



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Estudio Morfológico sobre el Desarrollo
Testicular en el Cerdo.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :

Concepción Díaz Rayo

Asesor: M. V. Z. Carlos Galina Hidalgo



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Resumen	1
Introducción	2
Material y Métodos	6
Resultados	10
Discusión	28
Conclusiones	31
Bibliografía	32

RESUMEN.

Se estudiaron 37 verracos de la raza Large White criados en un sistema semi intensivo, estos animales fueron orquidectomizados semanalmente desde el nacimiento hasta los 200 días de edad. Los testículos y epididimos fueron pesados y fijados inmediatamente en fluido de Bouin's y procesados histológicamente de manera convencional.

Los cortes histológicos fueron clasificados de acuerdo a su desarrollo morfológico en fase neonatal (sin actividad celular), fase prepuberal (empiezo de la división celular) y fase puberal (presencia de espermatozoides). Además, se realizaron cuentas celulares en 20 túbulos seminíferos de cada caso.

Morfológicamente fué necesario que se estableciera primero la apertura del lumen en el túbulo seminífero, antes de que se notara la proliferación celular intratubular, una vez establecida ésta, generalmente con un peso testicular de seis grs., el diámetro tubular aumentó rápidamente, así como el peso testicular y epididimario.

Las cuentas celulares revelaron una relación de nueve células indiferenciadas por cada gonocito en la fase neonatal, cambiando esta relación a 7% de espermatogonias, 60% de células indiferenciadas, 32% de espermatoцитos y 1% de espermátidas, en la fase prepuberal y 4% de espermatogonias, 4% de células de

soporte, 39% de espermocitos, 35% de espermátidas y 17% de espermatozoides para la fase puberal.

INTRODUCCION.

La descripción morfológica del desarrollo del testículo desde el nacimiento hasta la pubertad en los animales ya ha sido reportada por diversos autores, entre otros Abdel Raouf (1), Attal y Courot (3) para el toro, Clermont y Perey (7) para la rata, Courot (10) para el cordero y Skinner (28) para el caballo.

En el caso del cerdo existen diversos estudios sobre el desarrollo de la función testicular. Phillips y Andrews (25) estudiaron el desarrollo de los testículos en el ovino, toro y cerdo y establecieron que los primeros espermatozoides aparecen en el cerdo a los 147 días de edad. Phillips y Zeller (26) investigaron el desarrollo sexual en cerdos de diversas razas y reportaron espermatozoides en los túbulos seminíferos a las 20 semanas y en la mayoría de sus cerdos (79 en total) encontraron espermatozoides a las 25 semanas. Sin embargo, no les fué posible encontrar una diferencia bien clara en la velocidad de desarrollo sexual entre dos tipos de machos. En 1944 Green y Winters (16) dieron una explicación histológica y endocrinológica del desarrollo testicular en diferentes razas de cerdos, la variación normal entre individuos hizo difícil la comparación y las diferencias en la constitución genética de los animales, tamaño de la camada y la estación del año afectaban sus resultados. Houser y colaboradores (19) siguieron en detalle el desarrollo de los cerdos y

cruzas de los mismos, estos autores castraron unilateralmente a los cerdos entre los 125 a 175 días, y observaron que el peso testicular, diámetro del tubo y etapa de espermatogénesis en relación a la edad del animal, estuvieron de acuerdo con Green y Winters (16). Erickson (12) estudió el efecto de la irradiación gamma sobre los testículos de cerdos neonatales, describiendo previamente la histología normal de los testículos del nacimiento hasta los 130 días, encontrando que el número de células mitóticas germinales a los 80 días fué el doble que a los 70 días, el aumento fué sincronizado con la primera aparición del tipo A de espermatogonia y con la rápida elevación en el número total de células germinales, además, los espermatoцитos aparecieron a los 100 días y las espermátidas a los 130 días, cuando las células de sostén asumen características de células de Sertoli. Las células de Leydig, en términos de tamaño comparativo fueron pequeñas de 70 a 90 días y más adelante en la vida normal del animal grandes (células de Leydig definitivas). En cerdos miniatura de 13 a 16 semanas Mc Fee y Eblen (23) vieron células espermatogénicas y en animales de más de 23 semanas hubo espermato maduro en los túbulos. En el cerdo se ha reportado la presencia de espermatozoides en el túbulo seminífero entre 147 y 180 días después del nacimiento (13) dependiendo del nivel de nutrición, manejo y raza.

En general se está de acuerdo en que el desarrollo del testículo desde el punto de vista histológico pasa por tres fases morfológicamente muy similares en todas las especies y éstas son: la fase neonatal donde existe la presencia de gonocitos y células indiferenciadas, la prepuberal donde ocurre la apertura del lumen y el empiezo de la división celular hacia la fase puberal que es la

consolidación de la organización celular (9). En el caso del cerdo a pesar de presentar características muy especiales en su desarrollo como es la enorme población celular intratubular desde su nacimiento, así como el rápido desarrollo de las células germinales ha sido relativamente poco estudiado desde el punto de vista morfológico, concentrándose los estudios solo cuando se presentan los espermatozoides (14 y 16). Una de las peculiaridades en este desarrollo como ya quedó indicado es la presencia de gran número de células intersticiales desde muy temprana edad hecho ya notado por Whitehead en 1905 (32). La presencia de estas células podría ser efecto de la actividad gonadal durante la gestación, similar al equino (8) y la prueba de ello es la gran cantidad de hormona luteinizante presente en los primeros días postnacimiento (9) en donde se han encontrado niveles hasta de 1.4 ± 0.6 ng/ml. tendiendo a disminuir para las tres semanas postnacimiento (9). Además se ha reportado un considerable aumento porcentual de células de Leydig desde las 14 semanas poscoito hasta las primeras tres semanas postparto; para después disminuir debido a la reducción en tamaño del testículo (30). Evidencia de actividad esteroidea en las células de Leydig del testículo del porcino fetal y en los primeros días de nacimiento fué encontrado por Herrera y colaboradores (21) los cuales reportaron niveles hasta de 4.3 ng/ml. en pozas metabólicas de testosterona en cerdos durante el primer mes de nacimiento.

Recientemente se ha demostrado que las células de Leydig en el animal adulto (24) son las responsables de producir la testosterona que promueve la espermatogénesis. Por lo tanto el estudio del desarrollo de las células de Leydig podría informarnos sobre los cambios morfológicos que se suceden antes del

establecimiento de la línea germinal que finalmente promueve la producción de espermatozoides.

