

24 83



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO HISTOLOGICO DEL APARATO
REPRODUCTOR MASCULINO DEL "ACHOQUE"
(Ambystoma dumerilli, Dugés), URODELO DEL LAGO
DE PATZCUARO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A ;

JUSTINO GERARDO GOMEZ RIOS

MEXICO, D. F.

1989

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

RESUMEN

Ambystoma dumerilii es un urodelo endémico que habita en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Es una especie neotécnica ya que, en su ciclo de vida, no presenta metamorfosis. Existen escasas referencias a la reproducción de esta especie y son, solamente, en condiciones de laboratorio. En el presente trabajo se analizan las características del aparato reproductor masculino de A. dumerilii, en condiciones naturales, durante el ciclo anual, los órganos obtenidos se procesaron con las técnicas; H-E, tricrómica de Masson y PAS.

De manera similar a otros urodelos, la espermatogénesis es longitudinal y ocurre en los tubos seminíferos en dirección antero-posterior, en conjuntos celulares o quistes que se diferencian sincrónicamente.

Se observaron todas las etapas de la espermatogénesis: espermatogonias primarias; espermatogonias secundarias; espermátocitos primarios en fases de meiosis (leptótena, cigótena, paquítena, diplótena, metafase I y anafase I); espermátocitos secundarios; espermátidas en las cuales se observó un cambio de forma progresivo hasta constituir espermatozoides. En todas las etapas se observaron las células de sostén en relación con las células sexuales, así como el tejido intersticial que rodea los tubos seminíferos. Las etapas de espermiación, restos grumosos y formas irregulares de espermatozoides, también fueron observados.

Asociados a los testículos, se encuentran los conductos reproductores: vasos eferentes, tubos transversales y conducto deferente, cada uno con características histológicas propias.

El complejo glandular cloacal, localizado en la región caudal del cuerpo, muestra dos tipos de glándulas, las cuales se diferencian por el tipo y cantidad de secreción.

En primavera son abundantes las espermatogonias. La espermatogénesis se activa al fin de la primavera.

En verano es muy activa la espermiogénesis. En septiembre ocurre la espermiación.

INDICE

I. <u>ANTECEDENTES</u>	
a) Ubicación taxonómica	1
b) Características anatómicas externas	1
c) Distribución geográfica	1
d) Importancia de la especie <u>Ambystoma dumerilii</u>	1
e) Descripción anatómica del aparato reproductor masculino del género <u>Ambystoma</u>	2
f) Espermatogénesis	4
g) Aspectos hormonales de la espermatogénesis	6
h) Conductos reproductores	7
i) Glándulas	9
II. <u>OBJETIVOS</u>	10
III. <u>MATERIAL Y METODO</u>	11
IV. <u>RESULTADOS</u>	
a) Testículo	14
b) Conductos Reproductores	47
c) Complejo Glandular Cloacal	56
V. <u>DISCUSION</u>	59
VI. <u>REFERENCIAS</u>	63

I. ANTECEDENTES.

a) Ubicación taxonómica.

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Amphibia
Orden	Caudata
Familia	Ambystomatidae (Halleivell, 1858, cit. por Noble 1931)
Género	<u>Ambystoma</u>
Especie	<u>A. dumerilii</u> (Dugès, 1870)

b) Características anatómicas externas de A. dumerilii.

A. dumerilii es un urodelo que mide de 74 a 170 mm. del hocico al ano y pesa, aproximadamente, de 160 a 204 g. Es de color, en general, pardo, más claro en las partes centrales del dorso y el vientre, los costados muestran manchas blanquecinas; las banquias son negras; tienen manos semipalmeadas y patas palmeadas; la cabeza y el dorso están cubiertos de pequeños puntos hundidos formados por las aberturas de las glándulas de Capiel que secretan un humor latescente, amargo y de mal olor (Dugès, 1870; Brandon, 1970).

c) Distribución geográfica.

Esta especie es endémica del Lago de Pátzcuaro, en el estado de Michoacán, México. Es llamada "achoque de agua" por la población tarasca que vive en la región (Dugès, 1870; Brandon, 1970).

d) Importancia de la especie A. dumerilii.

