

## DETERMINACIÓN DE CARNE PSE (PÁLIDA, SUAVE Y EXUDATIVA) EN CANALES DE CERDO

### DETERMINATION OF PSE (PALE, SOFT AND EXUDATIVE) MEAT IN PORK CARCASSES

Wilson E. CASTRILLÓN H.<sup>1\*</sup>, Jorge A. FERNÁNDEZ S.<sup>1</sup> y Luís F. RESTREPO B.<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La condición PSE (pálida, suave y exudativa) altera el color, la textura y el sabor de la carne, acidificándola y ocasionándole baja retención de agua, menor valor nutricional y rechazo por el consumidor. Para determinar la presencia de la característica PSE se hace medición de pH a 45 minutos (pH45) y a 24 horas post-mortem (pH24), en 520 canales de cerdo. Los valores medios de pH45 indican que el 33.65% de las canales son PSE, el 47.12% es carne normal y el 19.23% se clasifica como DFD (oscura, firme y seca). El pH24 indica aumento de PSE llegando al 68% de las canales, mientras que los porcentajes de carne normal (31.23%) y DFD (0.77%) disminuyen. Al comparar el cambio de los estados de la carne entre 45 minutos y 24 horas, el 62.44% de la carne normal pasa a ser PSE, el 87% de carne DFD pasa a ser PSE, y el 94.85% de carne PSE continua igual. Las canales presentan alta incidencia de la condición PSE tanto a 45 minutos, como a 24 horas, indicando problemas antes y después del sacrificio. Existe diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) para los tres estados de la carne evaluados entre las mediciones de pH45 y pH24.

**Palabras clave:** carne PSE, valores de pH, calidad, canales de cerdo.

#### ABSTRACT

The PSE (pale, soft and exudative) meat condition alters the color, the texture and the flavor of pork, increasing its acidity and occasioning low water retention, low nutritional level and rejection by the consumer. To determine the presence of the PSE characteristic, the pork carcasses are evaluated by pH measurements at 45 minutes (pH45) and 24 hours (pH24) after the slaughter of the pigs. The mean pH45 values indicate that 33.65% of the carcasses present the PSE condition, 47.12% are Normal and 19.23 % can be described as DFD (dark, firm and dry). The pH24 values indicate an increase in the PSE carcasses up to 68% while the normal and DFD ones decrease to 31.23 % and 0.77%, respectively. Comparing the change of the meat characteristics from 45 min to 24 hours, after the pig slaughter, it is observed that 62.44% of the normal meat and 87% of DFD one become PSE meat and 94.85% of the initial PSE one does not suffer any transformation. The pork carcasses present high incidence of the PSE characteristics at 45 minutes as well as 24 hours, indicating that there is problems before and after the slaughter of the pigs. High statistically significant difference ( $P \leq 0.01$ ) is found for the three meat conditions evaluated at pH45 and pH24.

**Keywords:** PSE meat, pH values, quality, pork carcass.

1 Grupo de investigación GRICA. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. A.A 1226. Medellín, Colombia.

2 Estudiante de especialización. Grupo de investigación CENTAURO. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. A.A 1226. Medellín, Colombia.

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: wilsonc@agronica.udea.edu.co

## INTRODUCCIÓN

La selección genética actual ha estado encaminada básicamente a evaluar dos características: rápido crecimiento y elevado porcentaje de carne magra en las canales, lo que ha dado lugar a un extraordinario incremento de cerdos que presentan la condición PSE (pálida, suave y exudativa del inglés *pale, soft and exudative*) (1, 2, 3), condición que no sólo afecta la calidad de la carne, sino que también representa altas pérdidas económicas para la industria cárnica porcina (1, 3, 4).

La carne PSE, es un tejido que no sólo presenta condiciones anormales desde el punto de vista visual, sino que su funcionalidad proteica y sus características de palatabilidad son bastante afectadas (5). Según Alvarado (2002) (6), los productos hechos con carne PSE tienen una disminución de rendimientos debido al incremento de las pérdidas por goteo y a la pobre habilidad para ligar.

