

# **EFFECTO DE LA INMUNOCASTRACIÓN DE CERDOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE CANAL Y CARNE, LOS NIVELES DE ANDROSTENONA Y ESCATOL Y LA COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS**

Maria Font i Furnols, José Antonio García-Regueiro, Isabel Díaz, Maria Hortós, A. Velarde, M. Àngels Oliver y Marina Gispert  
IRTA-Tecnologia dels Aliments, Granja Camps i Armet, Monells, Girona.

## **Introducción**

El olor sexual es un defecto sensorial que afecta a la carne de cerdo procedente de machos enteros. Esta producido principalmente por dos compuestos: la androstenona (5 $\alpha$ -androst-16-en-3-one), que es una hormona esteroide que se produce en las células de Leydig de los testículos que tiene olor a orina (almizcle) (Patterson, 1968), y el escatol (3-metilindol), que es un producto de la degradación anaeróbica intestinal del triptófano con olor fecal (Vold, 1970 y Walstra y Maarse, 1970). Los niveles de androstenona dependen principalmente de la madurez sexual y la genética del animal y los niveles de escatol de la alimentación y el manejo de los animales (Bonneau et al., 1979; Forland et al., 1980; Claus et al., 1994; Aldal et al., 2005).

La manera más utilizada para evitar el olor sexual es la castración de los cerdos machos. En Europa aproximadamente 94 millones de cerdos se castran quirúrgicamente, que representan el 77% de la los machos enteros. Actualmente, la castración de los animales se realiza quirúrgicamente sin anestesia en la mayoría de los países europeos donde se efectúa esta práctica, excepto en Noruega que está prohibido por ley y donde se requiere que los cerdos se anestesien previamente (Frederiksen et al., 2009). Recientemente la UE ha aprobado la inmunocastración de los cerdos machos mediante administración de la vacuna Improvac®, aunque todavía no se utiliza como una práctica ordinaria a pesar de que la castración quirúrgica sin anestesia afecta de manera negativa al bienestar animal (EFSA, 2004; Thun et al., 2006). No obstante, la inmunocastración sí se ha extendido como una práctica habitual en países donde la administración de la vacuna fue aprobada hace tiempo, como Australia, Brasil, México y Nueva Zelanda entre otros. La vacuna consiste en la estimulación de la producción de anticuerpos que neutralizan el factor liberador de las gonadotropinas (GnRF), que es el responsable de regular la

función testicular a nivel de hipotálamo. La inmunización se realiza mediante la aplicación de dos dosis, que provoca una supresión de la producción de esteroides como la testosterona y la androstenona, y una disminución de su concentración, además de una reducción del tamaño de los testículos (Dunshea et al., 2001; Jaros et al., 2005; McCauly et al., 2003; Zamaratskaia et al., 2008).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del sexo (machos castrados, machos inmunocastrados, hembras y machos enteros) sobre la calidad de la canal y de la carne, los niveles de los compuestos responsables del olor sexual y la composición en ácidos grasos.

## **Materiales y métodos**

### ***Animales***

Se evaluaron un total de 118 animales del cruce Pi x (LR x DU) de los cuales 23 eran machos castrados (MC), 24 hembras (HE), 35 machos enteros (ME) y 36 machos inmunocastrados (MI). Los animales se engordaron en la Estación Experimental del IRTA en Monells y se sacrificaron en el matadero experimental del IRTA situado a 300 metros de la estación. El peso en vivo de los animales se obtuvo el mismo día del sacrificio antes de ser transportados en ayuno al matadero. Los animales se sacrificaron en 5 días distintos (24 animales por día) después de una espera de 1 a 3 horas mediante un procedimiento de mínimo estrés y sin mezclar los animales procedentes de diferentes corralinas y cuadras de espera. El método de anestesia utilizado fue gas CO<sub>2</sub> a una concentración del 85%.

### ***Calidad de la canal y tamaño de los testículos***

El mismo día del sacrificio se separaron los testículos de los cerdos ME y MI con el epidídimo del resto del aparato reproductor. Se registró el peso y la longitud de cada testículo por separado.

Las canales de todos los animales, previamente evisceradas y partidas por la mitad, se pesaron sin grasa pélvica-renal, riñón ni diafragma (según presentación estándar de la UE) dentro de los 45 min *post-mortem*. También se registró el peso de la grasa pélvica-renal.

