

NUEVAS PERSPECTIVAS EN LA MANIPULACIÓN HORMONAL DEL CRECIMIENTO Y LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL EN LOS ANIMALES DE ABASTO*.

Ventanas Barroso, J.; López Bote, C.; García González, C.; Antequera Rojas, T.

Cátedra de Tecnología y Bioquímica de los alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. 10071 Cáceres.

Summary: In the present work we have shown the relevance of sex as one of the most important events affecting meat quantity and quality. Based on this we have supplemented the testosterone endogenous levels of newborn female pigs with 100 mg of testosterone propionate within the 24 first hours of life (imprinting) in order to reach the physiological values of males.

The obtained data point out that this treatment has been effective on the improvement of carcass composition and meat quality. These effects may be due to a significative delay of puberty, and consequently a retardation of the higher fattening phase.

Palabras claves: Cerdo, imprinting-testosterona, canal, carne.

*Extracto del trabajo premiado en el "II Premio Nacional Cayetano López y López".

INTRODUCCIÓN.

El grave problema que representa para los animales productores de carne el cese, coincidiendo con la pubertad, del elevado ritmo inicial de crecimiento y la tendencia a partir de ese momento hacia un engrasamiento excesivo ha motivado un creciente interés por la intervención en los mecanismos fisiológicos que regulan el crecimiento y la composición de la canal (1,2,3 y 4). Para evitar estos cambios desfavorables se han puesto en práctica diversos tratamientos cuya finalidad es colocar al animal en el "estatus hormonal" más apropiado para lograr la máxima expresión del potencial productivo que su genotipo conlleva. Históricamente, la castración ha sido un procedimiento habitual y más recientemente se han difundido numerosos anabolizantes (Dietilestilbestrol o DES) y finalizadores

(MTU o Metil tiouracilo) que debido a la problemática sanitaria de sus residuos o a sus efectos negativos sobre la composición y la calidad de la carne, han despertado una gran controversia y finalmente han sido prohibidos. (4,5,6 y 7).

Como alternativa se ha sugerido el empleo de hormonas endógenas y administradas en momentos alejados del sacrificio, siendo esta posibilidad la que nosotros estamos explorando.

En el presente trabajo se aportan los resultados obtenidos mediante el "imprinting" perinatal de las hembras porcinas con testosterona. Hasta ahora, los esfuerzos en este sentido se han centrado en las hembras dado el engrasamiento precoz y acentuado que sufren sus canales (con la consiguiente caída de los índices productivos y calidad de la carne) con respecto a los machos, donde la presencia de testosterona induce un patrón de creci-

miento y composición de la canal más favorable (8,9 y 10).

Previamente y ante la escasez de datos existentes, ha sido necesario profundizar en los mecanismos bioquímicos en virtud de los cuales la testosterona ejerce su acción promotora del crecimiento y, como paso previo a su aplicación a los animales de abasto, se han desarrollado las correspondientes experiencias en animales de laboratorio, cuyos resultados ya han sido publicados (ver referencias 11-15).

MATERIAL Y MÉTODOS.

Para el presente trabajo se han utilizado 32 cerdos (10 machos y 22 hembras) Landrace x Large White. 13 hembras menores de 24 horas fueron inyectados con 100 mg de propionato de testosterona (TP), recibiendo los controles exclusivamente el vehículo (Aceite de Sésamo). Los animales fueron destetados a los 28 días, separándose a partir de ese momento en tres grupos según el sexo y el tratamiento (A= machos, B= hembras tratadas y C= hembras control). La alimentación a partir del destete fue a base de un pienso comercial.

El sacrificio se realizó cuando los animales tenían 165 días de edad, tomándose las medidas en la canal caliente que se indican en la Figura 2, muestras de tocino dorsal a nivel de la última costilla y separándose las correspondientes chuletas a nivel de la última vértebra lumbar. La estimación del magro en la canal se calculó por el método de Boer (16, 17), por ajustarse los animales utilizados a este protocolo experimental.

La determinación de testosterona y de progesterona en suero se ha efectuado por radio-inmunoensayo (kits DPG), siendo leídos en un contador de centelleo líquido (Beckman LS 1801).

