PREDICCIÓN DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO (PSE) SEGÚN LAS CONDICIONES DE MANEJO *ANTE MORTEM* Y EL GENOTIPO RYR1

Guàrdia, M.D.[1], Estany, J.[2], Balasch, S.[3], Oliver M.A.[1], Gispert, M.[1], Diestre, A.[1]

1. IRTA-Centro de Tecnología de la Carne, Granja Camps i Armet, E-17121 Monells,Girona.
2. UDL-Departamento de Producción Animal, Rovira Roure, 177, E-25198, Lleida.
3. UPV-Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicada y Calidad, Camino de Vera, E-46022, Valencia.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne de cerdo está directamente relacionada con el metabolismo muscular durante el periodo *ante mortem*, y está influenciada por factores genéticos y ambientales (Cassens *et al.*, 1975, Channon *et al.* 2000). El desarrollo anormal de proceso de caída del pH muscular después del sacrificio da lugar al defecto de calidad de carne conocido como PSE (*pale, soft and exudative*), el cual constituye un grave problema tanto para el consumo de la carne en fresco como para los procesos industriales de transformación.

El gen RYR1 (N,n) es el responsable de la sensibilidad genética al estrés en porcino. Así, los animales de genotipo nn tienen una gran predisposición a esta miopatía (Oliver *et al.*, 1988), aunque los cerdos portadores del gen RYR1 también la pueden desarrollar (García Macías *et al.*, 1996). Se ha observado que los cerdos genéticamente resistentes al estrés (NN) no están exentos de proporcionar carnes PSE. Diversos estudios muestran que un estrés agudo producido poco antes del sacrificio favorece la aparición de este defecto (Honkavaara, 1989) cuando el animal cuenta aún con reservas energéticas.

El objetivo de este estudio es determinar, en condiciones comerciales, el efecto de los factores de manejo *ante mortem* y del gen RYR1 en la incidencia de carne PSE a partir de una muestra representativa del mercado porcino español.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha evaluado la condición PSE de la carne a partir de medidas de conductividad eléctrica realizadas con el *Pork Quality Meter* (PQM-I-Inteck, Gmbh, Germany) en el músculo *semimembranossus* entre 1 y 2 h *post mortem* en 14.370 animales sacrificados en 5 mataderos comerciales españoles según se describe en Gispert *et al.* (2000). Las canales con valores de PQM>6 se clasificaron como severamente PSE, y las que presentaron valores 4<PQM≤ 6 como moderadamente PSE. La carne se consideró normal cuando el valor de PQM≤ 4 y el valor de $pH_{24} \leq 6$. La condición PSE se ha descrito como una variable respuesta ordinal con valores 1 (normal), 2 (moderado), 3 (severo) y los datos se han analizado según un modelo de regresión logística multinomial mediante el programa *Polychotomous Stepwise Logistic Regression* del paquete estadístico BMDP (Dixon, 1981). Las variables categóricas incluidas finalmente en el modelo fueron el matadero, el tipo de superficie del suelo del camión, el tipo de carga al camión, la estación, el sexo, y el genotipo RYR1 de los animales. Las variables independientes continuas incluidas en el mismo fueron el tiempo de ayuno en granja, el tiempo de carga, el tiempo de transporte, tiempo de espera en las cuadras del matadero, el área disponible durante el transporte y el porcentaje de magro. Se incluyó también la interacción tiempo de transporte x área disponible. El genotipo RYR1 de los cerdos se determinó en 1.331 muestras de sangre siguiendo el método descrito por Fuji *et al.* (1991).

La probabilidad de obtener carne severa y moderadamente PSE en la situación i se determinó mediante $P_i(y>2)$ y $[P_i(y>1) - P_i(y>2)]$, respectivamente. De forma complementaria, la probabilidad de obtener carne normal (no PSE) se calculó mediante la expresión $[1- P_i(y>1)]$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presenta la probabilidad de obtener carne severamente PSE, moderadamente PSE y normal en función de les variables cualitativas incluidas en el modelo. La probabilidad de clasificar la carne como severamente PSE presenta valores muy variables según el matadero, llegando a doblarse entre algunos de ellos. Según los resultados obtenidos puede afirmarse que la superficie de poliéster presenta un efecto positivo en la reducción de este tipo de carne, que en verano el riesgo para las carnes severamente PSE es casi el doble que en invierno, que la presencia de machos enteros aumenta la probabilidad de incidencia de carne PSE y que la presencia del gen RYR1 en la especie porcina acentúa la problemática de la carne exudativa. Así, en la Tabla 1 se observa como los animales de genotipo nn presentan, aproximadamente, una probabilidad 4 veces superior a la de los animales NN y Nn de proporcionar carne severamente PSE. Según los resultados obtenidos, la probabilidad esperada de obtener carne PSE, a igualdad de condiciones de manejo, no es diferente entre los genotipos Nn i NN, contrariamente a los resultados aportados por los estudios realizados por García Macías *et al.* (1996) Velarde *et al.* (2001) y Fàbrega *et al.* (2002) pero coincidiendo con los aportados por Kocwin-Podsiadla *et al.* (1995). Asumiendo las frecuencias genotípicas aportadas por Gispert *et al.* (2000), eliminar los animales nn de la población porcina española representaría disminuir el riesgo de producción de carne severamente PSE entorno a un 6%.