Esta especie tiene gran interés biológico, especialmente, por sus características de endemismo y neotenia. Con respecto a la neotenia, Pierce, B. y H.M. Smith, (1979), concluyen que este término puede ser usado en sentido amplio (sensu lato) y en sentido estricto (sensu stricto); en

el primer caso, se usa para denotar el fenómeno de reproducción larval, en general, y en el segundo, para denotar una reproducción larval vía un desarrollo somático retardado en contraposición a una reproducción precoz (paedogénesis). Estos autores, proponen que el término neotenia, en sentido restringido, puede aplicarse a la reproducción larval en los urodelos, dado que existen evidencias de que esta reproducción larval es el resultado de un retraso en el desarrollo somático y la paedogénesis no es común que ocurra en este grupo; además, en virtud de una larga historia de asociación del término neotenia con la reproducción larval en urodelos, este término debe aplicarse a ellos.

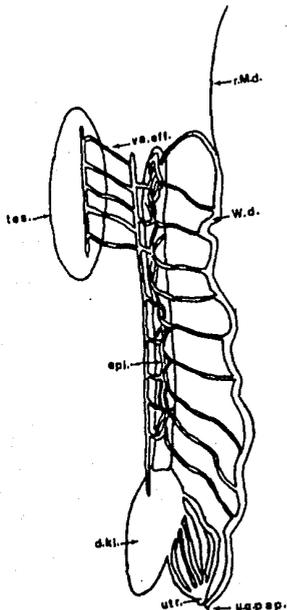
A. dumerilii es una especie escasamente estudiada. Dugès (1870) la describe inicialmente y Brandon (1970, 1972 y 1977) refiere algunos aspectos de su biología. Brandon (1970) considera a esta especie emparentada con A. mexicanum; y Smith (1969) analiza las relaciones de especies como A. dumerilii, A. mexicanum, A. tigrinum y A. opacum.

Brandon (1970, 1972, 1976 y 1977) realiza estudios en esta especie en relación a: rangos de tamaño en machos y hembras; hibridización entre A. dumerilii y A. mexicanum en condiciones de laboratorio; metamorfosis inducida en A. dumerilii también en condiciones de laboratorio y algunos aspectos reproductivos, especialmente la época de maduración de los gametos de los animales en cautiverio. Todos estos estudios los realizó utilizando ejemplares de una colonia establecida en su laboratorio, en la Universidad de Carbondale, Illinois. Sin embargo, la reproducción de A. dumerilii no ha sido estudiada en condiciones naturales, antes de este estudio.

e) Descripción anatómica del aparato reproductor masculino del género Ambystoma. Esquema No. 1

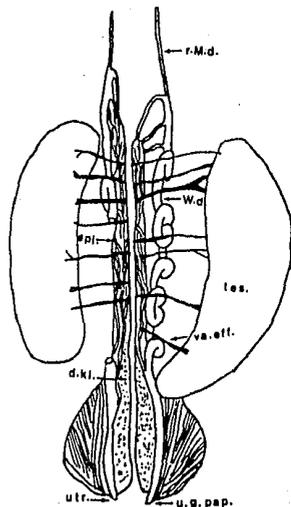
Los testículos son pareados, elongados y muestran estrechamiento en las partes terminales. Se sitúan a ambos lados de la línea media del cuerpo relacionados, en su extremo craneal, a los pulmones; presentan cuerpos grasos situados ventralmente, o a la misma altura de los testículos (Baker y Taylor, 1964). A diferencia de otros urodelos, la superficie del testículo de las especies de Ambystoma no está pigmentada (Carrick, 1934).

Tomando en cuenta las características anatómicas generales del aparato reproductor masculino para el género Ambystoma, se ejemplifica Ambystoma tigrinum, especie perteneciente a este género y cercano a Ambystoma dumerilii. Esquema 2.



Esquema No. 1. lado izquierdo del sistema urogenital de un macho típico de la familia Ambystomatidae (tomado de Baker & Taylor, 1969).

Abreviaturas: conducto de Muller rudimentario (r.M.d.); conducto de Wolf (W.d.); epidídimo (epi.); papila urogenital (u.g.pap.); riñón definitivo (d.Ki.); testículo (tes.); ureter (utr.) y vasos eferentes (Va. eff.).



Esquema No. 2 muestra el sistema urogenital de un macho de Ambystoma tigrinum diaboli axolotl. (tomado de Baker & Taylor, 1969)

Abreviaturas : conducto de Muller rudimentario (r.M.d.); conducto de Wolf (W.d.); epidídimo (epi); papila urogenital (u.g.pap.); riñón definitivo (d.Ki.); testículo (tes.); ureter (utr.) y vasos eferentes (Va. eff.).

