podrán aparecer cualquiera de los problemas antes mencionados.

LA MORTALIDAD

La muerte de los animales durante el transporte o en los corrales de espera es un claro indicador de falta de bienestar animal durante el periodo ante mortem. Además de representar una perdida económica muy importante, supone una contaminación inútil por los residuos originados en la ganadería intensiva, especialmente en las regiones de alta densidad. La tasa de mortalidad se ve afectada por la interacción de una serie de factores ambientales relacionados con el manejo de los animales antes del sacrificio, y en el caso del porcino por la presencia una mutación de un gen mayor, conocido como el gen del halotano.

Este gen se considera equivalente al gen *ryr-1*, que codifica al receptor muscular ryanodine o canal liberador del calcio (Fujji et al 1991). Los cerdos con esta mutación homocigótica recesiva (nn), y en menor medida los

heterocigotos (Nn), tienen mas susceptibilidad a desarrollar el Síndrome de la Hipertermia Maligna ante cualquier situación que les provoque estrés. Diferentes estudios han demostrado que la mortalidad aumenta cuando la incidencia de este gen es mayor. En países como Bélgica y Alemania con sacrificio de poblaciones de porcinas altamente sensibles al estrés las tasas de mortalidad pueden llegar al 0,5 %, en cambio en países con poblaciones porcinas más resistentes al estrés genéticamente las tasas de mortalidad son muy inferiores al 1 % (Webb et al. 1982; MacPhee et al. 1994; Christensen et al., 1994; Murray y Johnson, 1998). En España, tal como se presenta en la Tabla 1 existe una tasa de mortalidad del 0,22 % en transporte y espera en los mataderos de cerdos (Guardia et al. 1996), siendo mas de la mitad de los cerdos que se sacrifican portadores del gen (51,7 %), quedando aun un 6,2 % de homocigotos recesivos (nn) (Gispert et al. 2.000). Las evidencias científicas indican que cuando existe prevalencia del gen, su eliminación causaría una significativa una reducción de las tasas de mortalidad en transporte y espera (Fabrega et al. 2001a). Estos autores han encontrado que de 107 muestras de cerdos muertos durante el transporte o en la espera en dos mataderos, el 71 % eran homocigotos positivos (nn), el 24 % heterocigotos (Nn), y tan solo el 4,7 % libres de la mutación (NN).

Existen numerosos factores ambientales y de manejo que están relacionados con la mortalidad. El ayuno antes de la carga, la mezcla de grupos sociales en cualquier etapa, las condiciones del transporte, la descarga y los movimientos durante la espera, sin olvidar el manejo de los encargados de estas faenas. Evidentemente, los factores antes mencionados afectan también el proceso de transformación que sufre el músculo para convertirse en carne, deteriorando gravemente su calidad.

DEFECTOS EN LA CALIDAD DE LA CARNE

El estrés antes del sacrificio puede tener diferentes consecuencias sobre la calidad de la carne, dependiendo de su intensidad y duración. Un periodo de estrés corto y agudo produce un aumento de la concentración plasmáticas de catecolaminas y excesivo gasto energético, que estimulan la glicólisis anaeróbica y la formación de ácido láctico antes del desangrado, lo que a su vez causa una disminución del pH muscular por debajo de 6 durante la primera hora *postmortem*. Esta rápida acidificación provoca una disminución de la repulsión electrostática entre los miofilamentos cuando la temperatura de la canal es todavía muy elevada (>38°C). Todo esto conduce a una intensa desnaturalización de las proteínas musculares, lo que a su vez reduce la capacidad de retención del agua y aumenta la palidez de la carne. En el ganado porcino el resultado es la aparición de carnes pálidas, blandas y exudativas denominadas PSE (*pale, soft and exudative*), frecuente en músculos compuestos por fibras glicolíticas mayoritariamente.

Cuando el estrés se prolonga por muchas horas, haciéndose crónico y con una intensidad sostenida, la cantidad de glicógeno a momento del sacrificio es tan baja que no se produce la bajada en las 24 horas después del sacrificio. En este caso la carne presenta un aspecto oscuro, seco y firme, afectando negativamente la apariencia. En estas condiciones el crecimiento bacteriano es favorecido, especialmente si las condiciones de conservación no son las adecuadas. Este defecto se conoce como carne DFD (*dry, firm and dark*), siendo mas frecuente en músculos oxidativos.