Otro de los puntos donde el estudio donde el desarrollo del testículo podría sernos de utilidad es en el entendimiento del origen de las células germinales, en general existen dos teorías la unicista (18) y la dualista (2) en una de ellas se indica que las células germinales en la vida adulta (esto es - espermatogonias a espermatozoides) son producto de los gonocitos y que las células primordiales darán origen a la única célula no germinal que existe en el interior del túbulo seminífero y que es la célula de Sertoli (Teoría Dualista). La otra corriente sugiere que el desarrollo de las células germinales son producto de sólo un tipo de célula que a su vez dará origen tanto a las células - germinales como a las de Sertoli (Teoría Unicista).

Debido a la rapidez con la que se establece la pubertad en el cerdo (23 y 26) y también a su posible desarrollo endócrino temprano, este animal podría ser un buen modelo para estudiar las relaciones celulares que se establecen antes de que se desarrolle el complejo celular de la espermatogénesis en el animal adulto.

MATERIAL Y METODOS.

Este estudio comprende 37 verracos Large White, los cuales - fueron destetados a las ocho semanas y se les mantuvo dentro de - un sistema de cría semi-intensivo convencional. El peso corporal fué registrado con intervalos semanarios del nacimiento hasta los 200 días de edad. Los animales fueron orquidectomizados unilate-- ral y bilateralmente, con el fin de aprovechar al máximo los anima-- les de mayor edad se les tomó una biopsia testicular de acuerdo a lo descrito por Galina (13) dichas biopsias fueron tomadas a los 144, 156, 200 y 201 días de edad.

El método de orquidectomía usado para evitar alguna lesión a los testículos fué el "cerrado", en el cual se realiza una inci-- ción cuidadosa sobre la túnica vaginalis refleja, aislando por di-- sección el saco vaginal y ligandolo junto con el cordón espermáti-- co con catgut. En animales pequeños se ligó el cordón completo co-- mo una estructura compuesta; en animales más grandes los componen-- tes vasculares fueron separados del cordón espermático, a conti-- nuación el cordón fué girado para formar un muñon el cual fué li-- gado y posteriormente amputado. La técnica de la biopsia testicu-- lar utilizada es la que consiste en usar una aguja de Vim-Silver-- man la cual es introducida al testículo a través de un trocar y - una cánula retirando después el trocar e introduciendo una aguja dividida que permite tomar la muestra.

Los testículos fueron fijados usualmente en menos de 15 minutos. Sin embargo, primero fueron pesados al igual que los epididimos y cada una de las gónadas se cortarón a la mitad, después - dos pequeñas piezas (de tres mm. aproximadamente de grosor por 15 mm. de longitud) se removieron del centro de cada testículo y epididimo y fueron sumergidas en fluido de Bouin's, se dejaron ahí - toda la noche y de ahí se cambiaron a alcohol al 70% y deshidratados a través de alcoholes a la mañana siguiente, después fueron - procesados de manera convencional para posteriormente estudiar - los cortes embebidos y teñidos con hematoxilina eosina y sudán negro (29).

Para el exámen histológico de las muestras se seleccionaron 25 túbulos seminíferos lo más redondo posibles y para cada tubo - fueron medidos dos diámetros que formaran ángulo por medio de un objetivo micrométrico, de ahí se realizaron cuentas celulares en cada uno de ellos utilizando el objetivo de inmersión, las primeras 200 células observadas en los túbulos circulares fueron clasificadas. Los criterios utilizados para su clasificación fué el dividir las células de acuerdo a su desarrollo morfológico. En los primeros estadios en células llamadas gonocitos y células no diferenciadas o primordiales (8). En los estadios cerca de la espermatogénesis se dividieron en células de Sertoli, espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermátidas y espermato-

zoides, el criterio utilizado para definir dichas células fué el descrito por Clermont y Perey (7). Los resultados fueron tratados en porcentajes. Al principio del estudio la formación del lúmen, la degeneración y destino de las células germinales al igual que las meiosis y mitosis fueron estudiadas con el fin de relacionar las asociaciones celulares de acuerdo a los eventos en el testículo.

El desarrollo del testículo fué dividido en tres fases:

a) Fase neonatal, caracterizada por la presencia de sólo gonocitos, células grandes con núcleo escaso situadas hacia el centro del túbulo seminífero y por células primordiales o de soporte, células pequeñas con núcleo claramente definido y en contacto permanente con la membrana basal. b) Fase prepuberal, donde existió ya la presencia de espermatogonias y espermatocitos primarios sin la terminación de la meiosis y c) Fase puberal donde ya fué posible notar espermatidas indicando que la fase de espermatogénesis había sido terminada.

En el espacio intersticial no se hicieron cuentas pero sí se realizó una descripción morfológica de acuerdo a los siguientes criterios: dentro de las células intersticiales se encuentran las células mesenquimatosas, indiferenciadas y evidentes, precursoras de las células de Leydig y fibroblastos. Su nucleolo se tiñe de -

negro y dos o tres de ellos pueden estar presentes al mismo tiempo. Los fibroblastos, los cuales son la primera etapa de la división de las células mesenquimatosas, son muy difícil de distinguir de sus precursoras, excepto que su citoplasma está intensamente teñido y en la mayoría de ellos están localizados cerca de la membrana basal y las células Preleydig presentes en el cerdo prepuberal con la peculiaridad de presentar características morfológicas muy similares a la célula de Leydig adulta (4).

Los resultados del peso testicular, peso corporal y diámetro promedio del túbulo seminífero fueron comparados de acuerdo a pruebas de correlación (27) y las cuentas celulares tratadas como porcentajes.

RESULTADOS.

I. HALLAZGOS HISTOLOGICOS.

Fase neonatal (0 - 63 días): 15 animales.

La histología testicular de los cerdo recién nacidos es muy interesante ya que estructuralmente es muy similar a las células de Leydig en el cerdo adulto. El pequeño diámetro de los túbulos seminíferos de un cerdo recién nacido permite la infiltración de tejido intersticial a casi el 50% de la sección (foto No. 1). Los fibroblastos fueron difíciles de identificar a causa de la distribución de las células Preleydig.

Durante toda esta fase se encuentran células germinales en crecimiento y degeneración. Sin embargo, algunas de ellas permanecieron en reposo (foto No. 2). En las muestras de cerdos de mayor edad se observó la presencia de la formación del lúmen.

Los depósitos de sudán negro fueron encontrados principalmente en el centro del túbulo seminífero (foto No. 3).

Fase prepuberal (70 - 125 días): 11 animales.