La electroforesis se llevó a cabo en gel de poliacrilamida al 7% en condiciones no desnaturizantes según el método de Davis (18).

Las determinaciones de grasa se efec-

tuaron según el método de Soxhlet (19) por sucesivos lavados con eter de petróleo 40-60 °C, empleándose para ello el sistema automatizado Buchi-810.

La proporción de ácidos grasos en la grasa dorsal se determinó con cromatógrafo de gases Hewlett-Packard 5890 con un flujo de nitrógeno de 24 ml/min, una temperatura del horno de 200 °C, del inyector de 220 °C y del detector de 198 °C, previa metilación con metilato sódico.

Para el estudio estructural de ovarios se siguieron las técnicas habituales de histología, utilizándose para ello un microtomo Leitz 1512 y un teñidor automático Shandon Varistain 12.

Las diferencias entre los grupos se analizaron con la t de Student.

RESULTADOS.

1.- Estudio del medio hormonal en el cerdo neonato.

De las experiencias realizadas en animales de laboratorio (1, 13, 15) hemos podido deducir que el imprinting con testosterona sólo es efectivo si tiene lugar en una etapa precoz del desarrollo (periodo crítico). Con el fin de determinar si el cerdo neonato se encuentra en dicho periodo y por tanto es susceptible a la acción promotora del andrógeno, se han analizado los niveles de testosterona en plasma de cerdo de un día de edad (Figura 1A) y se ha investigado la presencia en suero sanguíneo de proteínas asociadas con el periodo crítico (concretamente la alfa-fetoproteína) (20) (Figura 1B). En la figura 1A se muestran los niveles de testosterona en cerdos machos y hembras, alcanzando el macho tasas de 8.64 ng/ml, que prácticamente duplican las estimadas en las hembras (3.71 ng/ml), siendo las diferencias significativas ($P < 0.05$) pese a la elevada variabilidad que presentan. Igualmente, como puede apreciarse en la figura 1B, se ha evidenciado la presencia de alfa-fetoproteína que se ha aislado (calle AFP) a partir del suero sanguíneo del cerdo neonato (calle N), ausente en cambio en el suero del cerdo adulto (A).

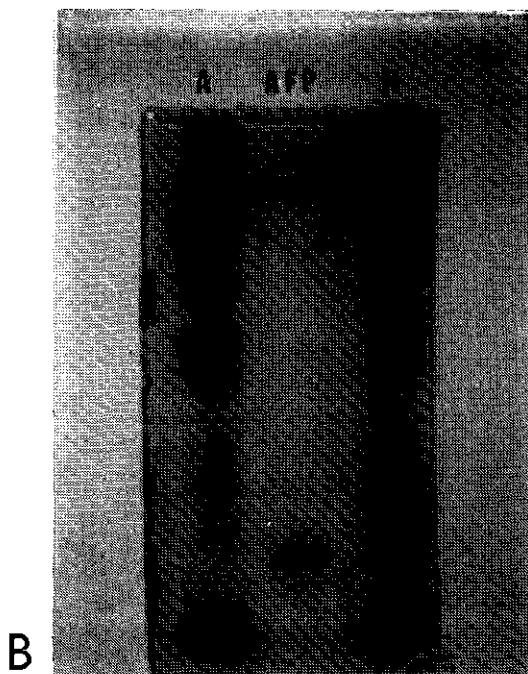
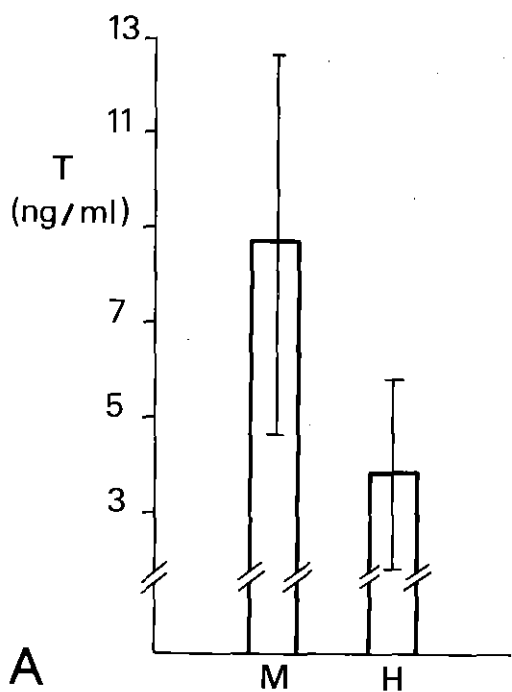