LAS CONDICIONES DEL TRANSPORTE Y LA ESPERA

Los sistemas de transporte de animales deben ser diseñados y utilizados para garantizar que estos no sufran molestias ni estrés innecesariamente. Como en las etapas anteriores es necesario no mezclar animales de diferentes corrales de engorde en los camiones. Antes de cualquier manipulación se deben mantener unos periodos de ayuno de 12 a 14 horas especialmente en la especie porcina ya que tiene tendencia a marearse, vomitar, y consecuentemente se produce un aumento de la mortalidad. Es aconsejable el uso de corrales de recogida con ducha y agua de bebida, teniendo una distribución que sea similar a la de los camiones y la de los corrales de espera en los mataderos. Al igual que en granja y en la espera, las divisiones deben ser de concreto para evitar peleas con los cerdos de corrales vecinos, las rampas no deben pasar los 15° de pendiente, el movimiento debe ir de lugares más oscuros a más claros, y los animales deben poder desplazarse sin encontrar obstáculos empujados con paneles evitando el uso de picas eléctricas.

El suelo de los camiones debe ser antideslizante. El techo y las paredes deben asegurar una protección eficaz contra la intemperie y grandes variaciones climáticas. Los camiones deben estar provistos de montacargas y tener un sistema de ventilación ya sea manual o automático que permita la renovación del aire en todos los compartimentos. Es importante que el diseño permita una buena limpieza.

La densidad de carga durante el transporte debe permitir a los cerdos tener espacio suficiente para permanecer de pie en posición natural y para tumbarse simultáneamente. Según la legislación la densidad de carga de los cerdos de 100 kg de peso no deberá superar los 235 kg/m², es decir aproximadamente 0,42 m² por cerdo. Los animales deben ser descargados inmediatamente después de la llegada al matadero. Al igual que en los corrales de recogida, el diseño debe permitir el flujo de animales desde los muelles de descarga hasta los corrales de espera, y hasta el punto de aturdimiento sin tener que utilizar picas eléctricas. Los grupos sociales se deben mantener y la

densidad debe ser de 0,6 m² por cerdo de aproximadamente 100 kg. Los corrales deben tener duchas y agua de bebida. La calidad de esta debe estar controlada.

Teniendo en cuenta las condiciones ambientales y de manejo antes descritas, es importante también no olvidar el efecto negativo que tiene el gen del halotano sobre el estrés y la calidad de la carne. En un estudio reciente, se sometieron a dos tratamientos antes del sacrificio a cerdos libres y heterocigotos, procedentes de dos líneas de machos, una Pietrain y otra Large White ambas heterocigotas (Fabregas et al., 2001b). El nivel de estrés fue mayor en los animales portadores del gen por su elevado incremento cortisol durante ambos tratamientos antes del sacrificio. También, estos animales presentaron peor calidad de la carne (mas PSE), tal y como se observa en la Tabla 2. En la Figura 1, se observa que a medida que aumenta la frecuencia del gen halotano aumenta la incidencia de carnes PSE en 5 mataderos comerciales (Gispert et al., 2000).

EL SISTEMA DE ATURDIMIENTO

Un buen sistema de aturdimiento debe cumplir varios requisitos. En primer lugar, debe garantizar una inducción rápida de la inconsciencia sin causar dolor; y esta debe prolongarse hasta la muerte del animal. En segundo lugar, debe minimizar los problemas de calidad del producto final. En tercer lugar, debe garantizar la seguridad del operador. Los métodos de aturdimiento más utilizados en el ganado porcino son la electronarcosis y la exposición al dióxido de carbono. Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos en estudios realizados en mataderos comerciales indican que estos sistemas de aturdimiento no garantizan el 100% de efectividad, probablemente como consecuencia de errores en la aplicación de los mismos (Velarde et al. 2000a).