En esta fase ocurren diversos cambios histológicos importantes. Empieza la espermatogénesis a pesar de la ausencia completa de la formación del lúmen (foto No. 4). Los animales 107 y 108 re

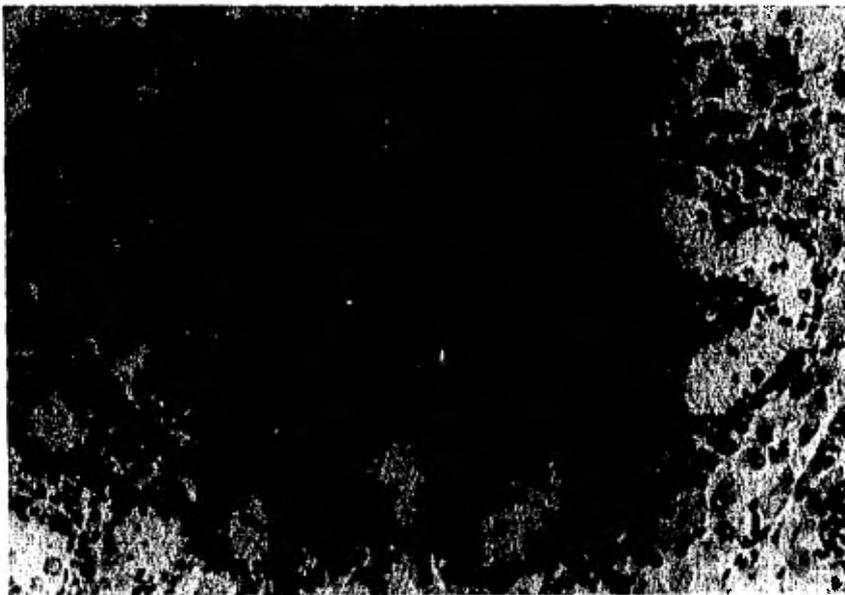


Foto No. 1. Fase neonatal 0-63 días, caso No. 131. Nótese la gran infiltración de tejido intersticial en casi el 50% de la sección originando que los túbulos sean pequeños y en su mayoría redondos. El citoplasma y núcleo de las células Preleydig se notan claramente. Hematoxilina-eosina (X 220.5).

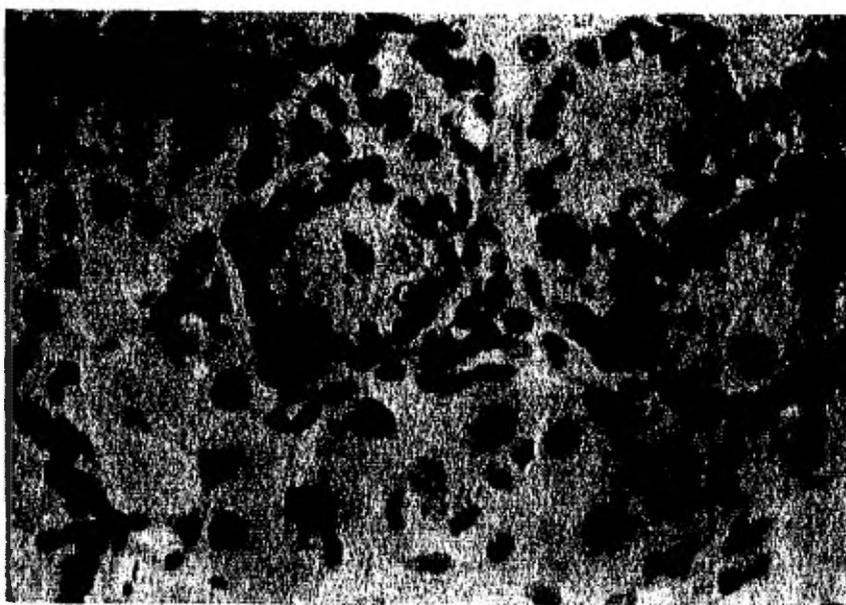


Foto No. 2. Fase neonatal 0-63 días, caso No. 132. Acercamiento al tú
bulo seminífero para mostrar la presencia de células de soporte (S) y
gonocitos (G), nótese la clara definición de las células Preleydig -
(L) en el espacio intersticial.

Hematoxilina-eosina (X 460).

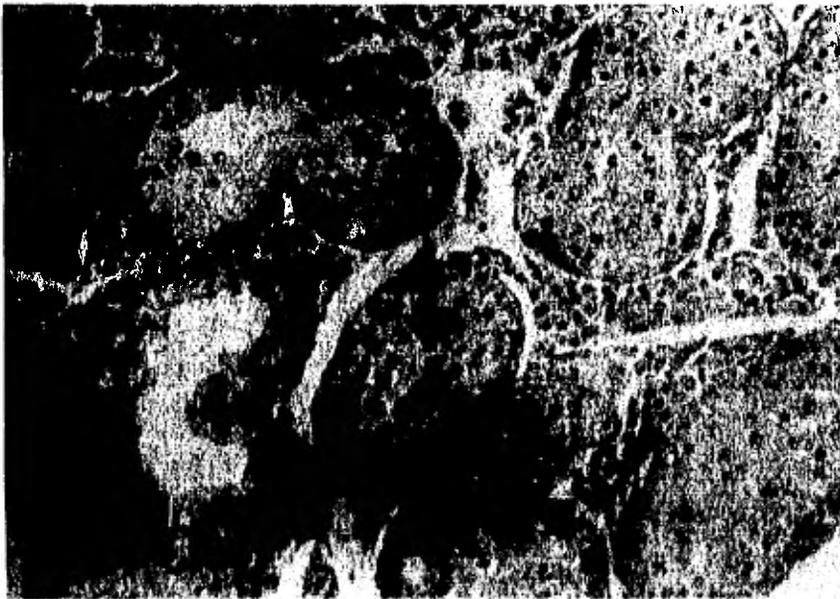


Foto No. 3. Fase neonatal 0-63 días, caso No. 131. En la fase neonatal se pueden observar los depósitos de sudán negro en el centro de los --túbulos seminíferos y no se nota la presencia de lúmen indicando que -todavía no existe diferenciación celular. Sudán negro (X 220.5).