Además, el mismo día del sacrificio en la media canal izquierda se tomaron las siguientes medidas de calidad:

- Espesor de grasa dorsal (LR3/4FOM) y de músculo (MFOM) medido a 6 cm. de la línea media y en el espacio intercostal entre la 3ª y 4ª costilla contando a partir de la última mediante el Fat-o-Meat'er (FOM).
- Porcentaje estimado de carne magra de la canal calculado según la ecuación oficial española para el FOM (Gispert y Diestre, 1994):

$$\% \text{ MAGRO FOM} = 61.56 - 0.878 \cdot \text{LR3/4FOM} + 0.157 \cdot \text{MFOM}$$

- Espesor de grasa y piel (mm) en la posición caudal de la última costilla (GDUC) tomada con regleta en la línea media.

El día siguiente del sacrificio las canales se despiezaron en 12 cortes según el método de referencia de la UE (Walstra y Merkus, 1995) y se realizó la separación de la grasa subcutánea del costillar, la disección del jamón (separación de la grasa subcutánea y piel, grasa intermuscular, hueso y magro) y el pesado de las piezas restantes.

### ***Calidad de la carne***

A los 45 min *post-mortem*, se midió el pH de la carne con un pH-metro portátil y sonda de Xerolyt, en el músculo *longissimus thoracis* (pH45LT) a nivel de la última costilla

A las 24 h *post-mortem* se midió el pH último (pHuLT) y la conductividad eléctrica (CEuLT) en el músculo *longissimus thoracis* a nivel de la última costilla.

La medida del color (luminosidad o tendencia al blanco) se realizó en un corte transversal del músculo *longissimus thoracis* a nivel de la última costilla mediante el Colorímetro Minolta CR-200.

Una muestra de músculo *semimembranosus* se envasó al vacío y congeló a -20°C para la determinación posterior del contenido en grasa intramuscular mediante el NIT (*Near Infrared Transmittance*, Infratec, 1265 TECATOR).

### ***Compuestos responsables del olor sexual***

La determinación de los compuestos relacionados con el olor sexual, androstenona y escatol, se efectuó por duplicado en muestras de grasa subcutánea de la zona del cuello. El contenido de androstenona y escatol se determinó según los métodos descritos por Rius, Hortós y García-Regueiro (2005) y García-Regueiro y Rius (1998).

### ***Composición en ácidos grasos***

La composición en ácidos grasos de cerdos ME, MC y MI se determinó en muestras de la grasa subcutánea que cubre el músculo *Gluteus Medius*. La determinación se efectuó mediante un cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama (FID). Los FAMES se separaron en una columna BP-70 (SGE, Australia) (25m x 0,25mm df 0,25µm) con un programa de temperatura 150°C (1 minuto) a 4°C/minuto hasta 230°C durante 5 minutos. El modo de inyección fue Split (1:40).

### ***Análisis estadístico***

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Se aplicó el procedimiento GLM para la comparación de los sexos (ME, HE, MC, MI), siendo el sexo estudiado (MC, ME, MI y HE) como un efecto fijo. En el análisis de los parámetros de canal y carne se consideró el efecto día de sacrificio de los animales como efecto de bloqueo. Los valores en la comparación de medias se expresan por medias por mínimos cuadrados y el Test aplicado fue el de Tukey.

## **Resultados y discusión**

### ***Características de los órganos sexuales de los machos enteros e inmunocastrados***

El ensayo se planteó utilizando animales con una misma edad de sacrificio, lo que llevó consigo unos pesos diferenciados para los distintos grupos evaluados.

En la Figura 1 se observa una reducción significativa de más del 50% tanto del peso de los testículos (a) como de su porcentaje respecto al peso de la canal, (b) cuando se comparan los animales MI y ME. El peso de los dos testículos fue de 733 vs 314 g (Figura 1a) i la relación porcentual entre su peso y el peso de la canal de 0,82 vs 0,32 (Figura 1b) para ME y MI, respectivamente. Estos resultados muestran la importante reducción testicular que se produce al tratar los machos con Improvac. Jaros *et al.* (2005), comparando machos enteros y machos castrados inmunológicamente sacrificados a una misma edad (24-26 semanas) , también observaron diferencias estadísticamente significativas en relación al peso de los testículos.

### ***Características de la calidad de la canal***

En la Tabla 1 se presentan las medias por mínimos cuadrados de los parámetros de calidad de la canal evaluados. Los animales castrados quirúrgicamente (MC) y los inmunocastrados (MI), tuvieron un peso vivo al sacrificio y, consecuentemente, un peso y rendimiento de la canal estadísticamente superior ( $p < 0,05$ ) al de los machos enteros (ME) y las hembras (HE). Las diferencias en el peso de los animales evaluados condicionaron los resultados sobre las características de la canal, ya que en todas las variables de calidad de la canal evaluadas se observa un efecto significativo del sexo de los animales.