Las células germinales primarias están rodeadas por tejido conjuntivo y, por repetidas divisiones, dan lugar a túbulos, subdivididos en quistes, los cuales reemplazan a los tubos que degeneran cuando salen los espermatozoides maduros. Un corte longitudinal del testículo muestra, generalmente, todos los estadios del ciclo: en el tejido conjuntivo, espermatogonias primarias; espermatogonias secundarias, formando grupos; espermatoцитos; espermiogénesis y tubos degenerados con residuos (Carrick, 1934).

f) Espermatogénesis.

Carrick (1934) y Miltner y Armstrong (1983) estudian las características generales del proceso de espermatogénesis en A. tigrinum y en A. mexicanum respectivamente y mencionan las siguientes características:

En los testículos, los quistes comienzan a aparecer con espermatogonias aisladas, estas células se caracterizan por ser grandes ($24\mu\text{m}$ según Miltner y Armstrong, 1983; o de $50\mu\text{m}$ según Carrick, 1934) y esféricas, con formas nucleares irregulares y están rodeadas por pequeños grupos de células de sostén.

Estas células se dividen por mitosis, de manera incompleta, en consecuencia, las dos células hijas permanecen unidas por un puente citoplásmico y se forman las espermatogonias secundarias.

Las espermatogonias secundarias, después de sucesivas mitosis, forman grupos llamados quistes y aparecen más densas, con gruesas masas de cromatina y un nucléolo grande y esférico. Los quistes de espermatogonias secundarias, posteriormente, ofrecen un arreglo de células alrededor de una luz central.

Continúa un período de crecimiento, durante el cual se forma el espermatoцитo primario, aproximadamente, con el doble de diámetro de la espermatogonia secundaria que le precedió.

El espermatocito primario es el estadio de la primera división meiótica. En el comienzo de la profase I, finos gránulos de cromatina aparecen dispersos en el núcleo y hay un nucléolo conspicuo. Los sucesivos estadios de la profase I ocurren gradualmente y, a juzgar por el gran número de etapas presentes, esta fase ocupa una gran proporción del tiempo que toma el ciclo. Esto es importante cuando se recuerda que es durante este período, que la sinapsis y el intercambio de material hereditario ocurren entre los cromosomas homólogos.

Los espermatocitos en leptótena tienen la cromatina densamente empaquetada y todavía no se distingue un patrón fibrilar; en la medida que avanza esta etapa se aprecian gránulos densos, de diferente tamaño, de cromatina.

En cigótena, la cromatina aparece menos densa y muestra ya un carácter fibrilar.

En paquítena, los cromosomas aparecen como gruesas fibras y, en algunas ocasiones, se puede distinguir el apareamiento de los cromosomas homólogos.

Finalmente, en diplótena, se aprecian claramente los cromosomas homólogos parcialmente separados y formando quiasmas.

La diacinesis y la metafase I se reconocen fácilmente, ya que los cromosomas están totalmente condensados y por su colocación hacia el ecuador del huso meiótico.

Continúan la anafase I y la telofase I, después de las cuales permanecen puentes intercelulares.

El espermatocito secundario es el estadio de la segunda división de la meiosis. Las células son claramente más pequeñas que en etapas previas.

Parece no haber una marcada reducción del tamaño celular al final del estadio de espermatocito secundario, por lo tanto, las espermátidas tempranas no se diferencian fácilmente de los espermatocitos secundarios.

El núcleo de las espermátidas tiene un aspecto más uniforme que el de los espermatocitos secundarios y, paulatinamente, adquiere una forma oval. A medida que la elongación progresa, el diámetro de la espermátida decrece.

Los espermatozoides maduros se reconocen por un enrollamiento característico de células extremadamente elongadas.

g) Aspectos hormonales de la espermatogénesis.

Norris et al. (1985) mencionan que la espermatogénesis y la regulación de la esteroidogénesis en los urodolos puede iniciarse por el estímulo de la FSH (hormona folículo estimulante) y la LH (hormona luteinizante) provenientes de la hipófisis.

Las células que rodean a los túbulos seminíferos en los testículos llamadas intersticiales o de Leydig, poseen enzimas necesarias para la esteroidogénesis y se considera que son la fuente principal de los andrógenos en circulación.