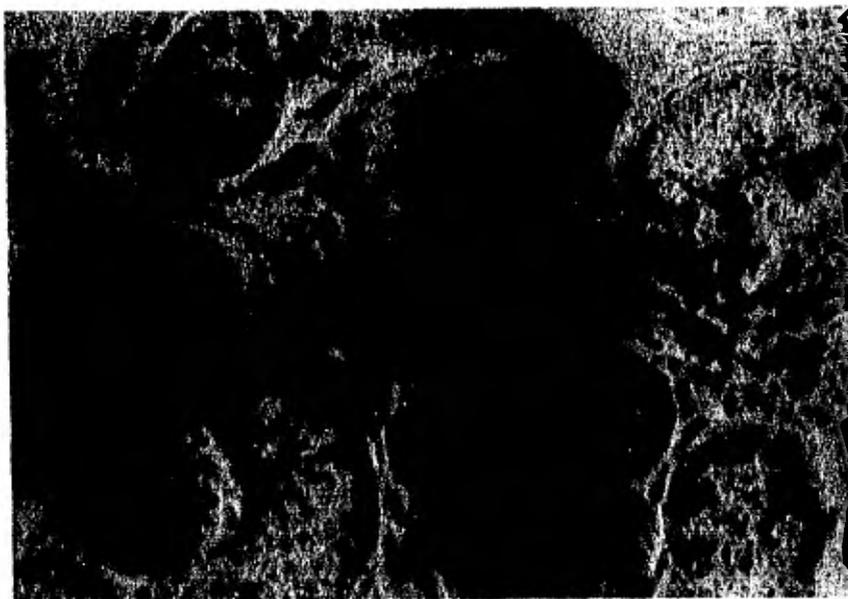


Foto No. 4. Fase prepuberal 70-125 días, caso No. 83. La presencia de divi
sión celular ha originado que el espacio se vea reducido, note la prolifera-
ción celular intratubular y la formación de lúmen. Hematoxilina-eosina -
(X 460).



Foto No. 5. Fase prepuberal 70-125 días, caso No. 83. Nótese que la apertura del lumen, ha originado que los depósitos de sudán se fijen alrededor de la línea germinal. Sudán negro (X 220.5).

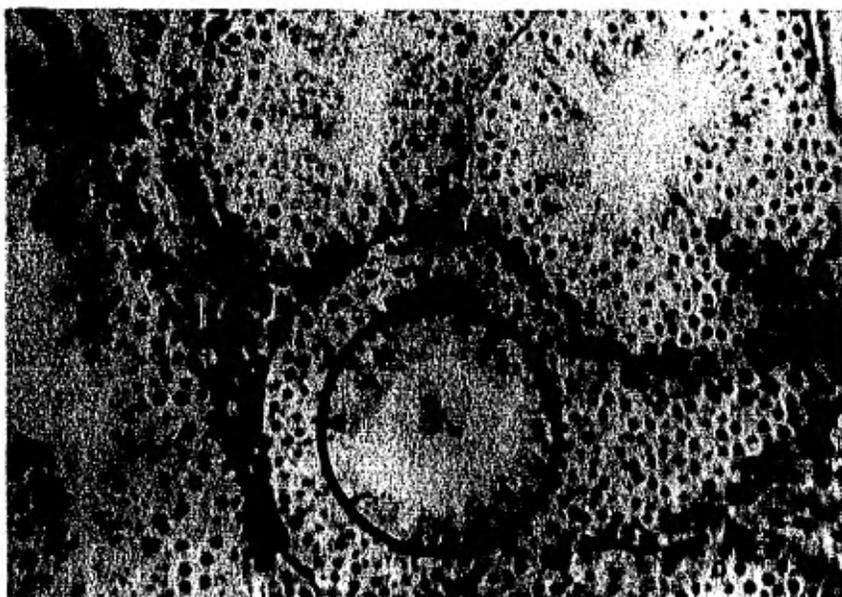


Foto No. 6. Fase puberal 130-200 días, caso No. 95. El establecimiento de la pubertad se ve manifestada por la presencia de espermatozoides - en el túbulo, enmarcado por un círculo. La organización celular es completa. Hematoxilina-eosina (X 220.5).

quieren un comentario especial. Ambos estuvieron retrasados en relación al resto de este grupo y no se desarrollaron adecuadamente; esto se vió reflejado en la histología de sus testículos donde mostraron un desarrollo retardado. Las células Preleydig continuaron presentes en esta fase. Sin embargo, su número total decreció a causa del incremento del área ocupada por el ensanchamiento de los túbulos seminíferos.

La aparición de los espermatoцитos primarios de reciente formación en los túbulos seminíferos fué una característica común de este período; también las células germinales degeneradas (posiblemente debido a la pérdida de apoyo hormonal) fueron encontradas hacia el centro de los túbulos. Ninguna célula de Sertoli ni espermátidas pudieron ser reconocidas. Los depósitos de sudán negro una vez que se formó el lúmen fueron localizados principalmente alrededor de la membrana basal (foto No. 5)

Fase puberal (130 - 200 días): 10 animales.

Se llevó a cabo la biopsia testicular en algunos de los casos incluidos en esta fase (Tabla No. 3) pero el diámetro de los túbulos seminíferos y el conteo de células varió poco de los animales castrados. La aparición de espermátidas y espermatozoides caracteriza esta fase. Simultáneamente con la primera aparición de espermatozoides las células de Sertoli también fueron observadas (foto No. 6). La organización de los túbulos seminíferos relacionada a la presencia de espermatozoides en el epidídimo fué encontrada a los 147 días aproximadamente.

Las células de Leydig y los fibroblastos estuvieron presentes en el intersticio, no hubo clara diferencia entre las células Preleydig y las células de Leydig adultas. En este estudio la aparición de espermatozoides y el desarrollo de características sexuales secundarias bajo la influencia hormonal de la secreción de células de Leydig maduras fué usado como un criterio para su diferenciación (foto No. 7).

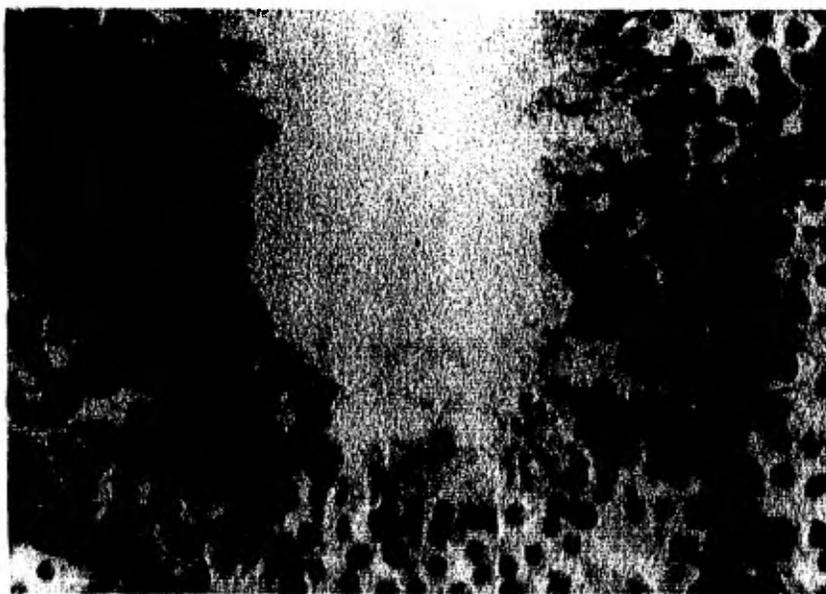


Foto No. 7. Fase Puberal. 130-200 días, caso No. 95. Detalle en el interior del túbulo seminífero, con la presencia de células de Sertoli (SE), espermátocitos primarios (P), espermátidas (ES) y espermatozoides (S). Hematoxilina-Eosina (X 460).

