

Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

URUGUAY

BRUCELOSIS OVINA

JORNADA

JORNADA
Marzo 1995

Serie Actividades
de Difusión No. 45



TACUAREMBO



I. N. I. A. TACUAREMBO

ESTACION EXPERIMENTAL DEL NORTE

BRUCELOSIS OVINA

JORNADA

Participan:

S. U. L.
DI. LA. VE. "Miguel C. Rubino"
Facultad de Veterinaria

9 de Marzo de 1995

TABLA DE CONTENIDO

	Página
· Consideraciones sobre Fisiología Reproductiva del Camero Dr Daniel Cavestany	1
· Examen Clínico-Reproductivo del Camero como Método para detectar las Principales Patologías Reproductivas Dr Jorge Bonino Morlán	12
· Brucella ovis Determinación de su Prevalencia en Uruguay Dres M Silva Pararis, G Muller, J Bermúdez y F Errico	17
· Estudio Epidemiológico y Económico de Brucelosis Ovina en el Departamento de Tacuarembó Dra América Mederos	31
· Brucelosis Ovina por <i>Brucella Ovis</i> Dres J M Blasco y M Barberán	39

CONSIDERACIONES SOBRE LA FISILOGIA REPRODUCTIVA DEL CARNERO

Daniel Cavestany

I) INTRODUCCION

El presente trabajo no tiene por objeto abarcar exhaustivamente todos los aspectos de la fisiología reproductiva del macho, lo que resultaría muy extenso y se caería inevitablemente en complejos desarrollos teóricos. El objetivo es resumir los aspectos fisiológicos básicos de la función reproductiva del carnero, cuyo conocimiento es de fundamental importancia para poder realizar adecuadamente diagnósticos y pronósticos sobre la funcionalidad sexual del carnero.

II) RECUERDO ANATOMO-FISIOLOGICO

El desarrollo del tema que sigue, se referirá exclusivamente al testículo, para cumplir estrictamente con el objetivo del tema general, la Brucelosis Ovina.

a) Anatomía Funcional

1. Los Testículos

Son glándulas pares responsables de la producción de espermatozoides y hormonas sexuales masculinas. Son relativamente grandes, de forma oval, con una longitud media de 10 cm, 6 cm de diámetro y 300 a 500 gramos de peso (17,18,21). Están compuestos por túbulos seminíferos (TS) (90%) y tejido intersticial que los rodea (5) donde se encuentran las células de Leydig que producen testosterona; están recubiertos por el escroto.

2. El Escroto

Es la bolsa en la cual se encuentran los testículos. Está compuesto por la piel, túnica dartos y túnica vaginal. La piel del escroto contiene numerosas glándulas sudoríparas y sebáceas. La túnica dartos se adhiere a la piel, tiene una estructura muscular y divide al escroto en dos compartimientos en los cuales se alojan los testículos. La capa más interna de la pared escrotal, la túnica vaginal cubre estrechamente al testículo.

El escroto no solamente soporta y protege a los testículos sino que tiene un importante rol en la regulación de la temperatura testicular (17,18,21).

3. La Cápsula Testicular

La gruesa cápsula fibrosa que rodea estrechamente el parénquima glandular se denomina túnica albugínea, aunque ésta sea solamente una de las tres capas que componen la cápsula (4,8). Esta cápsula emite delgados tabiques que penetran en el parénquima testicular (trabéculas) y se extienden radialmente desde el mediastino a la túnica albugínea, dividiendo el órgano en unos 250 compartimientos, los lóbulos testiculares. Cada lóbulo está compuesto de 1 a 4 túbulos seminíferos (TS), de 150 a 250 micras de diámetro y 30 a 70 cm de longitud. La cápsula se ensancha en el borde anterior del testículo dando el mediastino testicular. Este es un cordón axil de tejido conectivo de 5 mm de grosor desde donde salen las trabéculas (21). Sirve para contener los canales de la rete testis y las porciones iniciales de los conductos eferentes que en número de 12 salen por la extremidad superior del testículo.