Es de anotar que la carne con esta condición es indeseable ya que afecta su calidad como consecuencia de la desnaturalización de la proteína muscular debido a un bajo pH y altas temperaturas en las canales (Offer 1991, citado por Pond et al., 1991) (7), además la baja capacidad de retención de agua reduce su vida útil y por lo tanto da como resultado un menor precio en el mercado.

En lo concerniente a la relación existente entre el pH y la calidad de la carne, Warriss (1995) (8), afirma que uno de los cambios más importantes en la conversión de músculo a carne es su acidificación, en este proceso el pH normalmente baja de 7.2 a 5.5, veinticuatro horas después del sacrificio, además afirma que las propiedades estructurales de la carne dependen del pH.

Según Alvarado (2002) (6), las tasas de declinación del pH causan dos defectos de calidad que son la carne DFD (Oscura, firme y seca del inglés *dark, firm and dry*) y la carne PSE. La carne DFD se desarrolla cuando el glicógeno muscular disminuye antes del sacrificio resultando en un pH muscular alto proveniente de una glicólisis post-mortem reducida (Hedrick et al., 1989; Gregory, 1994; Lawrie, 1998). Esta carne se caracteriza por tener una alta capacidad de retención de agua, aunque su apariencia sea seca (Pearson and Young, 1989, citados por Alvarado, 2002) (6).

La velocidad y la magnitud de la caída de pH después del sacrificio según Denaburski (2001) (1),

es posiblemente la causa individual más importante de la variación existente en la calidad cárnica del cerdo, incluso afirma que la velocidad de la glucólisis es, probablemente, el factor más importante que incide en la aparición de la carne PSE. Este decrecimiento del pH post-mortem puede afectar atributos importantes sobre la calidad de la carne tales como color, capacidad de retención de agua y textura (Ferket y foegeding, 1994, citados por Alvarado, 2002) (9).

Por esa razón, según Velazco (2001) (10), mediante el uso del pHmetro (o potenciómetro) a los 45 minutos post-mortem se puede determinar la presencia de la condición PSE, de hecho para Alvarez y Torre (2002) (11), el sistema de detección de canales PSE más ampliamente utilizado y reconocido tradicionalmente ha sido el pHmetro.

Varios autores Velazco (2001) (10), Fernández et al. (2001) (12), Van Laack (1994) citado por Gerrard, 1997 (13) y Ordoñez et al., (1998) (14), afirman que un pH 45 menor o igual 5.8 indica la presencia de la condición PSE, mientras que según Velazco (2001) (10), un pH 45 mayor o igual a 6.3 determina la presencia de la condición DFD.

Por su parte un pH 24 menor de 5.6 indica la presencia de PSE (Van Der Wall, 1978; Hammel et al, 1994; Weatherup et al, 1998; citados por Fernández et al., 2001 (12); Ellis y Mckeith, 1993 (2) y Fernández et al., 2001 (12)), y la presencia de la condición DFD se determina con un valor mayor o igual a 6.2 (Van Der Wall et al, 1988; Velazco, 2001 (10) y Ordoñez et al., (1998) (14). De lo anterior se podría deducir que una carne Normal es la que tiene un pH 45 entre 5.9 y 6.2, y un pH 24 con valores entre 5.6 y 6.1.

Finalmente Grandin (1994), citado por Denaburski et al., (2001) (1), indica que los productores son responsables de la mitad de los casos de aparición de carne PSE, estando la otra mitad causada por el tipo de manejo antes del sacrificio, la insensibilización del animal, el propio sacrificio y el proceso de enfriado de las canales.

En realidad son varios los factores que tienen relación con la condición PSE, según Fabregas et al. (2001) (15), English et al., 1992 (16) y Coma y Piquer (2000) (17), están el ayuno, mezcla de grupos sociales, densidad, transporte, descarga y movimientos en la espera, reposo y sistema de aturdimiento. Para Nanni et al. (2002) (18) influ-

yen además la temperatura y humedad relativa, grasa dorsal y el gen halotano, por su parte Alvarez y Torre (2002) (11) incluyen el sexo, peso, edad, estación del año y sistema de enfriamiento, mientras que según Pommier y Houde, 1993; citados por Tood et al. (1999) (19), están además el estrés y la contaminación del alimento por micotoxinas.