Los animales MC y MI fueron más grasos que los ME y las HE, presentando un mayor espesor de grasa tanto a nivel de la última costilla (GDUC) como en el espacio intercostal de la 3ª y 4ª costillas (LR3/4FOM). Las HE fueron significativamente más grasas que los machos enteros a nivel de la última costilla (GDUC), pero no se manifestaron diferencias significativas entre el espesor de grasa del espacio intercostal LR3/4FOM. Las diferencias observadas estuvieron ocasionadas probablemente por el mayor peso que presentaron las canales de los animales MI y MC respecto de las HE, aproximadamente 10 kg. Por otra parte, las HE tuvieron un mayor espesor de músculo que los machos enteros tal y como era de esperar. Dunshea *et al.* (2001) encontraron que los animales MI eran intermedios en espesores de grasa entre los castrados y los machos enteros con placebo. Sin embargo el espesor de músculo (MFOM) de los MC, MI y HE no difirió significativamente. No se encontraron diferencias significativas entre ME y MI por lo que respecta al porcentaje de magro, aunque Jaros *et al.* (2005) sí que encontró que los MI tenían un porcentaje de magro superior al de los MC. El porcentaje de magro de los ME y las HE fue más alto que el de los MC y MI.

El efecto del sexo sobre el peso de los diferentes cortes de la canal se presenta en la Tabla 2. Se puede observar que el sexo de los animales tuvo un efecto significativo en todas las variables. El peso del jamón, la panceta, la grasa dorsal del lomo y el lomo desgrasado de los MC y MI fue superior al de los ME y las HE. Sin embargo, el peso de la espalda fue inferior en los MI y las HE respecto a los MC y ME.

La comparación a un mismo peso de sacrificio de los resultados correspondientes a los MC y MI mostró diferencias significativas en el peso de la grasa pélvico-renal, el lomo y la espalda, siendo los dos primeros superiores y el tercero (espalda) inferior en MC.

### ***Características de calidad de la carne***

En Tabla 3, se observan los parámetros de calidad de carne evaluados para los diferentes sexos. Se puede observar que existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en la Luminosidad ( $L^*$ Minolta) del músculo, y en el veteadado determinado con la técnica NIT. El resto de variables no mostró diferencias significativas con respecto al sexo de los animales estudiados. El color ( $L^*$ ), aunque ligeramente más claro en los MC y MI en relación a los machos enteros ( $P < 0,05$ ), presentó en todos los casos valores considerados normales para la carne de lomo. El porcentaje de grasa intramuscular del músculo SM fue superior en los MC (2,47%) respecto a las HE y ME (1,72 y 1,84% respectivamente). Los MI tuvieron un contenido en grasa intramuscular intermedio, que no fue significativamente ( $P > 0,05$ ) diferente a ningún otro sexo estudiado. Las diferencias observadas en el contenido de grasa intramuscular del músculo SM de los animales MC y MI son de gran interés, porque para obtener carne fresca y productos curados de calidad es importante asegurar un nivel adecuado de grasa intramuscular si se quiere conseguir una buena calidad sensorial y una mejor aceptabilidad de los consumidores.

Los resultados concuerdan con los presentados por Zamaratskaia et al (2008) y Pauly et al. (2009) que tampoco encontraron diferencias significativas en las características de calidad de carne entre MC y MI.

### ***Niveles de androstenona i escatol***

El porcentaje de animales clasificados según la concentración de androstenona y escatol para cada uno de los cuatro sexos estudiados se presenta en las Figuras 2 y 3, respectivamente.

Únicamente la grasa de los cerdos ME presentó concentraciones de androstenona superiores a  $0,5 \mu\text{g/g}$ , que es la concentración que se corresponde con el umbral de olfacción (medio) de este compuesto. En el caso de los machos enteros 20 animales presentaron concentraciones superiores o iguales a  $0,5 \mu\text{g/g}$  de un total de 36 animales. De estos sólo dos mostraron una concentración de  $0,5 \mu\text{g/g}$ , mientras que el resto superó este valor. Los valores superiores a  $1,0 \mu\text{g/g}$  se han relacionado con un alto rechazo de los consumidores, y estas concentraciones solamente se han encontrado en ME.