La cápsula contiene músculo liso y tejido conjuntivo (8,21). Sufre contracciones y relajaciones periódicas, lo que significa que está en estado de constante movimiento, ejerciendo presión sobre los TS. Estas contracciones rítmicas sirven de "masaje" al testículo, ejerciendo una acción de bombeo que ayuda al transporte de los espermatozoides no móviles de los TS a través de los conductos eferentes hacia el epidídimo.

Además de ciertos agentes químicos, la función de la cápsula está alterada por el calor. Un aumento de temperatura de 32 a 38 grados centígrados resulta en una marcada y constante contracción de ésta. Esto explicaría la disminución de tamaño testicular en animales criptóquidos (8).

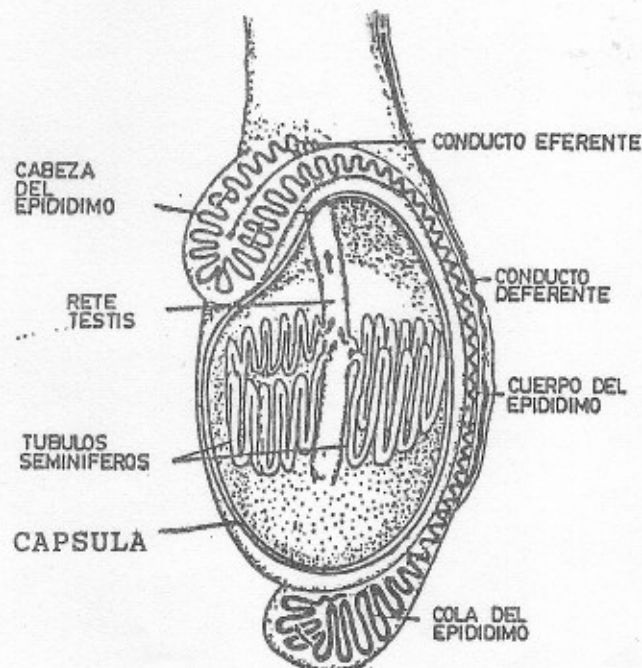


Figura 1.- Diagrama del sistema de ductos excurrentes del testículo. Las flechas indican las vías por la cual los espermatozoides son transportados al exterior. Fuente: (19)

4. La Barrera Sanguíneo-Testicular

Para que una sustancia pase del torrente sanguíneo al interior de los TS, debe primero cruzar las paredes de los capilares y luego penetrar las paredes de los túbulos. La pared capilar representa la primer barrera que las sustancias deben cruzar para abandonar el torrente sanguíneo. La presión de los vasos en el espacio intersticial, cerca de las células de Leydig debe ser tal que permita la filtración de sustancias proteicas (hormonas), mientras que en los capilares alrededor de los TS debe ser menor para reabsorber líquido (20).

La segunda barrera es el epitelio de los TS, cuya pared está formada por cuatro capas. Una de estas capas contiene células similares a las musculares (mioideas) y se cree que sean responsables de las contracciones rítmicas del TS que ayudan al transporte de los espermatozoides (4) Esta barrera de permeabilidad selectiva aísla totalmente el interior del TS del resto del organismo. La principal importancia es crear condiciones favorables para la producción de espermatozoides. Otra función importante es la de barrera inmunológica. Una vez que la célula germinal se hace haploide (mitad del número de cromosomas) se transforma en una célula extraña para el organismo. Por lo tanto, el animal podría crear anticuerpos contra sus propios espermatozoides (20).