Lo anterior indica que solamente una adecuada colaboración e interacción entre estos eslabones de la cadena, permitirá mejorar la situación referida a la presentación de la condición PSE, para lo cual se hace necesario en primer lugar establecer su grado de presentación en las canales de cerdo.

El objetivo de este estudio fue determinar la presentación de carne PSE, en canales de cerdo mediante las mediciones de pH a los 45 minutos y a las 24 horas post-mortem.

## METODOLOGÍA

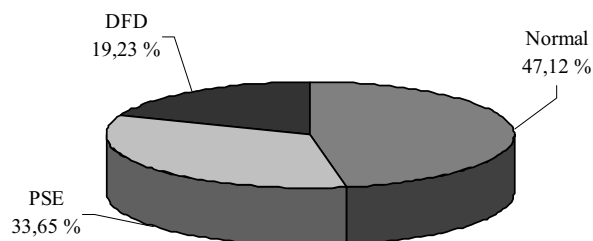
En una planta de sacrificio, se evaluaron 520 canales de cerdos provenientes de varias granjas comerciales, con el fin de determinar la presencia de la condición PSE. Las canales fueron evaluadas mediante mediciones de pH a los 45 minutos y a las 24 horas post-sacrificio con un pHmetro modelo IQ 200® (IQ Scientific Instruments) con sonda de silicio tipo ISFET, a nivel del jamón, específicamente en el músculo semimembranoso de todas las canales derechas. Los datos fueron colectados en formatos de campo y luego llevados a una hoja de calculo (Excel®), para ser exportados posteriormente al paquete estadístico.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la evaluación de la presencia de la condición PSE en las canales de cerdo, se empleó análisis unidimensional de proporciones para los estados de la carne PSE, DFD y Normal. Se comparó el porcentaje para cada estado mediante la prueba Z con un nivel de significancia del 1%, construyéndose intervalos de confiabilidad del 95% para cada estado de la carne en cada tiempo de medición del pH. Adicionalmente se empleó un análisis gráfico de índole circular.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 520 canales evaluadas, 175 presentaron pH 45 menor o igual a 5.8, lo que indica que el 33.65% de las canales están afectadas por la condición PSE, de la misma manera 245 canales (47.12%) presentaron un pH 45 normal, mientras que 100 de las canales (19.23%) denotan la presencia de la condición DFD al presentar un pH 45 mayor o igual a 6.3 (Véase figura 1).



**Figura 1.** Distribución porcentual para los estados de la carne según los niveles de pH 45

Estos resultados podrían indicar que los cerdos antes de ser sacrificados están siendo sometidos a algún tipo de situaciones que desencadenan problemas de estrés, lo cual está contribuyendo para que se afecten las canales a los 45 minutos post-mortem, alterando la calidad de la carne.

Al analizar el pH 24 de las 520 canales evaluadas, se observa que 354 presentaron niveles inferiores a 5.6, indicando que el 68% de las canales presenta la condición PSE a diferencia del 33.65% encontrado en las mediciones de pH realizadas a los 45 minutos post-mortem (Véase figura 2), lo que sugiere un aumento preocupante de dicha condición debido muy probablemente a problemas en el sistema de enfriamiento de las canales tal como lo reportan Offer (1991) y Fernandes et al. (1994), citados por Alvarado, 2002 (9) quienes han observado que canales con una declinación normal del pH pueden desarrollar carne PSE si son refrigeradas inapropiadamente, caso que aplicaría para las canales que presentaron un pH 45 normal, lo cual es también apoyado por Schutte et al. (1996), citado por Denaburski, 2001 (1) y por Velazco, 2001 (20) al afirmar que los diferentes sistemas de enfriamiento de las canales pueden aumentar la incidencia del PSE entre un 20 y un 40%.