Estudios de Moore (1975); Norris et al (1985) en A. tigrinum mencionan que los niveles de testosterona y 5 dihidrotestosterona poseen variaciones estacionales significativas. El punto más alto de producción de andrógenos, en esta especie, fué en el otoño, época que corresponde a la meiosis y espermiogénesis; y los puntos más bajos fueron en la estación de apareamiento. Los bajos niveles de andrógenos en el plasma de animales en período de apareamiento puede ser consecuencia de una reducción de la secreción de LH, dada por la inhibición del sistema hipotálamo-hipofisario, o bien, por un agotamiento de las células esteroidogénicas del testículo hacia las gonadotropinas, como mecanismo de regulación de los receptores después de un periodo de intensa actividad secretora, los autores mencionados comentan que estas hipótesis esperan ser confirmadas. Con respecto a estructuras fuera del testículo, los niveles de andrógenos están relacionados íntimamente con la hipertrofia del epitelio de revestimiento de los vasa deferentia y las condiciones del complejo glandular cloacal de esta especie.

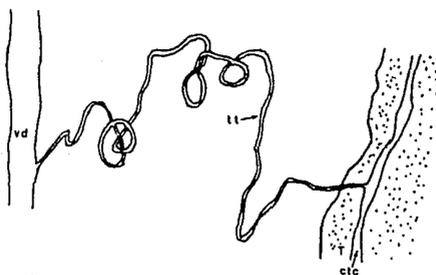
h) Conductos Reproductores.

Con respecto a los conductos reproductores, Williams et al. (1984) estudiando las especies Eurycea lucifuga y E. longicauda mencionan la presencia de diversos tipos de conductos reproductores que son: el canal testicular central, que circula dentro del testículo, del cual parten los tubos transversales, éstos se contornean en su camino en diversos puntos y se vacían al conducto deferente.

De acuerdo con Baker y Taylor (1964), los conductos intratesticulares se vacían al conducto deferente, a través de una región epididimal (Esquema No. 1), la que correspondería a los tubos transversales mencionados por Williams et al. (1984).

En relación al conducto deferente, Baker y Taylor (1964), señalan para Ambystoma tigrinum y otras especies de este género, que este conducto comprende una región craneal contorneada y una caudal recta, próxima al riñón en su porción más desarrollada (Esquema No. 2).

En el Esquema No. 3, que proponen Williams et al. (1984), se muestra la disposición de esta serie de conductos reproductores.

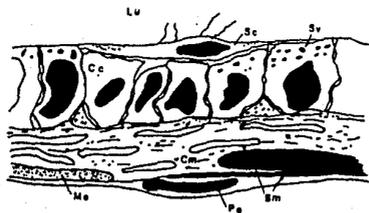


Esquema No. 3. corte de un tubo transversal de las salamandras E. lucifuga y E. longicauda (tomado de Williams, A.A. et al 1984).

Abreviaturas: canal testicular central (ctc); testículo - (t); tubos transversales (tt) y Vasos deferentes (vd).

En relación a las características histológicas de los conductos, Williams et al. (1984), describen a los tubos transversales de la siguiente forma; poseen externamente un epitelio peritoneal (mesotelio), una capa de tejido conjuntivo, con fibras de colágena, y un epitelio interno cúbico. Las células cúbicas contienen núcleos redondos u ovales que ocupan casi toda la altura del epitelio y en el citoplasma se observan vesículas.

Con respecto a los conductos deferentes, Williams et al. (1984) y Zalisko y Larsen (1988), describen lo siguiente: su pared está compuesta de cinco capas: 1) un epitelio peritoneal (mesotelio); 2) tejido conjuntivo con fibroblastos, melanocitos y vasos sanguíneos; 3) una capa de músculo liso; 4) membrana basal; y 5) un epitelio interno cúbico. En cuanto a éste último, Williams et al. (1984) observan un epitelio cúbico muy regular, mientras que Zalisko y Larsen (1988) lo observan irregular, y, con células planas apicales (Esquema No. 4).



Esquema No. 4. Corte de un vaso deferente de *Rhyacotriton olympicus* que muestra: músculo liso (Sm), células escamosas (Sc), epitelio mesotelial (Pe), melanocitos (Me), células cúbicas (Cc), matriz de colágena (Cw), y vesículas secretoras (Sv). Luz (Lu).

Tomado de : Zalisko, E. J. y Larsen, J. H. 1988.

i) Glándulas.

Norris et al. (1985) y Williams et al. (1985) llaman al conjunto de glándulas exócrinas asociadas al aparato reproductor masculino de los urodelos complejo glandular cloacal.

Estas glándulas están involucradas en la formación de espermátóforos, feromonas que intervienen en el cortejo y otras sustancias químicas que influyen en aspectos conductuales de las salamandras.