El aturdimiento eléctrico o electronarcosis consiste en el paso a través del cerebro de una corriente eléctrica de una intensidad lo suficientemente alta como para provocar un ataque epiléptico y consecuentemente la pérdida de conciencia. Tras la estimulación eléctrica del cerebro, el animal entra en un estado de contracción muscular tónica, desapareciendo la ritmicidad respiratoria, el reflejo corneal y la sensibilidad al dolor. Seguidamente, el animal entra en la denominada fase clónica y comienza a efectuar movimientos bruscos e involuntarios con sus extremidades. La recuperación de la ritmicidad respiratoria y el reflejo corneal nos indicaría que el animal se está recuperando de la anestesia (Anil, 1991). Al ser un sistema de aturdimiento reversible, el tiempo transcurrido entre el aturdimiento y el degollado es un factor determinante para garantizar la muerte del animal antes de la recuperación de la conciencia. Para ello es importante conocer la duración de la inconsciencia y así evitar la recuperación de los animales antes de la muerte cerebral. La duración de la inconsciencia es independiente del voltaje o de la intensidad aplicada, pero aumenta si la posición de los electrodos es la correcta. En porcino si el tiempo entre el aturdimiento y el degollado es superior a 15 s la posibilidad que el animal recupere la conciencia aumenta.

Actualmente, en la mayoría de mataderos de porcino se utiliza el sistema de aturdimiento cabeza-cuerpo, que consiste en la aplicación de un tercer electrodo en la zona de proyección del corazón. La corriente pasa de los electrodos de la cabeza al tercer electrodo, llegando así al corazón y a la médula espinal. La estimulación cardiaca provoca paro cardiaco y muerte del animal. En este caso, el sacrificio tiene tan sólo la finalidad de evacuar la sangre de la canal, por lo que su retraso no será crítico desde un punto de vista de bienestar animal. La estimulación de la médula espinal disminuye la intensidad de los movimientos musculares involuntarios durante la fase clónica, mejorando así la calidad de la carne.

Desde el punto de vista de bienestar animal es imprescindible conocer los posibles factores que pueden afectar tanto la inducción de la inconsciencia como a su duración. La intensidad de la corriente que pasa por el cerebro es el factor que determina la pérdida inmediata de la conciencia (Croft, 1952). La intensidad de la corriente es inversamente proporcional a la resistencia y ésta a su vez depende de los diferentes tejidos situados entre los dos electrodos que se aplican en la cabeza. La resistencia media del porcino es de 100 a 200 Ω , aunque existe una gran variabilidad dependiendo del grosor de la piel, del grado de humedad y de la limpieza de las pinzas. La intensidad mínima recomendada es de 1,3 A (Hoenderken, 1978). En condiciones comerciales, el tiempo de aplicación de la corriente eléctrica oscila entre 3 y 7 s, factor que no modifica la duración de la inconsciencia. Un tiempos de aplicación inferior a 2 s no asegura un buen aturdimiento.

En los mataderos con sistema de aturdimiento eléctrico, la principal causa de aturdimientos incorrectos es la aplicación errónea de los electrodos (Velarde et al. 2000a), no pasando la suficiente corriente tanto a través del cerebro (no aturdiéndose los animales), como por el corazón (recuperándose los animales de la inconsciencia). Las principales causas de error en el emplazamiento de los electrodos son la velocidad de la línea de desangrado y las variaciones en el tamaño y peso del animal. El sistema de aturdimiento automático eléctrico cabeza-corazón está diseñado para unos animales de un determinado tamaño y peso. Animales de diferente tamaño son más susceptibles a una aplicación incorrecta de los electrodos y consecuentemente a un incorrecto aturdimiento. Por este motivo, se aconseja que los lotes sean lo más homogéneos posibles. Por otra parte, la sujeción de los animales para la aplicación correcta de los electrodos conlleva un alto nivel de estrés previo al sacrificio.

En algunas ocasiones, el error en el emplazamiento de los electrodos puede ser rectificado incrementando la intensidad de corriente, lo que sería por lo tanto más aconsejable desde el punto de vista de bienestar animal. No obstante un aumento de la intensidad de corriente provoca una mayor intensidad de la fase tónica y un aumento de la presión sanguínea, favoreciendo así la presencia de manchas de sangre en la musculatura (Velarde et al 2000b). Así pues, el control de la intensidad de la corriente es imprescindible para la optimización de la calidad del aturdimiento eléctrico. Si bien una intensidad de corriente alta garantiza el correcto aturdimiento de los animales pese a posibles errores en los emplazamientos de los electrodos, puede tener efectos negativos sobre la calidad de la canal.