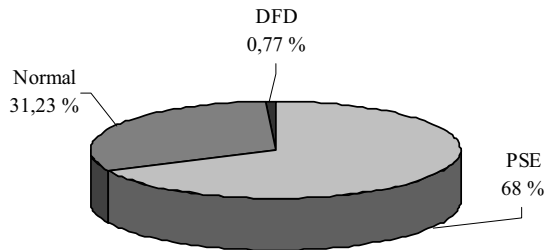


Figura 2. Distribución porcentual para los estados de la carne según los niveles de pH 24

Datos similares con respecto a la presentación de PSE son reportados por Grandin (2000) (21), quien afirma que en los Estados Unidos, en meses críticos y en animales muy nerviosos, la aparición de carne PSE puede llegar al 60%; mientras que según Kauffman (1993), citado por Denaburski, 2001 (1) el PSE se presenta en más de un 20% de todas las canales de cerdos de los EUA. Por su parte Benloch (1999), citado por Coma (2000) (17), en un estudio realizado en España encontró que el 25% de los jamones evaluados en una planta de sacrificio presentaron la condición PSE, y Fernández (2001) (12) en una investigación en Brasil, mediante el porcentaje de pH a la primera hora post-sacrificio, determinó que el 55 - 56% de las canales estudiadas presentó incidencia de carne PSE.

El pH 24, tal y como se observa en la figura 2, también nos permite ver como cambian las proporciones de los diferentes estados de la carne, disminuyendo apreciablemente el porcentaje de la carne DFD y en menor medida la carne normal, como consecuencia de un aumento importante de la carne PSE.

En las figuras 3, 4 y 5, se observa el porcentaje de cambio de los diferentes estados de la carne evaluados, al comparar las mediciones de pH a los 45 minutos y a las 24 horas post-mortem.

En primera instancia se analiza el cambio ocurrido en los porcentajes de carne que se encontraba en un estado normal a los 45 minutos (47.12%), y se observa como el 62.44 % de esta carne pasó al estado PSE, por su parte el 37.16% de la carne continuó normal y solo el 0.40% pasó al estado DFD (Véase figura 3). Esto corrobora lo anteriormente mencionado con respecto a que una gran cantidad de canales, a pesar de presentar un pH 45 adecuado, están experimentando una serie

de alteraciones durante el proceso de enfriamiento, lo cual está afectando el pH final con valores indicadores de carne PSE.

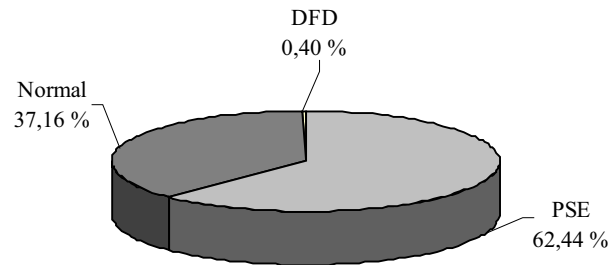


Figura 3. Porcentaje de cambio del estado normal a PSE, DFD y normal según los niveles de pH 45 y pH 24

En la figura 4, se observa claramente que un gran porcentaje de las canales que presentaron la condición PSE a los 45 minutos (94.85%) permanecen con su pH bajo manteniendo la alteración de la calidad de la carne. De otro lado también se observa que extrañamente el 0.58% de la carne PSE pasa al estado DFD y el 4.57% pasa al estado normal, de lo cual no se tienen reportes científicos que expliquen dicha situación. Sin embargo es de anotar que según lo reportado por Ordoñez et al, 1998 (14) es más importante el descenso del pH que ocurre en la primera hora post-mortem que el pH final (pH 24), ya que lo que determina la presentación de la carne PSE es la velocidad del descenso del pH; adicionalmente Carballo, 1991 (22), afirma que si el pH 45 es muy bajo, la carne es considerada PSE, además considera que a pesar de que a las 24 horas el pH 24 de los animales normales y de los PSE se igualan, las características de calidad ya están marcadas y son diferentes en ambos.