Figura 1.:

A) Niveles de testosterona en plasma de cerdos machos (M) y hembras (H) de 1 día de edad

B) Electroforesis en gel de poliacrilamida (7% de acrilamida) de suero sanguíneo de cerdo adulto (calle A), cerdo neonato (calle N) y alfa-fetoproteína aislada (calle AFP).

2.- Efectos del tratamiento perinatal de las hembras con testosterona sobre la composición de la canal y la calidad de la carne en el cerdo.

El estudio realizado sobre las canales correspondientes a los tres tipos establecidos (hembras, hembras tratadas con 100 mg de propionato de testosterona y machos) se muestra en la figura 2. En la canal caliente (figura 2A) se determinó la longitud de la canal y el espesor del tocino dorsal a tres niveles (ET₁, ET₂ y ET₃), donde queda patente como las canales de las hembras tratadas muestran una mayor longitud, aunque las diferencias no fueron significativas, y un menor espesor del tocino dorsal en ET₁, ET₂ t ET₃. En la figura 2B (canal fría) se calculó el porcentaje de magro, siendo del 56.68% para las hembras, del 58.82% para las hembras tratadas con testosterona y del 59.12% para los machos. En conjunto, las

canales de las hembras tratadas ofrecen una relación magro-grasa más favorable que las hembras controles, estando los valores de las tratadas próximos a los obtenidos para los machos.

Los cortes obtenidos durante el despiece a nivel de la última vértebra lumbar (Figura 3) presentan un aspecto externo y una composición química que guarda un estrecho paralelismo con las medidas efectuadas en la canal. Los cortes procedentes de canales de machos (Figura 3A) presentan un buen desarrollo muscular y una reducida cobertura grasa con respecto a los de las hembras (Figura 3C), estando los cortes de hembras tratadas en una posición intermedia, pero más próxima a la de los machos. El contenido en grasa intramuscular, determinado por análisis químico, fue del 0.6 ± 0.51 para los machos, del 1.7 ± 0.54 para las hembras y de 1.0 ± 0.78 para las hembras trata-