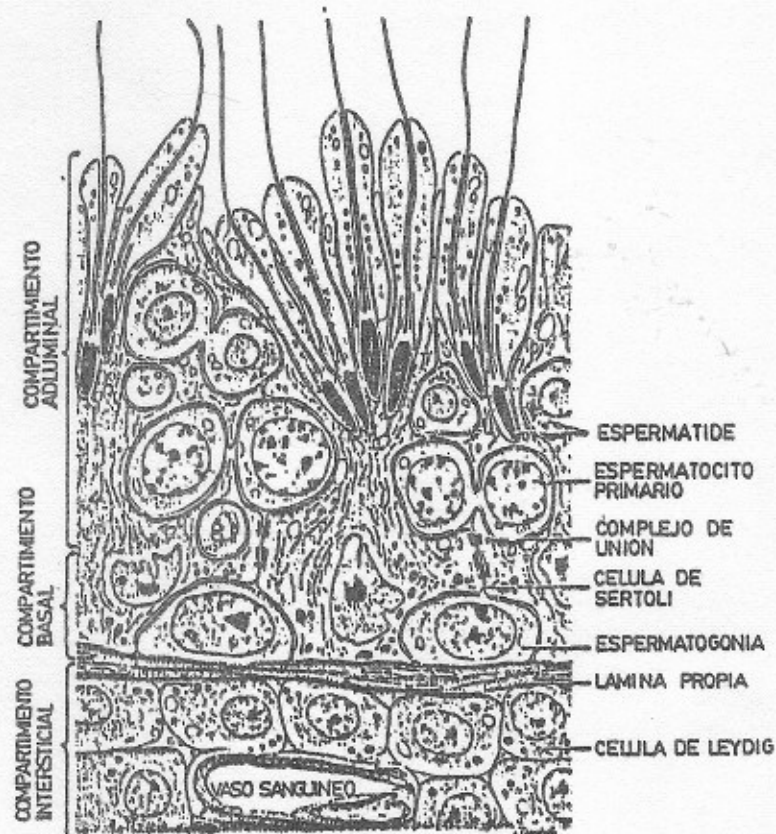


Figura 2.- Diagrama de parte del túbulo seminífero mostrando la relación de las células germinales con las células de Sertoli. Los espermatoцитos se mueven al compartimento adluminal a través de los complejos de unión entre las células de Sertoli adyacentes. Espermatogonias, espermatoцитos primarios y secundarios y espermatides se desarrollan en los espacios entre las células de Sertoli. Durante la elongación los espermatides se reubican, embebiéndose en la célula. Fuente: (1)

5. Los Túbulos Seminíferos (TS)

Los TS son ciegos y ambos extremos desembocan en la rete testis (20). La longitud total de los TS del carnero ha sido estimada en 4000 metros (17). El TS está compuesto por dos tipos de células, las espermatogénicas y las de soporte (Sértoli). Estas son de forma columnar, extendiéndose desde la membrana del TS hacia la luz del mismo. Ocupan del 25% al 30% del volumen total del testículo (10). Proveen soporte mecánico y nutrición a las células germinales.

Las primeras células germinales (espermatogonias) se encuentran en la membrana del túbulo, mientras que las células más avanzadas en el proceso de la espermatogénesis se desplazan hacia el interior del mismo.

- Compartimentalización

Dentro del TS se distinguen dos compartimientos divididos funcionalmente uno basal y otro adluminal. Las primeras células germinales (espermatogonias y espermatocitos) se encuentran en el primer compartimiento, mientras que los espermatocitos más avanzados (haploides) y las espermátidas se desplazan hacia el compartimiento adluminal. Aunque las células de Sértoli abarcan ambos compartimientos, éstos están separados por complejos puntos de intercambio o de unión, de permeabilidad selectiva que funciona como principal componente de la barrera sanguíneo-testicular y crea un microambiente especial para albergar a las células germinales más avanzadas que son además las más susceptibles de ser afectadas por agresiones externas.

- Fluido del TS

La concentración de los espermatozoides en la rete testis es del 1% mientras que en el epidídimo es del 70% (11). Esto indica que existe una abundante producción de líquido por los TS que es reabsorbido en la cabeza del epidídimo. Este fluido, cuya producción llega a los 40 cc diarios, sirve de transporte de los espermatozoides dentro del túbulo.

6. El Epidídimo

Está firmemente adherido al borde posterior del testículo y se divide en **cabeza, cuello y cola**. Los conductos eferentes que provienen de la rete testis se unen en la cabeza del epidídimo para formar un conducto único, que termina en el conducto deferente. La longitud de este conducto es de 60 metros. (12,13,21). La función principal de la cabeza es la reabsorción del fluido testicular. En el cuerpo se produce la maduración de los espermatozoides y la cola cumple fundamentalmente funciones de almacenamiento de espermatozoides.