II. PESO CORPORAL, PESO TESTICULAR, PESO EPIDIDIMAL Y DIAMETRO DE LOS TUBULOS SEMINIFEROS Y CUENTAS CELULARES.

La figura No. 1 ilustra los resultados de la relación entre el logaritmo de peso testicular y edad en días. No se encontraron diferencias entre el diámetro del túbulo seminífero en los casos de castración unilateral o bilateral. No existió una correlación entre peso testicular y peso corporal, aunque si - fué posible relacionar el diámetro testicular con el peso testicular, donde no hubo notable aumento en el diámetro del túbulo seminífero hasta que el testículo alcanzó un peso de seis gramos, después de este período se observó que el diámetro del túbulo seminífero empezó a aumentar considerablemente (fig. No.2), este aumento coincidió con la formación del lúmen y la posterior presencia de células en profase meiótica.

Además fué posible observar una estrecha relación entre el crecimiento de los testículos y epididimos en las etapas neonatales (Tabla No. 1). Sin embargo, una vez que empezó la espermatogénesis en la fase prepuberal los testículos se desarrollaron más rápido que los epididimos (Tabla No. 2). Así mismo, en contraste, durante la fase puberal que está caracterizada por la presencia de espermatozoides el crecimiento de los epididimos fué más rápido (Tabla No. 3).

Como se esperaba, la variación entre el peso corporal entre individuos - (Tablas No. 1, 2 y 3) hicieron difíciles las comparaciones entre animales.

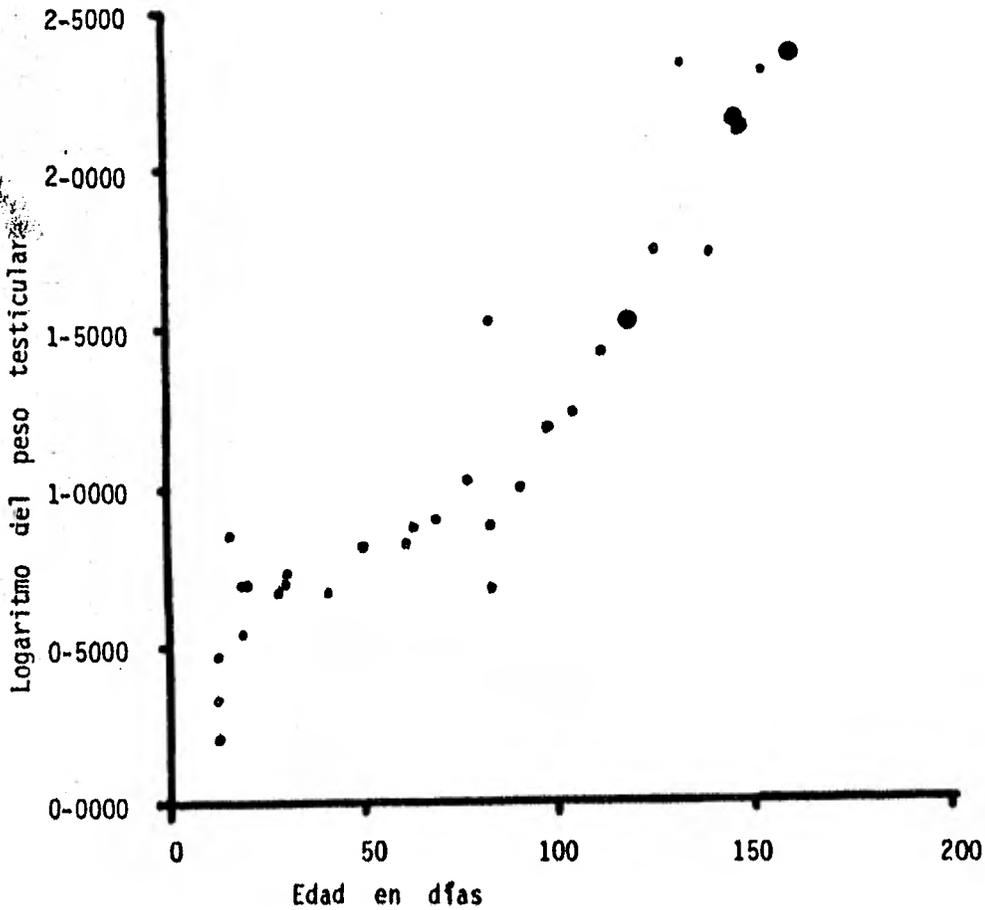


Fig. No. 1. Logaritmo del peso testicular contra edad de la castración para representar la falta de hipertrofia compensatoria después de la castración unilateral.

- Primera castración (unilateral o bilateral).
- Segunda castración (unilateral).