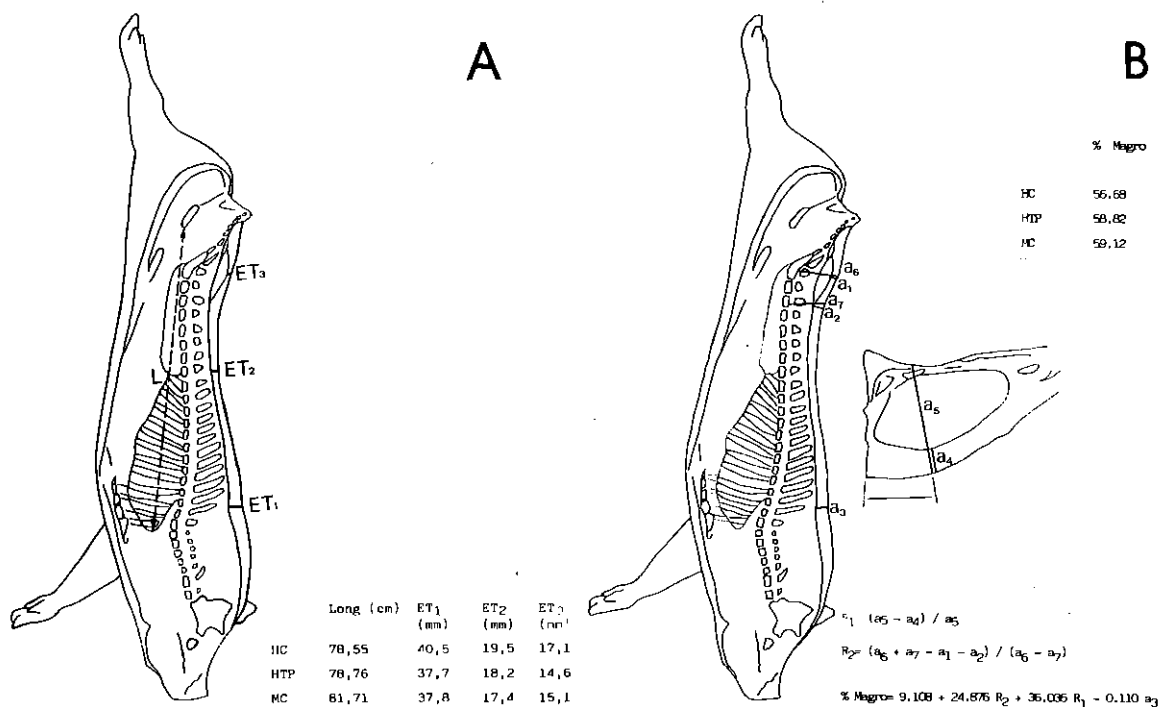


Figura 2.: Evaluación de la calidad de la canal en hembras control (HC), hembras tratadas con testosterona (HTP) y machos (MC).

A) Medidas de la canal caliente: L: longitud de la canal; ET₁: espesor del tocino dorsal a nivel de la primera vértebra dorsal; ET₂: espesor del tocino dorsal a nivel de la última vértebra dorsal; ET₃: espesor del tocino dorsal a nivel de la última vértebra lumbar.

B) Cálculo del porcentaje de magro por el método de Boer (16, 17).

bras y de 1.0 ± 0.78 para las hembras tratadas con testosterona, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

También la composición en ácidos grasos de la grasa subcutánea se vio afectada por el tratamiento, incrementándose el contenido en ácido linoleico y disminuyendo el de ácido oleico en las hembras a las que se había administrado testosterona (42.8 ± 1.37 y $17.7 \pm 1.83\%$ respectivamente) en relación a las controles (43.91 ± 0.95 y $16.3 \pm 1.59\%$ respectivamente), y en consecuencia un mayor índice de yodo (67.5 ± 3.36 frente a 65.1 ± 4.12) y de insaturación (81.7 ± 3.12 frente a 79.5 ± 3.27), aproximándose a los valores obtenidos en los machos (71.3 ± 2.94 y 84.5 ± 2.98 respectivamente). Otras propiedades organolépticas que también fueron evaluadas (color, capacidad de retención de

agua, etc.) no sufrieron variaciones significativas.

3.- Efectos del tratamiento sobre la función ovárica.

Los cortes del ovario de las hembras tratadas presentaban en el momento del sacrificio notables modificaciones histológicas respecto a las hembras control (Figura 4A). Es especialmente significativo la ausencia de cuerpos lúteos en los ovarios de las hembras tratadas, que contrasta con las imágenes del ovario de las hembras control, encontrándose ocupado prácticamente todo su parénquima por numerosos folículos preovulatorios indicativos de que la ovulación aún no había tenido lugar. Las observaciones histológicas fueron contrastadas con las correspondientes determinaciones de progesterona en plasma (Figura 4B), no alcan-

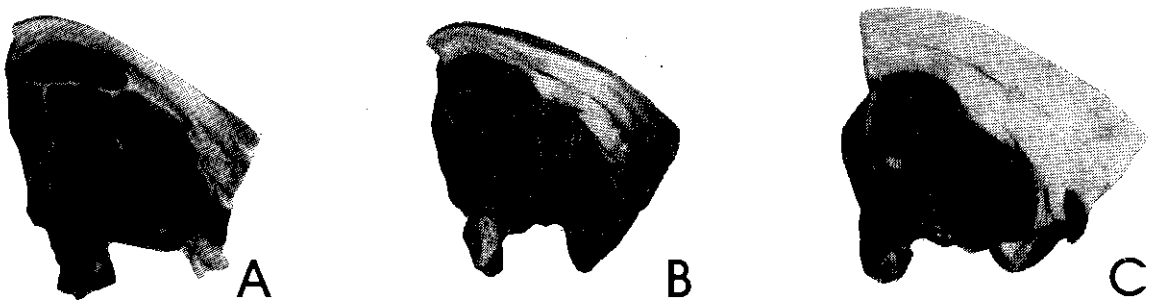


Figura 3.: Cortes a nivel de la última vértebra lumbar procedentes de canales de machos control (A), hembras tratadas con testosterona (B) y hembras control (C).