Por lo que respecta a las concentraciones de escatol, sólo 3 animales de un total de 36 ME presentaron concentraciones medias de este compuesto, o sea superiores a  $0,1 \mu\text{g/g}$  pero inferiores a  $0,2 \mu\text{g/g}$ . En los otros sexos estudiados sólo dos animales presentaron

concentraciones de 0,04 µg/g, un animal MI y otro MC. Sin embargo estas concentraciones son inferiores al umbral de olfacción.

Es difícil comparar los valores obtenidos con los de otros trabajos debido a diferencias en las metodologías analíticas utilizadas, ya sea por la selectividad de la técnica o el método de extracción. Sin embargo en otros trabajos se han encontrado algunos animales MI con niveles de androstenona medios y altos. Así Jaros et al. (2005) encontraron 2 de 270 animales con niveles altos (superiores a 1 µg/g), Dunshea et al. (2001) encontraron un 3% de MI con niveles medios de androstenona (entre 0,5 y 1 µg/g) y Pauly et al. (2009) encontraron un animal MI con un nivel bajo de androstenona aunque detectable (0,3 µg/g).

### ***Composición de ácidos grasos***

El porcentaje en ácidos grasos y las diferencias significativas observadas de los grupos de animales estudiados (MC, MI y HE) se presentan en la Figura 4.

Los MC y los MI mostraron en general más similitudes entre ellos que con los machos enteros. Los ácidos grasos saturados mayoritarios son el mirístico, el palmítico y el esteárico. Dichos ácidos grasos están relacionados con la consistencia de la grasa. Los MC y los MI presentaron una grasa más saturada que la grasa de los ME, lo cual indica que MC y MI, pueden tener una grasa más consistente. Sin embargo, Pauly et al. (2009) encontraron diferencias entre MC y IM en las concentraciones de ácidos grasos saturados, siendo ésta superior en los primeros.

Los ácidos grasos monoinsaturados evaluados fueron: hexadecenoico C 16:1 (n-9), palmitoleico, heptadecenoico, oleico, octadecenoico C 18:1 (n-7) y gadoleico C 20:1 (n-9). Los MC presentaron la mayor concentración de este tipo de ácidos grasos, seguidos de los MI y finalmente los ME. En el citado trabajo de Pauly et al. (2009) no se encontraron diferencias entre sexos en lo que respecta al contenido en ácidos grasos monoinsaturados.

Los ácidos grasos poliinsaturados son el linoleico (C18:2 (n-6)), el α-linolénico (C 18:3 (n-3)), el eicosadienoico (C 20:2 (n-6)), el araquidónico (C 20:4 (n-6)) y el eicosatrienoico (C 20:3 (n-3)). El porcentaje de los ácidos grasos poliinsaturados, presentó diferencias significativas en los tres casos, los MI mostraron un valor intermedio, frente a los MC (un valor más bajo) y los ME (el valor más alto). Es

importante controlar este parámetro, ya que los ácidos grasos poliinsaturados son muy susceptibles a la oxidación.

La relación entre ácidos grasos poliinsaturados y saturados presentó la misma tendencia que la concentración de ácidos grasos poliinsaturados, o sea, fue superior en los ME seguido de los MI y finalmente los MC.

## **Conclusiones**

El sexo de los animales ha afectado de forma significativa las características de las canales, la grasa intramuscular del músculo SM del jamón, los niveles de androstenona y escatol de la grasa dorsal y la composición en ácidos grasos. Sin embargo, hay que resaltar que no ha afectado de forma importante las variables de calidad de carne (pH y color).

Los MC y los MI han sido los que han tenido las canales más grasas, con menor porcentaje de magro y mayor contenido en grasa intramuscular.

La vacunación con Improvac® ha reducido los niveles de androstenona y escatol a niveles por debajo de los detectables, similares a los de los machos castrados quirúrgicamente y muy inferiores a los niveles que presentaron los machos enteros.

La inmunocastración ha aumentado el contenido en ácidos grasos saturados de la grasa de los cerdos que recibieron la vacuna respecto a los machos enteros, y los ha situado al mismo nivel que los machos castrados quirúrgicamente. Asimismo la inmunocastración ha aumentado el contenido en ácidos grasos monoinsaturados y reducido el de los poliinsaturados respecto al de los machos enteros, situando a los inmunocastrados en un nivel intermedio entre enteros y castrados quirúrgicamente.

## **6.- BIBLIOGRAFÍA**

Aldal, Ø. Andresen, A.K. Egeli, J.E. Haugen, A. GrØdum and O. Fjetland, J.L.H. Eikaas (2005) Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars, *Livestock Production Science*, 95: 121–129

Bonneau, M., Desmoulin, B., Dumont, B.L. (1979). Qualités organoleptiques de viandes de porcs mâles entiers ou castrés: composition des graisses et odeurs sexuelles chez les races hypermusclées. *Annales de Zootechnie*, 28(I): 53-72.