Por otra parte, se ha descrito que la utilización del aturdimiento eléctrico a altas frecuencias (superiores a 800 Hz) con el fin de reducir la intensidad de las convulsiones y mejorar la calidad de la carne disminuye la efectividad y duración de la inconsciencia (Anil,1991). Actualmente, los desarrollos tecnológicos han logrado que el voltaje se ajuste automáticamente según la resistencia, manteniendo una intensidad de corriente constante en todos los animales.

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas que al ser inhalado produce insensibilidad sin dejar residuos químicos inaceptables en la canal. Actualmente tan sólo se utiliza para el ganado porcino, donde ha experimentado un fuerte crecimiento, existiendo ya unos 35 mataderos en España con este sistema. Los cerdos son introducidos en jaulas con capacidad desde 2 hasta 5 cerdos y bajados a un pozo con una concentración superior al 80% de CO₂, durante el tiempo suficiente para mantenerlos inconscientes hasta la muerte cerebral. El CO₂ es más pesado que el aire y puede ser almacenado a altas concentraciones en una fosa por debajo del nivel del suelo.

El aturdimiento se produce por una depresión de la función neuronal (Roughton, 1964). La inducción de la anestesia en una atmósfera del 80% de CO₂ incluye tres etapas. La primera etapa tiene una duración aproximada de 20 s y se denomina etapa de analgesia. Durante este periodo la respuesta del animal al dolor y al estrés se reduce gradualmente y la respiración se vuelve más rápida y profunda. Inmediatamente después de la pérdida de consciencia viene la etapa de excitación, que tiene una duración aproximada de 7 s, y en la que se observan en algunos animales movimientos incoordinados y vocalización. Por último aparece la etapa de anestesia en el que se produce relajación de los músculos esqueléticos y respiratorios.

El sistema de aturdimiento con CO₂ tiene la ventaja de que no requiere la sujeción de los animales y de permitir el aturdimiento en grupos, reduciendo así el nivel de estrés. No obstante, este sistema ha sido muy criticado desde el punto de vista del bienestar animal. Estas críticas están basadas en que el dióxido de carbono es un gas ácido y por lo tanto su inhalación es irritante. Además, al ser un potente estimulador respiratorio puede causar sensación de asfixia antes de la pérdida de la sensibilidad (Gregory et al. 1990). Se ha señalado también que durante el periodo de inducción, la violenta excitación que muestran los animales es en realidad un intento consciente de huida. Por el contrario, otros autores que han realizado evaluaciones conductuales en animales expuestos a atmósferas del 80% de CO₂, señalan que durante la fase de inducción los animales no reaccionan de manera exagerada a la exposición al gas. Estas investigaciones indican que el periodo de excitación está precedido por un patrón electroencefalográfico de alta amplitud y baja frecuencia. Este patrón indicaría que el animal está inconsciente durante esta fase de actividad motora violenta (Forslid, 1987).

La rapidez con que los animales alcanzan el estado de inconsciencia depende tanto de la concentración atmosférica inicial de CO₂ como del gradiente de concentración del sistema (Holst, 1997). Los sistemas de aturdimientos óptimos requieren inmersiones rápidas del animal a altas concentraciones de CO₂ atmosféricas, es decir al 90 %. Estas inmersiones rápidas reducen la excitabilidad del animal, reduciéndose el tiempo de inducción de la inconsciencia. Por otra parte, durante la exposición al dióxido de carbono los animales genéticamente sensibles al estrés manifiestan una fase excitatoria más violenta que los resistentes, pudiendo permanecer conscientes durante el inicio de esta fase.