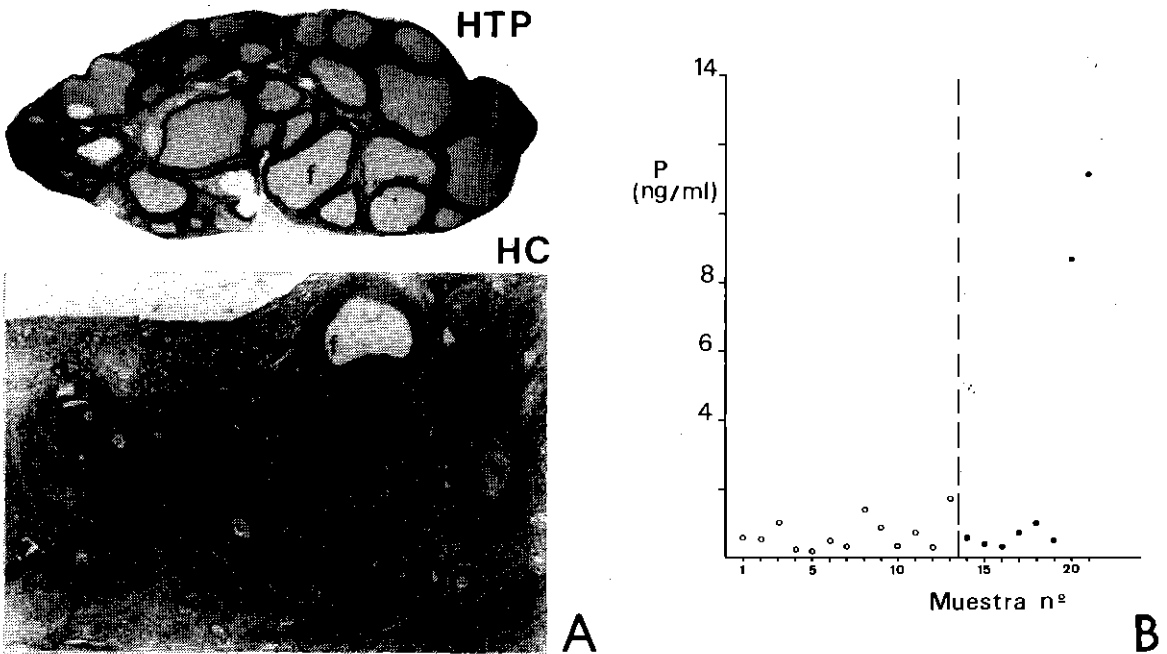


Figura 4.-
 A) Corte histológico de ovario de cerda control (HC) y tratada con testosterona (HTP). En HC se aprecia la presencia de cuerpo lúteo (cl) y en la tratada (HTP) únicamente folículos (f).
 B) Niveles de progesterona en suero de hembras tratadas (○, muestras del 1 al 13) y controles (●, muestras del 13 al 21).

(muestras 1 al 13) niveles superiores a 5 ng/ml, lo que evidencia la ausencia de cuerpos lúteos funcionales, en contraste con las control (muestras 14 al 21).

DISCUSIÓN.

Aunque los efectos del imprinting fisiológico con testosterona sobre el crecimiento y el desarrollo sexual en el vacuno son conocidos desde hace tiempo (síndrome free-martin), su aplicación práctica resulta inviable en esta especie por situarse el periodo de sensibilidad a la testosterona en una etapa intrauterina (21, 22), y lo mismo ocurre en el ovino (23). En cambio en el cerdo, su estado de inmadurez en el momento del nacimiento, y más concretamente la presencia de alfa-fetoproteína (marcadora del periodo crítico), y la tasa de testosterona mucho más elevada en el macho, nos sugiere que se encuentra más próximo al modelo ratón-rata, donde el periodo de susceptibilidad a la testosterona es perinatal, que al modelo vacuno-ovino; e incluso que su sensibilidad es mayor dado que las dosis empleadas en el cerdo (100mg/animal) vienen a ser de 10 a 20 veces inferiores a las administradas en animales de laboratorio (1 mg/animal).