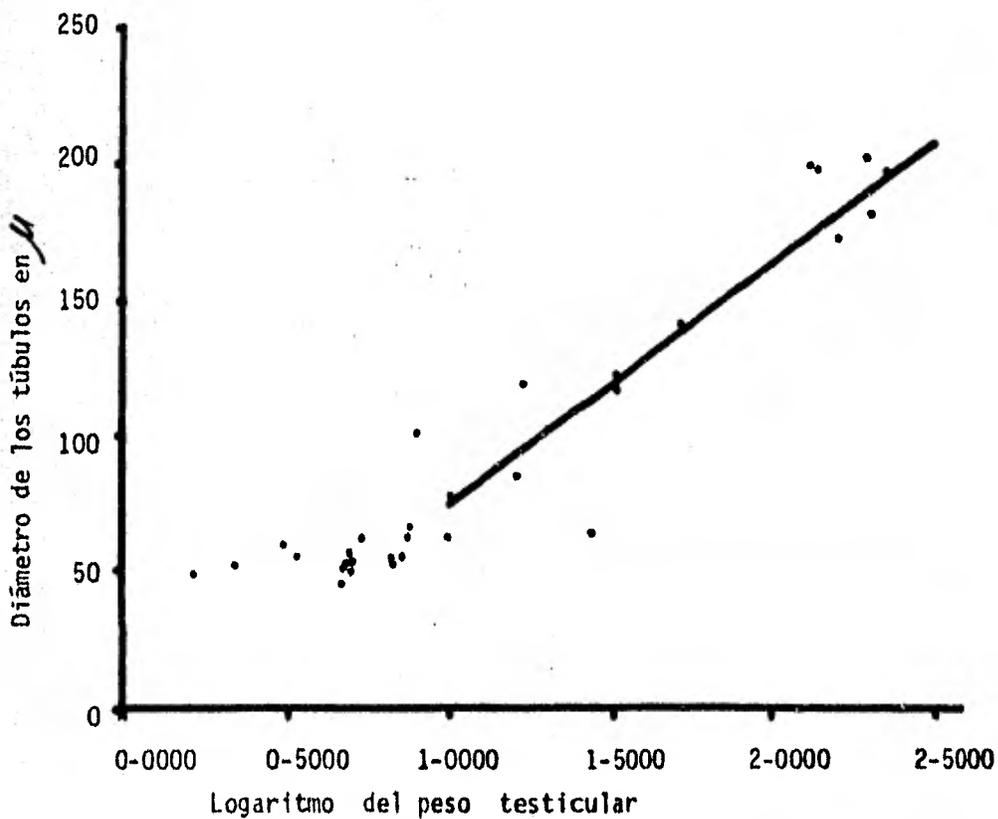


Fig. No. 2. Gráfica del diámetro tubular contra el logaritmo del peso testicular para representar el principio de la intensa actividad expresado en engrosamiento del túbulo seminífero y por ende mayor población celular correspondiente a un peso testicular de 6 gramos.

Tabla No. 1. Fase Neonatal.

Edad (días)	Animal No.	Peso corporal (Kgrs.)	Peso testicular* (Grs.)	Peso del epididimo* (Grs.)	Diámetro tubular (mm.)
1	61	0.750	0.170	0.100	55.82
12	131	3.500	1.600 - 1.600	0.300 - 0.300	49.59
12	132	3.500	2.150 - 2.300	0.500 - 0.500	52.01
12	133	3.700	8.050 - 2.800	0.300 - 0.400	59.55
15	157	9.800	7.100 - 7.500	1.200 - 1.100	56.31
18	155	6.000	3.400 - 3.100	0.600 - 0.500	56.10
18	156	5.400	5.500 - 5.000	0.700 - 0.650	50.67
19	68	4.536	5.000	0.200	54.73
28	41	6.700	4.660	0.700	51.21
30	158	7.700	4.900 - 4.700	1.000 - 1.100	56.23
30	159	11.300	5.300 - 5.200	1.200 - 1.200	62.15
41	125	7.000	4.600 - 4.300	1.200 - 1.350	46.58
50	69	6.801	6.500 - 6.250	0.800 - 0.900	56.04
61	80	9.978	6.600 - 7.100	2.300 - 2.500	54.63
63	1	13.608	7.400 - 6.900	2.200 - 2.100	63.09

*Cuando solamente está dado un valor en el peso testicular y epididimal, significa que hubo castración unilateral.

Tabla No. 2. Fase Prepuberal.

Edad (días)	Animal No.	Peso corporal (Kgrs.)	Peso testicular* (Grs.)	Peso epididimal* (Grs.)	Diámetro tubular (mm.)
69	83	13.608	7.900	2.300	101.39
77	84	18.144	10.400 - 9.500	3.400 - 3.000	76.08
83	107	9.072	4.700 - 4.400	1.500 - 1.600	52.87
83	82	39.006	32.900	7.300	117.43
83	108	15.873	7.500 - 7.450	2.800 - 2.650	67.04
91	86	18.144	9.800 - 9.220	3.100 - 3.400	63.80
98	90	33.464	16.200	6.000	85.97
105	85	22.680	17.100 - 16.700	3.250 - 3.300	120.08
112	89	35.376	26.500	6.200	65.86
119	97	31.752	33.000	6.300	121.59
126	93	39.912	54.200 - 51.500	11.900 - 8.700	136.64

*Cuando solamente está dado un valor en el peso testicular y epididimal, significa que hubo castración unilateral.

Tabla No. 3. Fase Puberal.

Edad (días)	Animal No.	Peso corporal (Kgrs.)	Peso testicular* (Grs.)	Peso del epididimo* (Grs.)	Diámetro tubular (mm.)
133	95	58.968	208.000	37.000	182.43
140	103	28.928	53.700 - 43.700	8.900 - 8.700	140.92
144	104	56.144	Biopsia		163.58
147	110	62.137	140.500	24.200	199.47
148	112	57.150	133.700	26.600	201.69
154	111	64.864	190.600 - 173.500	39.300 - 39.800	203.77
161	113	61.233	232.000	29.100	197.15
200	124	90.720	163.000 - 157.000	38.000 - 38.000	173.83
200	126	81.648	Biopsia		174.84
201	127	86.184	Biopsia		Insuficiente

* Cuando solamente se ha dado un valor en el peso testicular y epididimal, significa que se hizo castración unilateral.

Las cuentas celulares intratubulares se encuentran resumidas en la tabla No. 4, donde se expresan los promedios encontrados y en la tabla No. 5 donde se encuentran los conteos individuales. En la fase neonatal fué posible establecer una relación promedio de nueve células de soporte por cada gonocito contado. En la fase prepuberal se encontró un constante aumento en la proporción de espermatocitos primarios en fase de división, promediando este grupo 7% de espermatogonias, 60% de células de soporte, 32% de espermatocitos en división y 1% de espermátidas. En la fase puberal encontramos promedios de 4% para las espermatogonias, 4% para las células de soporte, 39% para los espermatocitos en división, 35% para las espermátidas y 17% para los espermatozoides.

Como podrá observarse en la tabla No. 5 las variaciones individuales hacen difícil poder establecer criterios sobre el número de células necesarias para clasificarla en cierta etapa de la diferenciación morfológica. Sin embargo, en general se observa como los promedios celulares van dividiéndose de acuerdo a las etapas de desarrollo, encontrando en la fase neonatal solo dos tipos de células, en la fase prepuberal ya se encuentran tres tipos de células y finalmente en la fase puberal los cinco tipos de células presentes en un animal adulto.

Tabla No. 4. Promedio del conteo celular intratubular.