En el epidídimo los espermatozoides adquieren:

- 1.- Capacidad de movimiento.
- 2.- Capacidad fertilizante.
- 3.- Modificación de su forma.
- 4.- Pérdida de la gota citoplasmática.

- 5 - Aumento de la susceptibilidad al shock de frío
- 6 - Aumento de la carga negativa de la superficie
- 7 - Reducción del punto isoeléctrico.
- 8 - Aumento de los puentes disulfuro.
- 9 - Cambios en lípidos y proteínas y en la composición antigénica.
- 10 - Modificación de la actividad enzimática.
- 11 - Alteración de la unión de lecitina a la superficie celular

- Transporte Espermático a través del Epidídimo

Es de 13 días en el carnero. El tiempo requerido para este transporte no se altera por eyaculaciones frecuentes (1), aunque hay quienes sostienen que el mismo puede ser reducido hasta en un 20% (12). Lo que si reduce las eyaculaciones frecuentes es el número de espermatozoides en la cola del epidídimo

La descripción de las demás estructuras anatómicas del tracto genital no es relevante a efectos del objetivo de este trabajo

III) MECANISMO DE TERMORREGULACION DEL TESTICULO

Cada testículo está suspendido en el escroto por medio de un largo pedículo vascular. el cordón espermático, que está compuesto por los conductos deferentes, vasos sanguíneos y nervios (4)

Para que la espermatogénesis sea posible, la temperatura testicular debe ser inferior a la corporal. Esto se consigue por un doble mecanismo. Por un lado el escroto que cuenta con receptores térmicos y abundantes glándulas sudoríparas y el músculo cremáster y el dartos que son capaces de contraer el testículo contra la pared abdominal o alejarlo.

El otro mecanismo se encuentra a nivel del cordón espermático y está dado por las circunvoluciones de la arteria y vena testicular que forman lo que se denomina plexo pampiniforme. A este nivel la sangre arterial que llega al testículo es enfriada por la sangre venosa que abandona el mismo, hasta crear un gradiente de temperatura de 4 grados centígrados.