El tratamiento perinatal de las hembras porcinas con 100 mg de propionato de testosterona resultó efectivo en cuanto a la mejora de la calidad de la canal y de la carne obtenida. De todos los índices y parámetros estudiados, la longitud de la canal, el espesor del tocino dorsal, el porcentaje de magro, el contenido en grasa de la carne y su composición en ácidos grasos sufrieron modificaciones respecto a las hembras control aproximándose a los valores característicos de los machos. Otras propiedades menos relacionadas con el sexo (color, capacidad de retención de agua, etc.) no se vieron afectadas.

En base a las modificaciones observadas a nivel ovárico, es razonable pensar que el tratamiento perinatal con testosterona de las hembras porcinas induce a nivel endocrino un retraso en la ovulación

y por tanto del momento en que se inicia la pubertad, de modo semejante al observado en las experiencias paralelas realizadas en roedores de laboratorio (15). Atribuimos a este retraso de la pubertad los efectos del tratamiento sobre la composición de la canal y la calidad de la carne, ya que la pubertad marca el punto de inflexión entre la fase de crecimiento rápido y la de lipogénesis y engrasamiento acelerado (24, 25, 26, 27), y que se encuentra pospuesto de modo natural en los machos con respecto a las hembras, lo que justifica su mejor ritmo de crecimiento y su composición de la canal más magra.

AGRADECIMIENTOS.

Queremos agradecer especialmente a Antonio Muñoz (NANTA, S.A.), Pablo Berrocal (Matadero de Olivenza) y Crispín Rodríguez (CRISGER, S.A.) todas las facilidades recibidas para la realización de este trabajo, así como a Gabriel Sancho y Margarita Martínez por su colaboración técnica.

RESUMEN.

A lo largo del presente trabajo se pone de manifiesto la importancia del sexo como uno de los principales factores que condicionan la cantidad y calidad de la carne. Habida cuenta de este hecho, se ha estudiado la posibilidad de suplir los bajos niveles de testosterona endógena en la cerda recién nacida respecto a los machos con la administración durante las veinticuatro primeras horas de vida con 100 mg de propionato de testosterona (imprinting).