En condiciones comerciales, la anestesia por exposición al CO₂ siempre es reversible, y por lo tanto existen una serie de factores críticos en el manejo del sistema (Velarde et al. 2000a). Dichos factores son por una parte la concentración de dióxido de carbono y la duración del ciclo de exposición de los animales al gas, y por otra parte el tiempo que transcurre desde que el animal sale de la atmósfera de CO₂ hasta que es degollado. Recientemente, en un estudio realizado en mataderos españoles hemos observado que mientras que el 99% de los animales aturridos eléctricamente permanecen inconscientes hasta el momento de la muerte, este porcentaje es tan solo del 30% en los animales aturridos por CO₂ (Velarde et al. 2000a). Este porcentaje sería indicativo de un grave problema de bienestar con el uso de este último sistema. La causa principal causa no es el sistema en sí, sino el manejo erróneo por parte de los operarios. En efecto, el sistema es de control manual, de manera que los cerdos entran en las jaulas cuando un operador abre la puerta, y van descendiendo al interior del pozo con paradas intermitentes de tiempo variable. El tiempo de permanencia de los animales en la atmósfera de CO₂ depende tanto del flujo de animales en el doble corredor de aproximación como de la velocidad en la línea de desangrado.

La anestesia tiene que garantizar la inconsciencia del animal como mínimo 30 s tras el degollado. A partir de los resultados obtenidos en los mataderos se recomienda que los animales estén como mínimo un tiempo de 130 s en la noria y que el tiempo desde el aturdimiento al degollado no sea superior a 30 s. Por otra parte el contacto, el

contacto del animal con la máxima concentración de CO₂ se debe realizar lo más rápido posible y este debe ser como mínimo del 80%.

Si bien el aturdimiento elimina los factores estresantes del desangrado, éste induce en el animal unos cambios fisiológicos cuyos efectos pueden repercutir negativamente en la calidad del producto final. Estos cambios son debidos principalmente al aumento de la presión sanguínea y la actividad muscular, provocando alteraciones, bien en la calidad de la canal debido a contusiones, hemorragias o fracturas, o bien en la calidad de la carne debido a una modificación del proceso bioquímico normal responsable de la transformación del músculo en carne. No obstante, el aturdimiento eléctrico provoca una mayor incidencia de carnes PSE comparado con el sistema de aturdimiento por CO₂ (Velarde et al. 2000b; 2001), debido la estimulación del sistema nervioso, acelerando así el rigor mortis y la caída del pH muscular cuando la musculatura está aún caliente. Las principales causas de esta estimulación nerviosa son el paso de la corriente eléctrica por el animal y la actividad muscular intensa durante la fase clónica.

Otro factor importante en la incidencia de carnes PSE, es la susceptibilidad genética de los diferentes animales al estrés (Grandin, 1994). En un estudio realizado con cerdos de genotipo conocido (Velarde et al. 2001) se observó que en los cerdos aturridos con CO₂ la incidencia de carnes potencialmente PSE fue significativamente superior en las canales de los animales portadores del gen que en aquellos libres (Figura 2). Estos resultados nos indican que los animales genéticamente susceptibles al estrés tienen una reacción más violenta a la exposición de CO₂ que cerdos libres del gen (Troeger & Wolterdorf, 1991). Tanto desde un punto de vista de bienestar animal como de la calidad, si se utiliza el sistema de aturdimiento por exposición al CO₂, el gen del halotano debe ser eliminado de la población.

Por otra parte, y especialmente para los animales portadores del gen del halotano es importante que el primer contacto con el dióxido de carbono se produzca a una concentración superior al 85 % para asegurarnos la ausencia de una fase excitatoria de severa intensidad. En los animales aturridos eléctricamente la incidencia de canales potencialmente PSE no fue significativamente ($p < 0,05$) diferente entre cerdos libres y portadores del gen del halotano (25 % y 39.4 % respectivamente). Nuestros resultados revelan que en los animales aturridos eléctricamente, el efecto del paso de la corriente en la incidencia de carnes PSE es tan grande que enmascaró el efecto que el genotipo puede tener sobre la calidad de la carne en este caso.