- Claus, R., Weiler, U., Herzog, A. (1994). Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar: A review with experimental data. *Meat Science*, 38, 239–305.
- Dunshea, F.R., Colantoni, C., Howard, K., McCauley, I., Jackson, P., Long, K.A., Lopaticki, S., Nugent, E.A., Simons, J.A., Walker, J., Hennessy, D.P. (2001). Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, 79: 2524-2535.
- FØrland, D.M., Lundström, K., Andresen, Ø.(1980) Relationship between androstenone content in fat, intensity of boar taint and size of accessory sex glands in boars, *Nordisk Veterinaemedicin* 32 (5): 201–206.
- Frederiksen, B., Font i Furnols, M., Lundström, K., Migdal, W., Prunier, A., Tuytens, F.A.M., Bonneau, M. (2009). Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3 (11): 1480-1487.
- García Regueiro, J. A., Rius, M. A. (1998). Rapid determination of skatole and indole in pig back fat by normal-phase liquid chromatography. *J. Chromatogr. A*, 809: 246
- Gispert, M., Diestre, A. (1994). Classement des carcasses de porc en Espagne: Un pas vers l'harmonization communautaire. *Techniporc*, 17 : 29–32.
- Jaros, P., Bürgi, E., Stärk, K.D.C., Claus, R., Hennessy, D., Thun, R. (2005). Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livestock Production Science*, 92: 31- 38.
- McCauley, I., Watt, M. M., Suster, D., Kerton, D. J., Oliver, W. T., Harrell, R., J., Dunshea, F.R. (2003). A GnRF vaccine (Improvac\_) and porcine somatotropin (Reporcin\_) have synergistic effects upon growth performance in both boars and gilts. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54: 11–20.
- Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J.V., Ampuero Kragten, S., Bee, G. (2009). Growth performance, carcass characteristics and meat quality in group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac ®) and entire male and individually penned entire male pigs. *Animal*, 3(7):1057-1066.

- Patterson, R. L. S. (1968).  $5\alpha$ -androst-16-ene-3-one: compound responsible for taint in boar fat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19: 31
- Rius, M. A., Hortós, M., García-Regueiro, J.A. (2005). Influence of volatile compounds on the development of off-flavours in pig back fat samples classified with boar taint by a test panel. *Meat Science*, 71(4), 595-602.
- Thun, R., Gajewski, Z., Janett (2006). Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 57 (suppl. 8): 189-194.
- Vold, E. (1970) Report No. 238. Institute of Animal Genetics and Breeding, N.L.H. Vollaek, Norway.
- Walstra, P., Maarse, H. (1970). IVO-Rapport No. 2. Researchgroep Vlees en Vleeswaren TNO, Zeist
- Walstra, P. & Merkus, G. S. M. (1995). Procedure for the assessment of lean meat percentage as a consequence of the New EU reference dissection method in pig carcass classification. DLO\_Research Institute of Animal Science and Health (IDLO), Zeist, The Netherlands.
- Zamaratskaia G., Andersson H.K., Chen G., Andersson K., Madej A., Lundström K. (2008). Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac<sup>TM</sup>) on steroid hormones, boar taint and performance in entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(3):351-359.

Tabla 1: Efecto del sexo en las variables de calidad de canal.

	MC	MI	ME	HE	Sig.
Peso vivo (kg)	120,96 <sup>a</sup>	123,77 <sup>a</sup>	111,64 <sup>b</sup>	107,92 <sup>b</sup>	***
Peso Canal (kg)	97,68 <sup>a</sup>	97,09 <sup>a</sup>	89,08 <sup>b</sup>	87,41 <sup>b</sup>	***
Rendimiento (%)	80,76 <sup>a</sup>	78,65 <sup>c</sup>	79,81 <sup>b</sup>	81,02 <sup>a</sup>	***
GDUC (mm)	27,35 <sup>a</sup>	25,17 <sup>a</sup>	18,81 <sup>c</sup>	22,74 <sup>b</sup>	***
LR3/4 FOM (mm)	20,47 <sup>a</sup>	19,68 <sup>a</sup>	15,21 <sup>b</sup>	16,06 <sup>b</sup>	***
MFOM (mm)	60,26 <sup>a</sup>	59,72 <sup>a</sup>	56,64 <sup>b</sup>	60,09 <sup>a</sup>	**
% Magro FOM	53,05 <sup>b</sup>	53,66 <sup>b</sup>	57,10 <sup>a</sup>	56,89 <sup>a</sup>	***

GDUC: medidas de espesor de grasa con regleta LR3/4 FOM y MFOM: Mediciones realizadas con el Fat-o-Meat'er

\*\*\*: P<0.001, \*\*: P<0.01

Tabla 2: Efecto del sexo sobre el peso de los cortes de la canal (g).