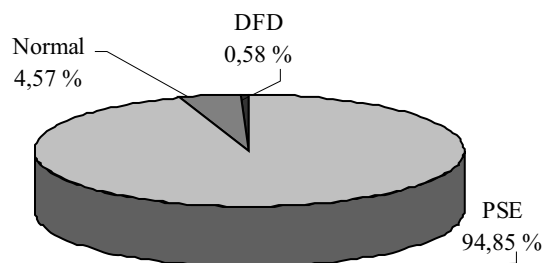


Figura 4. Porcentaje de cambio del estado PSE a DFD, Normal y PSE según los niveles de pH 45 y pH 24

Con base en lo anterior, se podría decir que el 4.57% de las canales de cerdo que presentaron un

pH final considerado normal, tienen alteraciones de calidad ya que su pH 45 fue característico de una carne PSE.

La figura 5 por su parte permite observar que un alto porcentaje de la carne (87%) pasó del estado DFD al estado PSE, el 11% pasó al estado Normal y solo el 2% continuó como carne DFD.

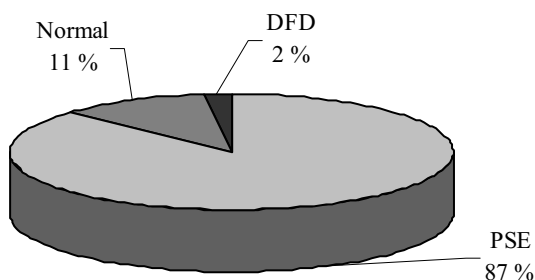


Figura 5. Porcentaje de cambio del estado DFD a PSE, Normal y DFD según los niveles de pH 45 y pH 24

Complementariamente en la figura 6, se puede observar más claramente el cambio porcentual presentado para los diferentes estados de la carne entre las mediciones de pH a los 45 minutos y a las 24 horas, notándose un significativo aumento de la condición PSE, una leve disminución para la carne normal y un considerable decrecimiento para la carne DFD, lo que tiene como consecuencia el aumento de la condición PSE a las 24 horas.

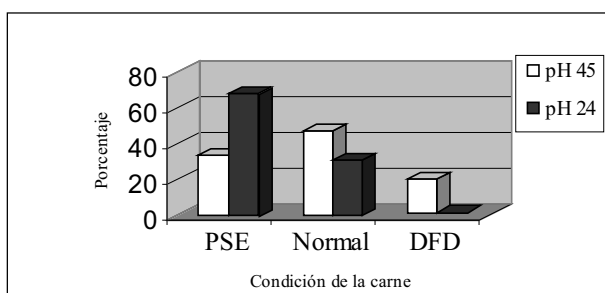


Figura 6. Comparación de los cambios del porcentaje de presentación de la condición según tiempo de medición de pH.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 1, teniendo en cuenta los intervalos de confianza, en el caso de la carne PSE determinada por las mediciones de pH 45, se puede inferir con un 95% de confiabilidad que la presentación de la condición bajo las actuales condiciones de manejo pre-sacrificio, se seguirá presentando entre el 29.5 y 37.7% de las canales; en lo que respecta a la carne Normal y a la carne DFD, se espera que sus valo-

res sigan oscilando entre el 42.8 y 51.4%, y entre el 15.8 y 22.6% respectivamente (P d» 0.01).

Tabla 1. Intervalos de confiabilidad al 95% para las mediciones de pH a los 45 minutos y a las 24 horas

Condición	Medición pH 45		Medición pH 24		P value
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	
PSE	(0.295, 0.377)		(0.639, 0.720)		≤ 0.01
Normal	(0.428, 0.514)		(0.27, 0.352)		≤ 0.01
DFD	(0.158, 0.226)		(0.00018, 0.015)		≤ 0.01

De la misma manera al observar los intervalos de confianza para los diferentes estados de la carne según las mediciones de pH 24, se infiere que para la carne PSE su incidencia va a oscilar entre el 63.9 y el 72% de las canales, para la carne normal sus valores estarán entre el 27 y el 35.2%, mientras que para la carne DFD su incidencia será muy baja presentándose sólo entre el 0.018 y el 1.5% de los casos con un 95% de confiabilidad.