Tabla 1. Número de bajas totales y porcentaje de mortalidad total en el periodo *ante mortem* en 16 mataderos de Cataluña entre 1992 y 1994

	1992	1993	1994	Total
Número de cerdos muestreados	4.861.910	5.495.719	5.306.719	15.663.925
Número de bajas	10.762	10.118	12.079	32.959
Mortalidad (%)	0,23	0,21	0,21	0,22

Tabla 2. Medias ajustadas de parametros de calidad de la carne en el lomo según dos tratamientos antes del sacrificio y en cerdos portadores y libres del gen halotano.

	Tratamiento antes de sacrificio			Genotipo halotano		
	Corto	Largo		NN	Nn	Sig
pH ₂₄	5.6 (0.02)	5.7 (0.02)	NS	5.8 (0.02)	5.7 (0.03)	NS
Conductividad eléctrica	5.3 (0.35)	4.9 (0.35)	NS	3.1 (0.32)	7.2 (0.36)	***
Minolta L*	49.5 (0.48)	47.8 (0.56)	*	46.9 (0.45)	50.4 (0.52)	***
Color subjetivo	2.6 (0.07)	2.6 (0.08)	NS	2.7 (0.07)	2.4 (0.07)	***
Pérdida de peso (g/kg)	12.9 (0.62)	13.5 (0.64)	NS	11.0 (0.59)	15.5 (0.67)	***
PSE (%)	21.2	21.2	NS	9.5	32.8	***

Figura 1. Relación entre la incidencia de carnes PSE y la frecuencia del gen halotano en 5 mataderos comerciales.

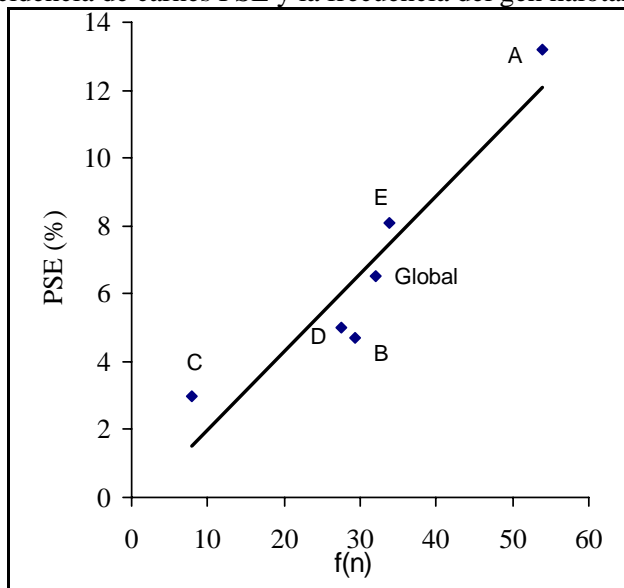
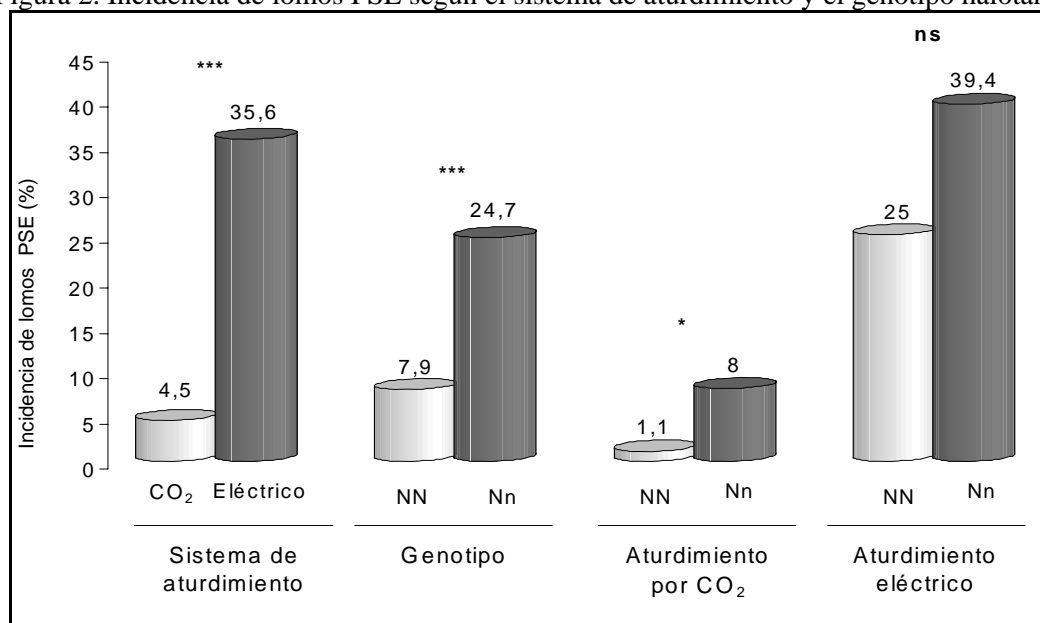