	MC	MI	ME	HE	Sig.
GPR	1049,87 <sup>a</sup>	821,82 <sup>b</sup>	551,56 <sup>c</sup>	715,60 <sup>b</sup>	***
JAMÓN	11976,12 <sup>a</sup>	11831,61 <sup>a</sup>	10787,02 <sup>b</sup>	10704,88 <sup>b</sup>	***
LOMO	9123,08 <sup>a</sup>	8699,10 <sup>b</sup>	7640,86 <sup>c</sup>	7827,72 <sup>c</sup>	***
GS LOMO	2709,26 <sup>a</sup>	2395,71 <sup>a</sup>	1644,99 <sup>b</sup>	1848,26 <sup>b</sup>	***
LOMO DESGR.	6413,82 <sup>a</sup>	6303,39 <sup>a</sup>	5995,88 <sup>b</sup>	5979,46 <sup>b</sup>	***
ESPALDA	6542,03 <sup>ab</sup>	6659,01 <sup>c</sup>	6263,76 <sup>b</sup>	5875,27 <sup>c</sup>	***
PANCETA	4196,00 <sup>a</sup>	4188,16 <sup>a</sup>	3599,40 <sup>b</sup>	3685,05 <sup>b</sup>	***

\*GPR= Grasa Pélvica Renal

\*\*\*: P<0.001

Tabla 3: Efecto del sexo en las variables de calidad de la carne.

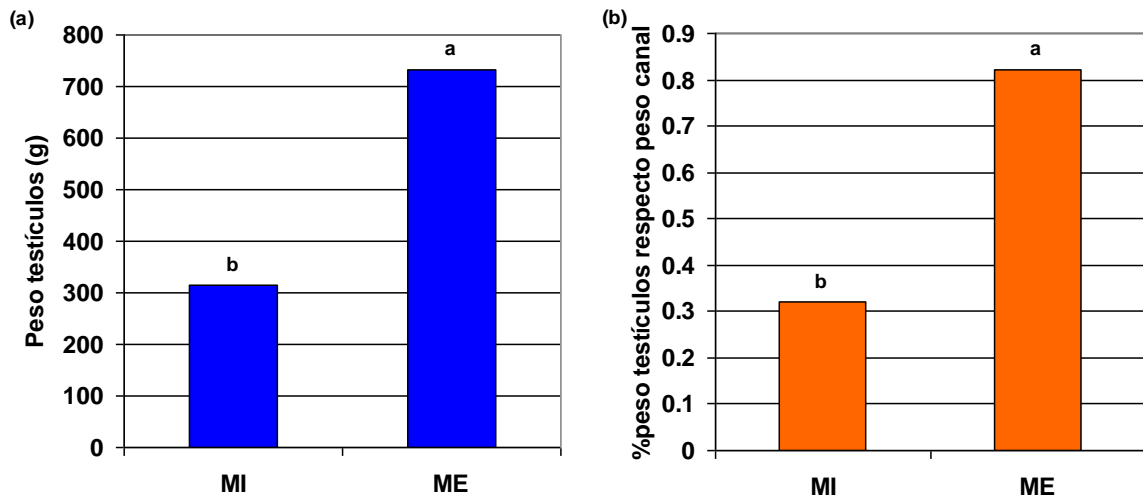
	MC	MI	ME	HE	Sig. sexo
pH45LT	6,29	6,27	6,26	6,25	NS
pHuLT	5,49	5,47	5,49	5,47	NS
CEuLT (mS)	4,49	4,69	4,35	4,51	NS
L* MINOLTA	48,62 <sup>a</sup>	48,84 <sup>a</sup>	47,02 <sup>b</sup>	47,89 <sup>ab</sup>	***
GRIN SM (%)	2,47 <sup>a</sup>	2,07 <sup>ab</sup>	1,84 <sup>b</sup>	1,72 <sup>b</sup>	***

LT: *Longissimus Thoracis*; SM: *Semimembranosus*

CE: Conductividad eléctrica; L\*: Luminosidad; GRIN: Grasa Intramuscular.