De otro lado al analizar la diferencia de proporciones para los estados de la carne evaluados de forma independiente, con base en las mediciones de pH a los 45 minutos y su posterior valor a las 24 horas, se observa para el caso de la carne PSE (con un 95 % de confiabilidad) que esta tiende a aumentar entre el 27 y el 28% de los casos a las 24 horas con respecto a su incidencia a los 45 minutos. En el caso de la carne normal se puede inferir que ésta va a disminuir a una proporción del 10 al 21%, y la carne DFD disminuirá a las 24 horas oscilando entre el 15 y el 21% de los casos (Veáse tabla 2).

Tabla 2. Intervalo para la diferencia de proporciones entre pH 45 y pH 24

Condición	Límite inferior	Límite superior	P value
PSE	(0.27, 0.28)		≤ 0.01
Normal	(0.1, 0.21)		≤ 0.01
DFD	(0.15, 0.21)		≤ 0.01

Con base en la prueba de hipótesis realizada, se comprobó que existe diferencia altamente significativa (P d» 0.01) para los tres estados de la carne evaluados (PSE, normal y DFD) entre las mediciones de pH a los 45 minutos y a las 24 horas.

Es de anotar que datos similares a los encontrados en este estudio en lo referente a las proporciones de los diferentes estados de la carne fueron reportados por Murray (1998) (23), quien afirma que en una investigación de dos plantas de sacrificio encontró mayores frecuencias de carne PSE y DFD que de carne de cerdo Normal.

Finalmente es necesario someter a consideración que los reportes de investigaciones para determinar la presencia de la carne PSE en canales de cerdo, no expresan claramente si tienen en cuenta el pH 45, el pH 24 o ambos, y por tal razón en este estudio se hace el análisis de las dos mediciones de pH por separado, aunque se le da mayor énfasis al pH 45.

## CONCLUSIONES

Del análisis anterior se puede afirmar que en las canales de cerdo evaluadas se están presentando defectos que indudablemente están alterando la calidad de la carne y que el principal problema es la presentación de la condición PSE, la cual se está manifestando principalmente a las 24 horas post-mortem, sin embargo se hace necesario realizar un seguimiento más detallado de las variables que pueden estar involucradas en el origen del problema tanto en el manejo pre-sacrificio como en el manejo post-sacrificio, tal como lo reportan Nanni (2002) (18) y Alvarez (2002) (11), quienes afirman que son muchas las variables asociadas con la condición PSE (genética, sexo, peso, edad, grasa dorsal, ayuno, estación del año, tiempo de transporte, densidad, temperatura y humedad relativa, reposo, aturdimiento y sistema de frío para las canales).