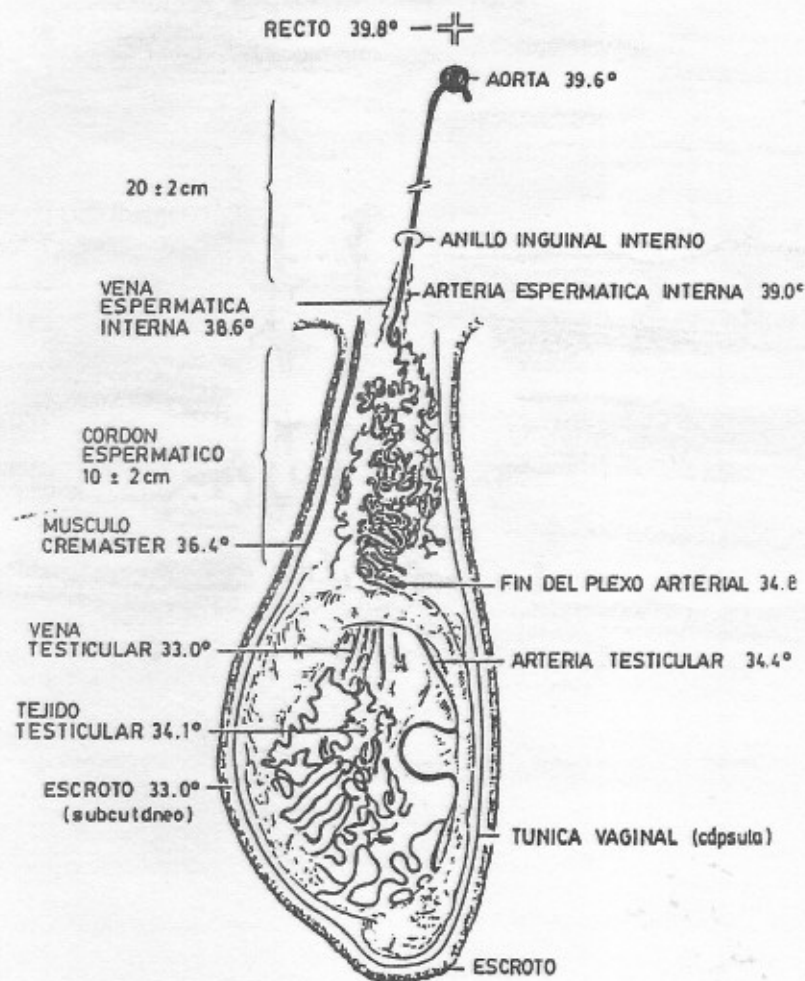


Figura 3 - Efectos del plexo pampiniforme en la modificación de la temperatura de la sangre entrando al testículo en carneros. Fuente: (22)

IV) ESPERMATOGENESIS

Se define como “la suma de las transformaciones que resultan en la formación de espermatozoides a partir de espermatogonias, al mismo tiempo que se mantiene constante la cantidad de estas últimas” (7,16).

Es un largo y elaborado proceso por el cual las células “madre” (espermatogonias) producen células haploides altamente diferenciadas, los espermatozoides (6). La descripción detallada del proceso excede el objetivo de este trabajo.

a) Cinética de la Espermatogénesis

Las espermatogonias son células diploides dividiéndose mitóticamente como cualquier otra célula del cuerpo. La única diferencia es que estas divisiones están sincronizadas a lo largo de ciertas porciones del TS (20). Este grupo de células, producidas aproximadamente al mismo tiempo y evolucionando coordinadamente a través del proceso forman lo que se denomina una generación (6,7). El epitelio seminífero está compuesto de 5 o 6 generaciones de células germinales, que no están dispuestas al azar, sino que forman asociaciones celulares de composición fija (6).

Tipicamente, cada asociación celular contiene

- Espermatogonias
- Espermatocitos
- Espermatidas

en varias etapas de desarrollo (3)

Las generaciones de células germinales se encuentran de acuerdo a la edad, de la periferia al centro del tubo. Posteriormente, a un tiempo determinado, aparece otra generación que fuerza a la anterior hacia la luz del tubo. Luego, a un intervalo idéntico, aparece una tercera generación. Estas generaciones representan etapas del ciclo del epitelio seminífero (6) y son divisiones de un proceso continuo creadas arbitrariamente por el hombre para poder determinar el proceso de la espermatogénesis (2).

b) Ciclo del Epitelio Seminífero

Un ciclo completo de estas etapas, dependiente del tiempo se denomina ciclo del epitelio seminífero y se define como "una serie de cambios en un área dada del epitelio seminífero, entre dos apariciones de las mismas etapas de desarrollo" (12,16).

La duración del ciclo es el intervalo entre la aparición de la espermatogonia madre y la liberación de los espermatozoides producidos a partir de ella (16). El número de etapas que componen el ciclo varía con las especies.

La constancia en la duración del proceso está dada porque una nueva generación de espermatogonias comienza a desarrollarse antes que la generación anterior se haya desarrollado completamente.

c) Duración del Proceso Espermatogénico

Mientras que el fin del proceso puede ser fácilmente definible por la liberación de espermatozoides a la luz del TS, el comienzo es más difícil de precisar. La primera división espermatogónica no es fácilmente detectable y por lo tanto la duración del proceso se expresa a menudo en función de la duración del ciclo del epitelio seminífero (7).

El tiempo necesario para completar un ciclo del epitelio seminífero es de 10.3 días en el carnero. En general se requieren entre 4 y 5 ciclos epiteliales antes que la espermatogonia A del primer ciclo haya completado la metamorfosis de la espermatogénesis (12). La duración del proceso es de aproximadamente 47 días

En síntesis, el proceso espermatogénico es cíclico y constante en condiciones fisiológicas (sin considerar variaciones estacionales). El mismo se realiza a lo ancho y a lo largo del TS

La diferenciación celular de espermatogonia a espermatozoide se produce a lo ancho del TS, con las células más diferenciadas moviéndose hacia el interior del mismo. La diferenciación más importante en este proceso está dada por el paso de espermatogonia B a espermatocito primario, en que la célula deja el compartimiento basal para ubicarse en el adluminal, es decir al interior de la barrera sanguíneo-testicular y aislandose del resto del organismo