Los resultados obtenidos permiten afirmar que el tratamiento ha sido efectivo en cuanto a la mejora de la composición de la canal y calidad de la carne y que dichos efectos son atribuibles a un retraso en el inicio de la pubertad y por consiguiente del comienzo de la fase de engrasamiento acelerado.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) TARTELIN, M.F.; SHRYNE, J.E.; GORSKI, R.A. (1975): Patterns of body weights changes in rats following neonatal hormone manipulation: a "critical period" for androgen induced growth increases. *Acta Endocrinol.* **79**: 177-191.
- (2) TURNER, M.J.; MUNDENY, K.A. (1976): Hormonal control of muscle growth. En: Meat animals, growth and productivity. LISTER, D.; RHODES, A.N.; FOWLER, V.R. Ed, pp 197-221. Plenum Press, New York.
- (3) FOWLER, V.R. (1980): Growth in mammals for meat production. En: Growth in animals. LAWRENCE, T.L.J. Ed, pp 249-265. Butterworths.
- (4) ROCHE, J.F.; O'CALLAGHAN, D. Ed (1984): Manipulation of growth in farm animals, pp 305. Martinus Nihoff Publish. The Hague.
- (5) FERRANDO, R.; TRUHANT, R. (1976): Considérations toxicologiques speciales sur les anabolisants toxicité de relais. En: Anabolic agents in animal production. LU, F.; RENDEL, J. ED, 219-227. Georg Thieme Publish. Stuttgart.
- (6) JUKES, T.H.; RODRICKS, J.V. (1980): Why was diethylstilbestrol banned in meat production?. *Trends in Biochem. Sci.* December 1980, pp 309-312.
- (7) DEBACKERE, M. (1984): Aspects de santé publique des stimulateurs de croissance. *Rev. de L'Agriculture*, **37**: 801-815.
- (8) DESMOULIN, B. (1984): Sex effect on the deposition and quality of fat in lean pigs. En: Fat quality in lean pigs. Wood, J.D. Ed, pp 130-144. Documento No. EUR 8901, Comisión de la CEE, Luxembourg.
- (9) GERI, G. (1984): Genetic and sex effects on fat deposition and quality. En: Fat quality in lean pigs. Wood, J.D. Ed, pp 130-144. Documento No. EUR 8901, Comisión de la CEE, Luxembourg.
- (10) FULLER, M.F. (1985): Sex differences in the nutrition and growth of pigs. En: Recent developments in pig nutrition. Cole D.J.A., Haresing, W. Ed., pp 157-169. Butterworths. London.
- (11) WOOD, J.; FISHER, A.V.; PERRY, B.N.; BROWUN, A.J.; VENTANAS, J. (1983): Hormonal regulation of growth efficiency and carcass composition. *Ann. Report Meat Research Inst.* **1983**: 30-32.
- (12) LÓPEZ, A.; BURGOS, J.; VENTANAS, J. (1985): The binding of ³H-oestradiol-receptor complex to hypothalamic chromatin of male and female mice. *Int. J. Biochem.* **17**: 1207-1211.
- (13) VENTANAS, J.; LÓPEZ-BOTE, C.; LÓPEZ, A. (1986): Effect of testosterone on protein synthesis in the hypothalamus of newborn females rat. *Neuroendocrinol. Letters* **8**: 56-56.
- (14) LÓPEZ, A.; VENTANAS, J.; BURGOS, J. (1986): Oestradiol and testosterone binding sites in mice tibiae and their relationship with bone growth. *Exp. Clin. Endocrinol.* **88**: 31-38.
- (15) VENTANAS, J.; LÓPEZ-BOTE, C.; GARCÍA, C.; LÓPEZ, A. (1986): Effects of perinatal androgenization on growth carcass composition in female mice. *Biol. Reprod.* (En prensa).
- (16) DE BOER, H.; BERGSTROM, P.L.; JANSEN, A.A.M. (1975): Carcasse measurements and visual assessments as predictors of lean meat content, with reference to the EEC classification and grading system. 26th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Warsaw. Polonia.
- (17) DE BOER, H.; JANSEN, A.A.M.; NIJEBOER, H.; PEDERSEN, O.K. (1978): Classificatieproef met Deense KSA-meter (Model II) in de export-slachterij Vos te Lichtenvoorde. Proefrapport IVO. Schoonord. Holland.

- (18) DAVIS, B.S. (1964): Disc Electrophoresis. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* **121**: 404.
- (19) Norma Internacional I.S.O. -1443.
- (20) FORD, J. (1983): Testicular control of defeminization in male pigs. *Biol. Reprod.* **27**: 425-430.
- (21) LILLIE, F.R. (1917): The freemartin; a study of the action of sex hormones in the foetal life of cattle. *J. of Reprod. and Fert.* **24**: 361-367.
- (22) BELLONI, L.; VALVASA, J.; HUNTER, J. (1952): On the freemartin. *J. of the History of Medicine.* **7**: 136-140.
- (23) SHORT, R.V. (1974): Sexual defferentiation of the perinatal period. FORREST, M.G.; BERTRAND, J. Ed. pp 121-143. INSERM, Paris.
- (24) GERI, G. (1984): Genetic and sex effects on fat deposition and quality. En: Fat quality in lean pigs. Wood, J.D. Ed, pp 130-144. Documento No. EUR 8901, Comisión de la CEE, Luxembourg.
- (25) BELL, D.; ZUCKER, I. (1971): Sex differences in body weigth and eating: organisation and activation by gonadal hormones in the rat. *Physiol. Behav.* **7**: 27-34.
- (26) BRADFIELD, P.G.E. (1968): Sex differences in the growth of sheep. En: Growth and development of mammals. Lodge, G.A., Laming, G.E. Ed. pp 92, Plenum Press, New York.
- (27) SHORT, R.V. (1980): The hormonal control of growth at puberty. En: Growth in animals. LAWRENCE, T.L.J. Ed. pp 25-47. Butterworths, London.