Tipos celulares	Fase Neonatal
Células espermato goniales	10.40
Células de soporte	89.60
Espermatocitos en división	-
	Fase Prepuberal
Células espermato goniales	7.630
Células de soporte	58.924
Espermatocitos en división	32.360
Espermátidas	1.045
Espermatozoides	-
	Fase Puberal
Células espermato goniales	3.55
Células de soporte	3.85
Espermatocitos en división	38.45
Espermátidas	34.70
Espermatozoides	17.20

Tabla No. 5. Conteo individual de células intratubulares.

Animal No.	Células espermato goniales.	Células de sopor te.	Espermátocitos en división.	Espermátidas.	Espermatozoides.
Fase Neonatal					
61	19.5	80.5			
131	13.0	87.0			
132	11.0	89.0			
133	14.0	86.0			
157	14.5	85.5			
155	9.5	90.5			
156	10.5	89.5			
68	6.5	93.5			
41	6.5	93.5			
158	8.5	91.5			
159	7.0	93.0			
125	10.5	89.5			
69	5.5	94.5			
80	13.0	87.0			
1	6.5	93.5			
Fase Prepuberal					
83	6.5	30.5	63.0		
84	9.0	84.0	7.0		
107	9.5	90.5			
82	6.0	42.0	52.0		
108	14.5	83.5	2.0		
86	7.5	82.5	10.0		
90	4.5	57.5	38.0		
85	5.5	30.0	64.5		
89	8.0	92.0			
97	6.5	36.0	57.5		
93	6.5	20.0	62.0	11.5	
Fase Puberal					
95	5.5	8.5	51.5	34.5	
103	8.0	4.5	58.5	27.0	4.5
104	3.5	3.5	44.0	36.0	13.0
110	3.0	3.5	26.5	37.0	20.0
112	2.0	5.5	27.5	45.0	5.0
111	4.0	2.0	42.0	38.0	14.0
113	2.0	2.5	46.0	27.5	22.0
124	1.5	2.5	49.0	39.5	7.5
126	1.5	3.0	15.0	37.5	43.0
127	4.5	3.0	24.5	25.0	43.0

DISCUSION.

Los hallazgos histológicos concuerdan con lo ya reportado por otros autores (12, 16, 19, 25 y 26). Sin embargo, es interesante mencionar el hallazgo sobre la posición de los depósitos de sudán negro (los cuales pueden indicar actividad esteroidea) (22), durante la fase neonatal se encuentran situados en el centro del túbulo, contra la fase prepuberal donde se encuentran en la línea germinal. Esto podría explicarse si tomamos en cuenta, que en la fase neonatal no existe control sobre la separación de las células de la membrana basal y por ende hay gran pérdida de tejido germinal reflejada en los depósitos de sudán negro en el centro, esta situación ya ha sido observada de manera indirecta por Hanes (1911) (17) donde él concluye que los depósitos de sudán se establecen en la línea de las células de Sertoli, debido a la ausencia de los espermatozoides que utilicen estas las sustancias lipóideas, como ya fue propuesto por Lacy (22). De ser esta observación correcta, entonces parece lógico asumir que una vez que empieza la división celular los depósitos de sudán se fijan en la línea germinal tanto en las células espermatogonias como en las de Sertoli, ya que éstas son las únicas células hasta ahora reconocidas con actividad hormonal (8).

La presencia de lúmen en el túbulo seminífero parece ser un buen indicador del inicio de la actividad germinal ya que al establecerse éste la población celular aumentó considerablemente, aunque la organización celular se establece solo hasta que aparecen las células de Sertoli, la única célula no germi-

nal del túbulo seminífero y que no se dividirá cuando se establezca la espermatogénesis (7).

El aumento en el diámetro del túbulo seminífero, debido a la mayor población celular, parece estar muy estrechamente relacionado al peso testicular, ya que fué necesario que el testículo alcanzará un peso de 6 grs. para que empezara el aumento del diámetro tubular, una situación muy similar ya fué reportada para el bovino, equino y ovino (17).

La secuencia en la que establece un aumento, primero del peso testicular y luego del epididimario es hasta cierto punto bastante lógico ya que primero se tiene que establecer la proliferación celular del testículo, por ende su mayor peso y después esta proliferación verse reflejada en el epididimo, donde las células pasarán vayan o no a ser eyaculadas.(8).

La variación entre individuos en los estudios sobre el desarrollo del testículo es un problema de difícil solución (1 y 15), en este estudio se demuestra una vez más esta situación pues existieron casos en cada una de las fases en las que se dividió este estudio que hicieron las comparaciones muy difíciles, sin embargo, en general parece probable que la serie de eventos que se suceden para que se establezca la espermatogénesis son: presencia de lúmen, aumento del diámetro tubular, aumento del peso testicular y finalmente aumento del peso epididimario.

La explicación sobre las cuentas celulares es un poco más difícil de establecer, aunque por la cantidad y relación de las células en la fase neonatal; esto es nueve células de soporte por un gonocito, demuestran exactamente lo contrario que en la vida adulta (nueve células germinales en sus diversas fases por una célula de Sertoli). Simplemente por las cuentas celulares podríamos concluir que la Teoría Unicista (18) es la más probable, es decir que las células indiferenciadas son responsables de la producción de ambas células y que la fase de gonocito es solo un paso adelante en su diferenciación morfológica, sin embargo, en estudios recientes (8) se ha demostrado que la estructura química de las dos células en discusión, indiferenciadas y gonocitos, son muy diferentes, sin embargo, de acuerdo al diseño de nuestro estudio la Teoría Unicista parece ser la más probable.

La información obtenida sobre los estudios morfológicos en las células de Leydig, sugieren que el porcino, en verdad, es un modelo muy interesante para comprender, un poco mejor, como se establece la regulación hormonal sobre la espermatogénesis. Desgraciadamente los modelos hasta ahora estudiados, microscopía de luz (32), microscopía electrónica (4), actividad enzimática (11 y 20) y esteroidea (9, 17 y 30) nos indican que la célula de Leydig del cerdo es única en su evolución morfológica y fisiológica desde el nacimiento, comparándolo con otras especies (13) y que es capaz de empezar el proceso de esteroideogénesis desde una edad muy temprana. Sin embargo, es necesario un modelo que permita establecer cómo esta célula es capaz de enviar mensajes hormonales al interior del túbulo seminífero para que se establezca la espermatogénesis.

CONCLUSIONES.

1.- El cerdo alcanza la pubertad entre los 130-200 días de edad (147 días aproximadamente).

2.- La actividad celular en el testículo empieza de manera constante cuando se establece el lúmen en el túbulo seminífero.

3.- Existe una tendencia lineal entre el aumento del peso testicular, el diámetro en los túbulos seminíferos y la actividad celular.