A lo largo del TS el proceso se distribuye en etapas, es decir la diferenciación celular comienza en momentos diferentes en distintos segmentos del TS. Este orden evita el "embotellamiento" de espermatozoides en la luz del túbulo o a la entrada de la rete testis, el cual se produciría si todos los espermatozoides de un mismo ciclo y en un mismo TS fueran liberados al mismo tiempo a la luz

d) Espermiación

Es el proceso por el cual los espermatozoides son liberados de las células de Sertoli y transportados a través de la rete testis y los conductos eferentes hacia el epidídimo. La ruptura de los puentes intercelulares entre las espermátidas resulta en la formación de la gota citoplasmática.

e) Factores que Afectan el Proceso Espermatogénico

Entre ellos se pueden mencionar:

- Nutrición
- Temperatura
- Luz (fotoperíodo)
- Estado Sanitario
- Actividad sexual (9)

La espermatogénesis, si bien es un proceso continuo, tiene una organización secuencial y considerando que las células más avanzadas son las más susceptibles a ser afectadas, cuando se producen agresiones al testículo en el semen eyaculado aparecen diferentes alteraciones espermáticas y en distinto porcentaje. El diagnóstico de procesos de degeneración testicular y su pronóstico, desde el punto de vista del estudio del semen se realiza mediante la obtención de muestras seriadas a intervalos determinados.

V) PRODUCCION ESPERMATICA

a) Producción Espermática Diaria

La importancia del conocimiento del proceso espermatogénico radica en el número de espermatozoides fértiles producidos (1). Sin embargo, hay que diferenciar entre lo que es producción y colección diaria de espermatozoides. Esta última se define como el número total de espermatozoides eyaculados y obtenidos en un cierto período de tiempo expresado en una base diaria. Si se realizan colecciones de semen a una frecuencia suficientemente alta, la obtención espermática puede aproximarse a la producción diaria, aunque los valores son siempre inferiores.

Como bien lo expresa Durán del Campo (9), los testículos son una maravillosa "máquina" de producir espermatozoides. Esta "máquina", en condiciones normales, "fabrica" espermatozoides las 24 horas del día. La producción depende (como toda máquina) de su capacidad. Esta capacidad está dada por los TS y la población activa de células germinales dentro de ellos. Como los TS constituyen un 90% del total del testículo, se puede calcular la producción espermática diaria en función del tamaño o el peso testicular. En base a esto, se ha estimado que la producción espermática diaria del carnero oscila en los 20 millones de espermatozoides por gramo de testículo. Si se toma un peso testicular promedio de 500 gramos, un carnero adulto puede llegar a producir 10 a 15 mil millones de espermatozoides por día.

VI) REGULACION ENDOCRINA DE LA FUNCION TESTICULAR

La célula de Sertoli es la única célula somática dentro del TS, es en gran medida la que dicta el desarrollo y mantenimiento de la espermatogénesis y está regulada por la Testosterona (T) y la FSH (15).

Las hormonas son esenciales en la espermatogénesis desde la etapa de espermatocito en adelante, pero no en etapas más tempranas (14).

La LH afecta la espermatogénesis controlando la producción de andrógenos e indirectamente regulando el desarrollo testicular.

La FSH actúa sinérgicamente con la LH iniciando la producción de testosterona y en el desarrollo de espermátidas y espermatozoides maduros (15).

Hay otras hormonas que intervienen en la fisiología testicular aunque no directamente en la espermatogénesis. Entre ellas cabe mencionar las **Prostaglandinas** que estimulan la contracción del músculo liso contribuyendo al transporte espermático. La **Melatonina**, producida por la glándula pineal tiene acción en las variaciones fotoperiódicas de la función testicular.