Figura 2. Incidencia de lomos PSE según el sistema de aturdimiento y el genotipo halotano.



***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; ns: not significant.

REFERENCIAS

- ANIL, M.H. (1991) Studies on the return of Physical Reflexes in Pigs following Electrical Stunning. *Meat Science* 30, 13-21.
- CHRISTENSEN, L., BARTON-GADE, P. & BLAAJBERG, L.O. (1994) Investigation of transport conditions in participating countries in the EC project: PL920262. 40th ICoMST, The Hague, Netherlands.
- CROFT, P.G. (1952) Problem of electrical stunning. *The Veterinary Record* 64, 255-258.
- FORSLLID, A. (1987) Transient neocortical, hippocampal and amygdaloid EEG silence induced by one minute inhalation of high concentration CO₂ in swine. *Acta Physiologica Scandinava* 130, 1-10.
- 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 hyperthermia. *Science* 253, 448-451.
- FÀBREGA, E., DIESTRE A., CARRIÓN D., FONT J. & MANTECA X. (2001a). Impact of halothane gene on pre-slaughter mortality in two spanish pig commercial abattoirs. (*The Veterinary Record* submitted).
- FÀBREGA, E., MANTECA X., FONT J., GISPERT, M., CARRIÓN D. & DIESTRE A. (2001b). Effects of the halothane gene and pre-slaughter treatment on carcass and meat quality, and welfare of two pig crosses. (In preparation).
- 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. (1994). Methods to reduce PSE and bloodsplash. *Allen D. Leman Swine Conference*, 21 206-209. Veterinary Outreach Programs: University of Minnesota.
- GREGORY, N.G., RAJ, A.B.M., AUDSLEY, A.R. & DALY C.C. (1990) Effect of CO₂ on man. *Fleischwirtschaft*, 70: 1173-1174.
- GUÀRDIA, M.D., GISPert, M. & DIESTRE, A. (1996) Mortality rates during transport and lairage in pigs for slaughter. *Meat Focus International* 5, 362-366.
- HOENDERKEN, R. (1978) Electrical stunning of pigs for slaughter. *Thesis*, State University, Utrecht.
- HOLST, S. (1997) Return to consciousness in slaughter pigs stunned with CO₂. Proceedings of the 43rd International Congress of Meat Science and Technology, Auckland. G2, 10-11.
- 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.
- 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.
- ROUGHTON, F.J. (1964) *Handbook of Physiology* 2, 767-825.
- TROEGER, K. & WOLTERS DORF, W. (1991). Gas anaesthesia of slaughter pigs. *Fleischwirtschaft* 71, 1063-1068.
- VELARDE, A., GISPert, M., FAUCITANO, L., MANTECA, X. & DIESTRE, A. (2000a). Survey of the efficiency of stunning procedures carried out in Spanish pig abattoirs. *The Veterinary Record* 146, 65-68.
- VELARDE, A., GISPert, M., FAUCITANO, L., MANTECA, X. & DIESTRE, A. (2000b). The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Science* 55(3), 309-315.
- VELARDE, A., GISPert, M., FAUCITANO, L., ALONSO, P., MANTECA, X. & DIESTRE, A. (2001) Effects of the stunning procedure and the halothane genotype on meat quality and incidence of haemorrhages in pigs. *Meat Science* 58(3), 313-319.
- WEBB, A.J., CARDIN, A.E., SMITH, C. & IMLAH, P. (1982) Porcine Stress syndrome in pig breeding. 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Madrid, (Spain), Vol. V, 588-608.

[Volver a: Bienestar animal en general](#)