4.- Posiblemente debido a esto (la apertura del lúmen) los depósitos de sudán cambia de posición del centro (desecho celular) a la periferia, principio de organización celular.

5.- Las cuentas celulares revelaron que existe una relación de nueve células indiferenciadas por cada gonocito en la fase neonatal; en la fase prepuberal cambia a 7% de espermatogonias, 60% de células de soporte, 32% de espermatocitos en división y 1% de espermátidas, finalmente en la fase puberal encontramos promedios de 4% para espermatogonias; 4% para células de soporte, 39% para los espermatocitos en división, 35% para las espermátidas y 17% para los espermatozoides.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Abdel-Raouf, M.: The postnatal development of the reproductive organs in -
bulls with special reference to puberty. Acta. Endocr., 34 (suppl. 49): 1 -
(1960).
- 2.- Ancel, P. and Bouin, P.: Recherches experimentales sur l'origine des gono-
cytes dans le testicule des mammiferes. C. R. Ass. Anat. 21: 1 (1926).
- 3.- Attal, J. and Courot, M.: Development testiculaire et etablissement de la -
spermatogenese chez le taureau. Annls. Biol. Anim. Biophys., 3: 219-(1963).
- 4.- Belt, W.D. and Cavazos, L.F.: Fine structure of interstitial cells of Ley-
dig in the mature and immature boar. Anat. Rec. 154: 315-316 (1966).
- 5.- Belt, W.D. and Cavazos, L.F.: Fine structure of the interstitial cells of
Leydig in the boar. Anat. Rec., 158: 333-350 (1967).
- 6.- Bullard, J.F.: Operations involving the testicule. Edited by H.W. Dunne -
and Leeman, A.D. 4th. Ed. Iowa University Press.: 1065-1067 (1975).
- 7.- Clermont, Y. and Perey, B.: Quantitative study of the cell population of -
the seminiferous tubules in immature rats. Am. J. Anat., 100: 241-247 -
(1957).
- 8.- Cole, H. and Cupps, P.: Reproduction in domestic animals. 3Th. Edition -
Academic Press., p. 629. (1977).
- 9.- Colebrander, B., Dielman, S.J. and Wensing, C.: Changes in serum LH concen-
trations during normal and abnormal sexual development in the pig. Biol. -
Reproduc., 17: 506-513 (1977).
- 10.- Courot, M.: Developpement du testicule chez l'agneau. Etablissment de la -

- spermatogenese. Annls. Biol. Anim. Biochim. Biophys., 2: 25 (1962a).
- 11.- Dufour, J. and Raeside, J.: Histochemical demonstration of Δ^5 - 3β and 17β - hydroxysteroid dehydrogenases in the testies of the boar. J. Reprod. Fert. 16: 123-124 (1968).
 - 12.- Erickson, B.: Effects of neonatal gamma irradiation on hormone production and spermatogenesis in the testies of the adult pig. J. Reprod. Fert., 8: 91-100 (1964).
 - 13.- Galina, C.: A study of the development of testicular function and an evaluation of testicular biopsy in farm animals. Ph. D. Thesis, London - (1971).
 - 14.- Galina, C.: Histological and electromicroscopical comparison between the immature equine, bovine, porcine and ovine testicles. Memorias del VII Congreso Internacional de Reproducción Animal e Inseminación Artificial. Munich, Alemania. p. 475. (1972).
 - 15.- Green, W. and Winters, L.: Histological studies of the boar testes. J. Morph. 75: 291 (1944a).
 - 16.- Green, W. and Winters, L.: The effect of sex on the development of the pig. IV Histological and endocrinological studies of the boar. J. Anim. Sci. 4: 55-62 (1944b).
 - 17.- Hanes, F.: The relations of one interstitial cells of Leydig to the production of an internal secretion by the mammalian testes. J. Exp. Med. 13: 338-354 (1911).
 - 18.- Hargitt, G.: The formation of the sex glands and germ cells in mammals - II. The history of the male germ cells in the albino rat. J. Morph. 42: 253 (1925).

- 19.- Hauser, E., Dickerson, G. and Mayer, D.: Reproductive development and performance of in bred and cross bred boars. Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta. 503. (1952).
- 20.- Hay, M. and Deane, H.: Attempts to demonstrate 3 β and 17 β -Hydroxysteroid - dehydrogenases histochemically in the testes of the stallion, boar, ram - and bull. J. Reprod. Fert. 12: 551-560 (1966).
- 21.- Herrera, J., Sosa, M., Ayala, F., Galina, C., Hernández, J. y Bermúdez, A. J.: Correlación morfofisiológica del desarrollo de las células de Leydig en el cerdo. Memorias de la VI Reunion de la Academia de Investigación en Biología de la Reproducción, Cocoyoc, Mor. p. 335 (1981).
- 22.- Lacy, D.: Certain aspects of testis structure and function. Brit. Med. Bull. 18: 205-208 (1962).
- 23.- Mc Fee, A. and Eblen, J.: Testicule development in miniature swine. J. Anim. Sci., 26:772 (1967).
- 24.- Ontavant, R., Courot, M., Hochereau de Reviers, M.: Spermatogenesis in domestic mammals. in Reproduction in domestic animals. Ed. by Cole, H. and Cupps, p. 3Th. Ed. Academic Press. New York, USA. p. 208 (1977).
- 25.- Phillips, R. and Andrews, F.: The development of the testes and serotum - of the ram, bull and boar. Bull. Mess. Agric. Exp. Sta. 331: 16 (1936).
- 26.- Phillips, R. and Zeller, J.: Sexual development in small and large types of swine. Anat. Rec., 85: 387-400 (1943).
- 27.- Snedecor, G. and Cochran, W.: Statistical methods. Academic Press. 6Th. - Ed. Ames Iowa. p. 5 (1974).
- 28.- Skinner, J. and Bowen, J.: Puberty in the welsh stallion. J. Reprod. Fert. 16: 133-135 (1968)

- 29.- Thomson, S.W. and Hunt, R.: Selected histochemical and histopathological - methods. Ed. Charles C. Thomas. Springfield, Ill., USA. p. 1639 (1966).
- 30.- Van Straaten, H. and Wensing, C.: Histomorphometric aspects of testicular morphogenesis in the pig. Biol. Reprod. 17: 467-472 (1977).
- 31.- Van Straaten, H. and Wensing, C.: Leydig cell development in the pig. - Biol. Reprod., 18: 86-93 (1978).
- 32.- Whitehead, R.: Studies of the interstitial cells of Leydig. 2. Their post embryogenic development in the pig. Am. J. Anat., 4: 193-197 (1905).