El análisis de estas variables y su asociación entre sí, podría dar elementos que permitirían disminuir al máximo la presentación de dicha condición y por lo tanto contribuir a mejorar la calidad de la carne de cerdo, no sólo para el beneficio de la población humana, sino también para contribuir al bienestar animal. Lo anterior sugiere, por lo tanto, que investigaciones en este aspecto deberían realizarse.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan los más sinceros agradecimientos a todo el personal de la empresa que colaboró con la realización de esta investigación y al Doctor Alberto Botero Gutiérrez por su permanente colaboración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Denaburski, J., "et al" (2001) Causas más importantes y sistemas de prevención de casos de carne porcina defectuosa tipo PSE. Anaporc Revista de porcicultura N° 217 Año XXI - diciembre. pp 35 - 43.
- Ellis, M., Mckeith, F. (1993) Factors Affecting the Eating Quality of Pork. HOLLIS, G.R. Growth of the pig. CAB INTERNATIONAL. pp 215 - 238.
- Velazco, J. (2000) Problemas de Calidad en el Sacrificio de Porcinos. Carnetec Marzo - Abril. pp 22 - 25.
- Velazco, J. (2000) Resolviendo problemas de enfriamiento de canales. Carnetec Julio - Agosto. pp 32 - 35.
- Velazco, J. (2001) Prevención de PSE en carne de cerdo. Carnetec Noviembre - Diciembre. pp 28 - 34.
- Alvarado, C. (2002) Current issues in the poultry industry: meat quality and moisture retention. Nutritional Biotechnology in the feed and food Industries. Proceedings of Alltech's Eighteenth Annual Symposium. Edited by TP Lyons and KA Jacques. Nottingham UK. p. 13 - 20.
- Pond, W., Haner, J., Harris, D. (1991) Pork as Human Food. Pork Production systems Efficient use of Swine and Feed Resources. Van Nostrand Reinhold, New York, pp 21- 41
- Warriss, P. (1995) Métodos para evaluar la calidad de la carne de cerdo. Carnetec Septiembre. pp 18 - 24.
- Alvarado, C. Aspectos actuales en la industria avícola. En: Ciencia y Tecnología en Nutrición Animal [on line]. <URL: <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/alltech-notas.asp?valor=138>>. Consulta Noviembre 6 de 2002.
- Velazco, J. (2001) Aspectos importantes en la medición del pH. Carnetec Julio - Agosto. pp 48 - 51.
- Álvarez, C., Torre, A. [yago@inode.es]. La conductividad eléctrica como sistema de detección de carnes de baja calidad en el proceso de elaboración de jamón cocido. <URL: <http://www.inode.es/~yago/entrada.html>>. Consulta enero 25 de 2003.
- Fernández, R.A., «et al» (2003) Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento. < URL: <http://www.comciencia.br/teccarnes/pdf/sobral/.pdf>. Consulta octubre 4.
- Gerrard, D.E. (2003) Pork Quality: Beyond the Stress Gene [on line]. <URL: <http://www.google.com>>. En memoria caché. Consulta febrero 10.
- Ordoñez, P., "et al" (1998) Características generales de la carne y componentes fundamentales. Tecnología de los alimentos Vol II (alimentos de origen animal) (Ed) síntesis S.A Madrid - España. Capítulo 7. pp 169 - 186
- Fabregas, E., Velarde, A., Diestre, A. (2002) El bienestar animal durante el transporte y sacrificio como criterio de calidad. [on line]. <URL: <http://www.irta.es/xarxatem/diestre-cas.htm>>. Consulta enero 6.
- English, P., "et al" (1992) Crecimiento y Finalización del Cerdo. (Ed) El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F. 512 p.
- Coma, J., Piquer, J. (2000) Calidad de carne en Porcinos: Efecto de la Nutrición. En: XV curso de Especialización Avances en Nutrición y alimentación animal.
- Nanni, C., "et al" (2002) Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. Meat Science 61 : 41 - 47.
- Todd, M.B., "et al" (1999) The Effect of Cyclopiazonic Acid on the Development of pale, soft, and exudative Pork from Pigs of Defined Malignant Hyperthermia Genotype. J. Anim Sci. 77: 166 - 172.
- Velazco, J. (1997) El enfriamiento Ultrarrápido de Canales de Cerdo. Carnetec Julio - Agosto. pp 16 - 18.
- Grandin, T. (2000) Guía para resolver problemas usuales en el manejo de los animales. Meat & Poultry [on line]. marzo de 2000. traducido por Marcos Giménez Zapiola. Consulta enero 25.
- Carballo, B., López, D. (1991) Manual de Bioquímica y Tecnología de la carne. Madrid (España): A. MADRID VICENTE EDICIONES. 171 p.
- Murray, A., Johnson, C. (1998) Impact of the halotane gene on muscle quality and pre - slaughter deaths in Western Canadian Pigs. Can. J. Anim Sci. 78 (4) : 543 - 548.

Fecha de Recibo: Enero 25 de 2005

Fecha de Aceptación: Febrero 22 de 2005