Los resultados correspondientes a las variables cuantitativas permiten afirmar que se puede disminuir el riesgo de obtención de carne exudativa utilizando un período de ayuno en granja comprendido entre 12 y 18 h y limitando el tiempo de espera en el matadero a 3 h. En la Figura 1 se presentan los resultados correspondientes a la interacción entre el tiempo de transporte y el área disponible durante el mismo. En transportes de duración inferior a 3 h, la probabilidad de obtener carne exudativa es mayor en los animales transportados con disponibilidad de espacio respecto de los transportados a mayor densidad, mientras que en transportes superiores a 3 h son los animales que disponen de más espacio los que presentan un riego inferior. En transportes cortos y en condiciones de mezcla los animales prefieren viajar de pie o sentados para estar preparados para afrontar cualquier imprevisto así como posibles peleas, de manera que si se transportan a elevada densidad se restringe su actividad física y se mejora su bienestar y su posterior calidad de la carne. Contrariamente, después de 2-4 h de haberse iniciado el transporte los animales yacen descansando (Bradschaw *et al.*1995) porque ya se han adaptado al movimiento del vehículo y disminuyen el grado de tensión que muestran al inicio del transporte. En este caso, cuando los cerdos no disponen de área suficiente se producen cambios continuos de posición buscando espacio para poder descansar provocándose una fatiga adicional (Lambooij, 1988) a la del propio transporte, siendo la respuesta una peor calidad de la carne.

Mediante el modelo logístico estudiado se pueden simular estrategias de manejo que permiten ver la combinación de factores más favorable para optimizar el bienestar y la calidad de la carne y, en consecuencia, aumentar el rendimiento de la producción porcina española.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bradshaw, R.H., Parott, R.F., Goode, J.A., Lloyd, D.M., Rodway, R.G. and Broom, D.M. 1995. EU-Seminar, June 1995, Masiensee.

Cassens, R.G., Marple, D.N. and Eikelenboom, G. 1975. Advances in Food Research, 21: 71.

Channon A., Payne, A.M. and Warner, R.D. 2000. Meat Science, 56: 291-299.

Dixon, W.J. 1981. BMDP Statistical Software. Los Angeles, University of California Press.

Fàbrega, E., Manteca, X., Font, J., Gispert, M., Carrión, D., Velarde, A., Ruiz-de-la-Torre, J.L. and Diestre, A. 2002. Animal Science (submitted).

Fuji Fuji, J., Otsu, K., Zorzato, F., de León, S., Khanna, V.K., Weilwe, J., O'Brien, P.J., and Maclennan, D.H. 1991. Science, 253: 448-451.

García Macías, J.A., Gispert, M., Oliver, M.A., Diestre, A., Alonso, P., Muñoz Luna, A., Siggens, K., and Cuthbert-Heavens, D. 1996. Animal Science, 63: 487-496.
Gispert, M., Faucitano, L., Oliver, M. A , Guàrdia, M.D., Coll., C., Siggens, K., Harvey, K., Diestre, A. Meat Science, 2000, 55: 97-106.
Honkavaara, M. 1989. Journal of Agricultural Science in Finland, 61: 415-423.
Kocwin-Podsiadla *et al.* (1995). Kocwin-Podsiadla, M., Prybylski, W., Kuryl, J., Talmant, A. and Monin, G. 1995. Meat Science, 40: 121-125.
Lambooij, E. 1988. Animal Production, 46: 257-263.
Oliver, M.A., Gispert, M. and Diestre, A. 1988. Medicina Veterinaria, 1 (Vol.5): 45-49.
Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Alonso, P A., Manteca, X. and Diestre, A. 2001. Meat Science, 58: 313-319

Tabla 1. Probabilidad de obtener carne moderadamente PSE, severamente PSE y normal en función del matadero, tipo de suelo, estación, sexo y genotipo de los animales.

Factores		PSE		Normal
		Moderadamente	Severamente	
Matadero				
	A	35.90	3.46	60.64
	B	32.07	2.88	65.05
	C	49.05	6.44	44.51
	D	46.88	5.78	47.34
	E	36.49	3.55	59.96
Tipo de suelo				
	Poliester	39.45	4.08	56.47
	Aluminio	46.73	5.74	47.53
	Hierro	45.85	5.51	48.64
Tipo de carga				
	Rampa	47.05	5.83	47.12
	Ascensor	41.30	4.45	54.25
Estación				
	Verano	49.33	6.53	44.14
	Invierno	35.56	3.41	61.03
Sexo				
	Hembras	40.44	4.27	55.29
	Machos	42.91	4.79	52.30
Genotipo				
	nn	59.23	21.87	18.90
	Nn	39.67	5.01	55.32
	NN	39.38	4.93	55.69

Figura 1.- Probabilidad de obtener carne severamente PSE según el tiempo (h) y el área disponible (m^2/100 kg) durante el transporte.