\*\*\*: P<0.001; NS: no significativo (P>0.05)

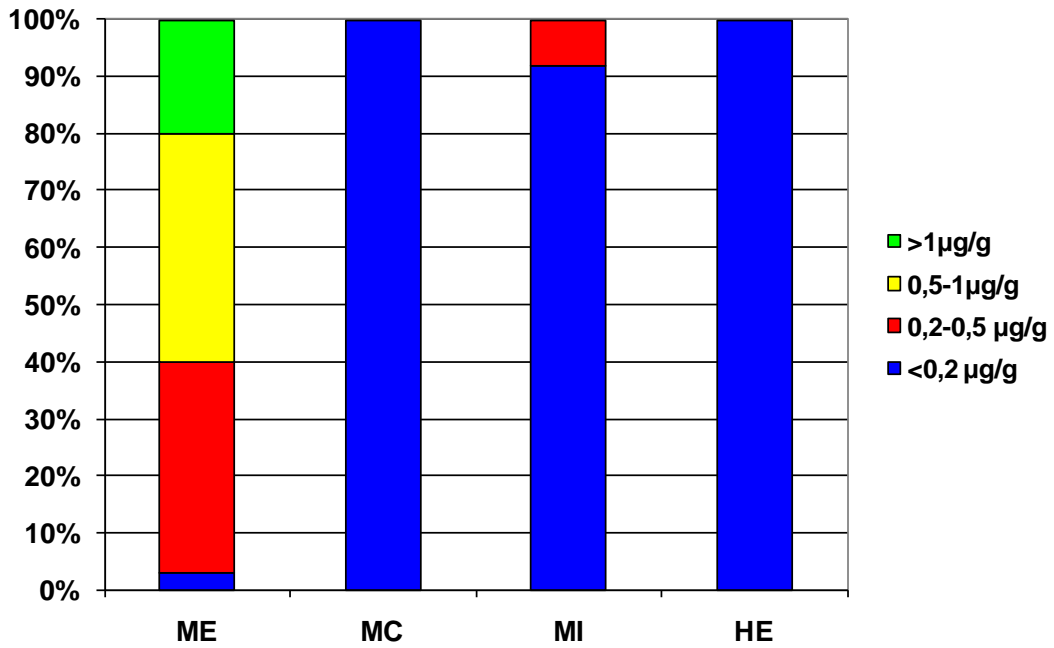
Figura 1: Peso de los testículos y relación entre peso de los testículos y peso de la canal según el sexo<sup>+</sup>



<sup>+</sup>MI= machos inmunocastrados; ME: machos enteros

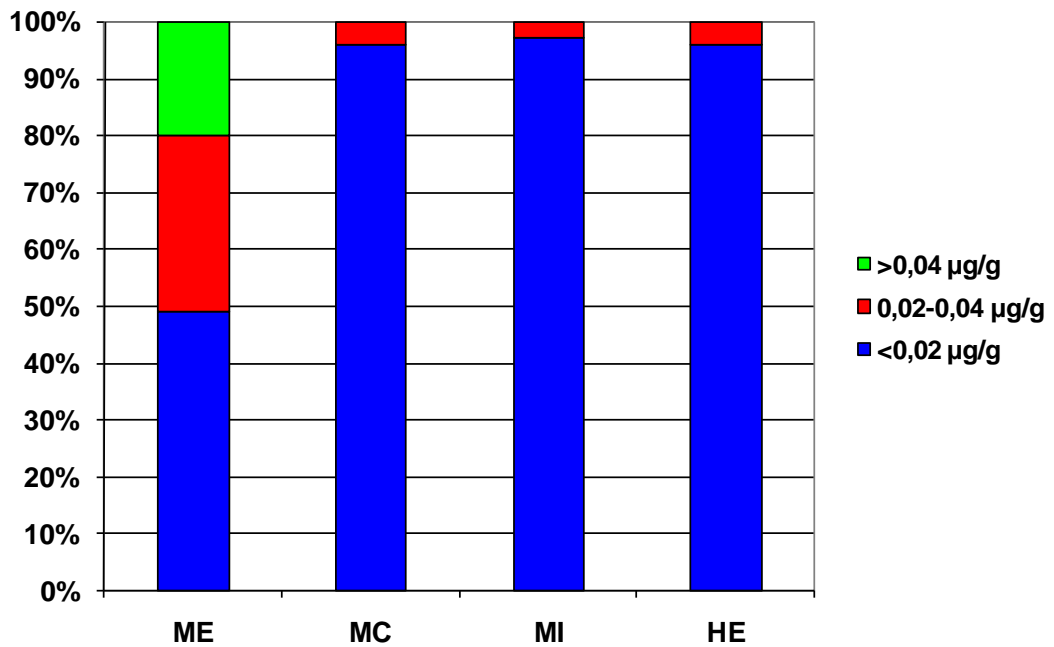
Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0.001)

Figura 2: Niveles de androstenona según el sexo<sup>+</sup>.