VII) BIBLIOGRAFIA

- 1 AMMAN,R.P 1970 Sperm Production Rates In The Testis Ed por J A Johnston, W R Gomes y N L VanDemark 1a ed Academic Press NY, USA Vol I 433-482
- 2 BERNDSTON,W E 1977 Methods for Quantifying Mammalian Spermatogenesis A Review J Anim Sci 44:818-833
- 3 BERNDSTON,W E ,DESJARDINS,C 1974 The Cycle of the Seminiferous Epithelium and Spermatogenesis in the Bovine Testis Am J Anat 140 167-180
- 4 BLOOM,W,FAWCETT,D W 1968 A Textbook of Histology Ed W B Saunders & Co Philadelphia, USA 9a ed 805-836
- 5 BUTLER,R W 1980 Curso de Endocrinología Dept of Animal Sc Cornell University, Ithaca, NY, USA
- 6 CLERMONT,Y 1972 Kinetics of Spermatogenesis in Mammals Seminiferous Epithelium Cycle and Spermatogonial Renewal Physiological Rev 52 198-236
- 7 COUROT,M;HOCHEREAU de REVIERS,T;ORTAVANT,R 1970 Spermatogenesis In The Testis Ed por A.D Johnston, W R Gomes y N L VanDemark Academic Press NY USA Vol I 339-432
- 8 DAVIS,J.R ,LANGFORD,D A ,KIRBY,P J 1970 The Testicular Capsule In The Testis Ed por A.D Johnston, W R Gomes Y N.L VanDemark Academic Press, NY, USA Vol I 282-334
- 9 DURAN del CAMPO,A 1982 Anatomía, Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial en Ovinos Ed Hemisferio Sur Montevideo, Uruguay 264 pp
- 10 DYM,M;CAVICCIA,J C 1978 Functional Morphology of the Testis Biol Reprod 18 1-15
- 11 GOMES,W R ,VANDEMARK,N.L 1974 The Male Reproductive System. Annual Rev Physiol 36:307-330
- 12 HAFEZ,E S.E 1980 Reproduction in Farm Animals. Ed Lea & Febiger Philadelphia, USA 4a. ed. 627 pp
- 13 KARSH,F.J 1984 The Hypothalamus and Anterior Pituitary Gland. In. Reproduction in Mammals. Book 3: Hormonal Control of Reproduction. Ed. por C R Austin y R V Short Cambridge University Press. UK 2a. ed. 52-75

14. LOSTROH, A.J. 1976 Hormonal Control of Spermatogenesis. In: Regulatory Mechanisms of Male Reproductive Physiology. Ed. por C.H. Spilman y col. Excerpta Medica. Amsterdam, Holanda. 13-27
15. MEANS, A.R.; DEDMAN, J.R., TASH, J.S., TINDALL, D.J., Van SICKLE, M., WELSH, M.J. 1980 Regulation of the Testis Sertoli Cell by Follicle-Stimulating Hormone. *Am. Rev. Physiol.* 45: 59-70
16. ORTAVANT, R.; COUROT, M.; HOCHEREAU de REVIERS, T. 1977 Spermatogenesis in Domestic Animals. Ed. por Cole & Cupps. Academic Press. NY, USA. 3a. ed. 203-227
17. ROBERTS, S.J. 1986 Veterinary Obstetrics and Genital Diseases (Theriogenology). Published by the Author. Distributed by David & Charles Inc. North Pomfret, Vermont 05053, USA. 981 pp.
18. SALAMON, S. 1976 Artificial Insemination of Sheep. Ed. por Publicity Press. 29-31 Meagher St. Chippendale, NSW 2008 Australia. 104 pp.
19. SETCHELL, B.P. 1977 Male Reproductive Organs and Semen. In: Reproductive in Domestic Animals. Ed. por Cole & Cupps. Academic Press. NY, USA. 3a. ed. 229-255
20. SETCHELL, B.P., WAITES, G.M.H. 1975 The Blood-Testis Barrier. In: Handbook of Physiology and Endocrinology. Ed. por D.W. Hamilton y R.O. Greep. Am. Physiol. Soc. Washington DC, USA. Sect. 7, Vol. VII. 143-172.
21. SISSON, S.; GROSSMAN, J.D. 1969 Anatomía de los Animales Domésticos. 4a. ed. Salvat Ed. Barcelona, España. 952 pp.
22. WAITES, G.M.H. 1980 Functional Relationships of the Mammalian Testis and Epididymis. *Aust. J. Biol. Sci.* 33: 355-370.