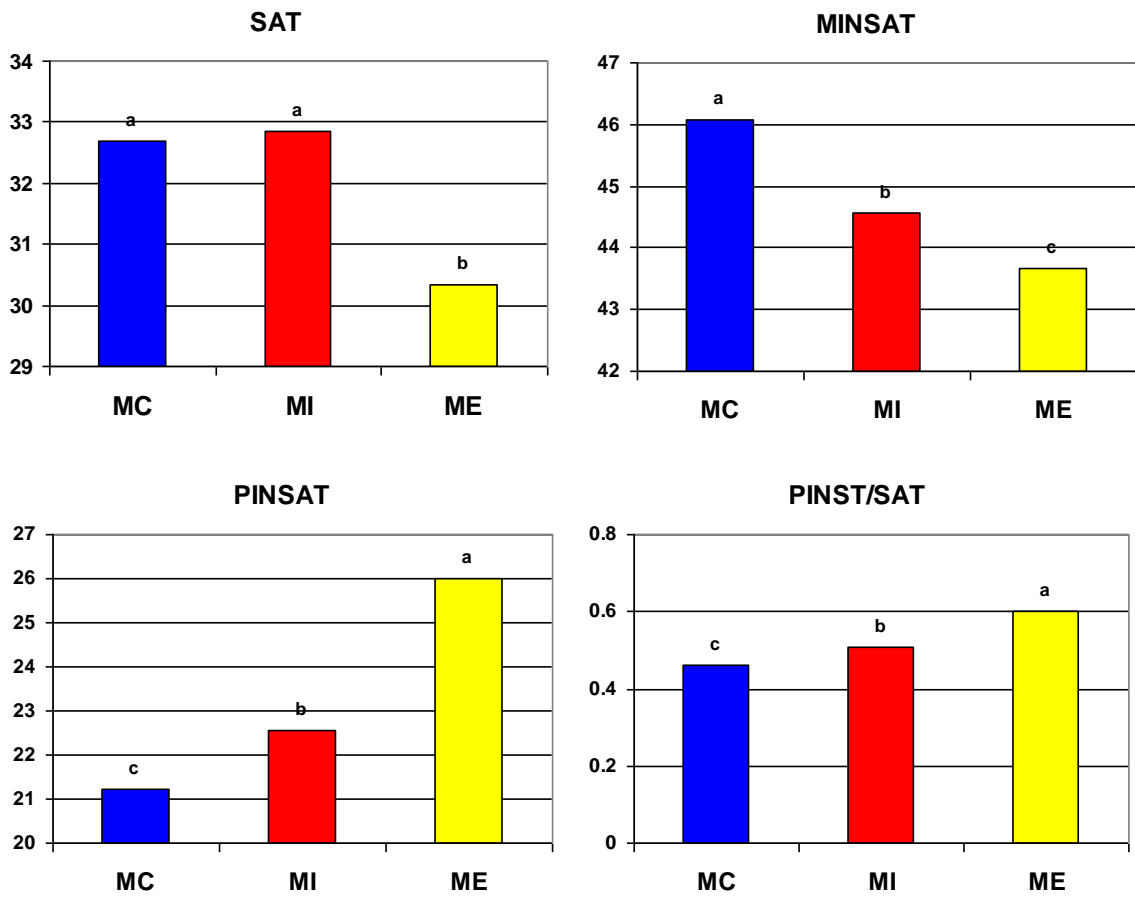
<sup>+</sup>ME: machos enteros; MC: machos castrados; MI= machos inmunocastrados; HE: hembras

Figura 3: Niveles de escatol según el sexo<sup>+</sup>.



<sup>+</sup>ME: machos enteros; MC: machos castrados; MI= machos inmunocastrados; HE: hembras

Figura 4: Composición en ácidos grasos según el sexo<sup>+</sup>.



<sup>+</sup>ME: machos enteros; MC: machos castrados; MI= machos inmunocastrados; HE: hembras

Saturados: mirístico, palmítico, heptadecanoico y esteárico.; Monoinsaturados: hexadecenoico C 16:1 (n-9), palmitoleico, heptadecenoico, oleico, octadecenoico C 18:1 (n-7) y gadoleico.; Poliinsaturados: linoleico, linolénico, eicosadienoico, araquidónico y eicosatrienoico.