Williams et al. (1985) mencionan que los machos de las familias de salamandras poseen conjuntos de glándulas tubulares simples. De acuerdo a sus características histológicas se pueden diferenciar dos tipos de glándulas, el primero, con células epiteliales columnares con citoplasma con un contenido muy claro; y el segundo, con células epiteliales cúbicas con un citoplasma granuloso, con un contenido mucho más denso.

En cuanto al aspecto histoquímico predominan los mucopolisacáridos, glico-aminoglicanos sulfatados y no sulfatados, carbohidratos, lípidos y algunos aminoácidos, como productos de secreción de estas glándulas.

II. OBJETIVOS.

1. Contribuir al conocimiento histológico del aparato reproductor masculino y sus variaciones durante el ciclo estacional de Ambystoma dumerilii, especie endémica del lago de Pátzcuaro.
2. Contribuir al estudio comparado del aparato reproductor masculino de los urodelos.

III. MATERIAL Y METODO.

Se colectaron machos adultos de la especie Ambystoma dumerilii (Duges, 1870), durante las cuatro estaciones del año. El número de ejemplares fué 12, distribuidos de la siguiente manera: primavera (3); verano (3); otoño (3) e invierno (3) (Fig. 1).

Se midió la longitud de los especímenes de la boca al ano y la longitud de los testículos (Tabla I).

Los testículos obtenidos se fijaron en formol al 10%, durante 48 hs., o en Bouin, durante 12 hs. Se lavaron en agua corriente para quitar el exceso de fijador. Se deshidrataron en alcoholes graduales de 50%, 70%, 80%, 90% y 100%, con un tiempo promedio de 2 hs. en cada uno, posteriormente se colocaron en xilol durante un tiempo mínimo de 24 hs.

Se incluyeron en parafina, con un primer cambio de xilol-parafina (1:1), y 2 cambios en parafina pura. El tiempo promedio en cada uno de los 3 cambios fué de 45 minutos.

Los cortes se hicieron en un microtomo para cortes en parafina marca Reichert con un grosor de 7 μ m. Los cortes se hicieron siguiendo una dirección transversal y longitudinal, alternando tanto el testículo izquierdo como el derecho con sus conductos deferentes, o bien, tomando los dos testículos y conductos.

Se aplicaron las siguientes técnicas de tinción:

- Hematoxilina-Eosina,
- Tricrómica de Gallego,
- Tricrómica de Masson,
- PAS.

Una vez teñidos y montados los cortes, se procedió a la observación y medición de los tipos celulares. Se midió el diámetro de las células en un microscopio Zeiss y con una reglilla micrométrica Zeiss C8x, - - previamente calibrados. Concluyendo con la toma de fotografías en un - fotomicroscopio Zeiss III, utilizando película para negativos en color Fuji y Kodak 135, 100 ASA.



Fig. 1. Ambystoma dumerilii (Duges, 1870).

Tabla I. Longitud de los especímenes y de los testículos.

PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO		
	LONGITUD			LONGITUD			LONGITUD			LONGITUD	
	Boca-Año	Testículo		Boca-Año	Testículo		Boca-Año	Testículo		Boca-Año	Testículo
Ej. 1	11 cm.	2.5 cm.	Eje. 4	12 cm.	3 cm.	Eje. 7	12.5 cm.	7 cm.	Ej. 10	11.5 cm.	4 cm.
Ej. 2	11.5 cm.	3 cm.	Ej. 5	12.5 cm.	3 cm.	Ej. 8	12 cm.	5 cm.	Ej. 11	12 cm.	4 cm.
Ej. 3	12 cm.	3 cm.	Ej. 6	12 cm.	3.5 cm.	Ej. 9	13 cm.	5 cm.	Ej. 12	12 cm.	4 cm.

IV. RESULTADOS.

a) Testículos.

La posición de los testículos en A. dumerilii, es en la cavidad abdominal y en posición dorsal. Durante los cambios estacionales observados existen diferencias que van, desde una forma arrionada y un tamaño pequeño (3 cm. de longitud), hasta una forma alargada y muy grande (7 cm. de longitud) característica de un organismo antes de la espermiación (Fig. 2).

Los testículos se encuentran situados en posición cercana al conducto paramesonéfrico o de Müller (rudimentario) y al conducto mesonéfrico o de Wolff, a los cuerpos grasos y al riñón (Figs. 3 y 4).

Los testículos están rodeados por una cápsula delgada de tejido conjuntivo. Esta cápsula contiene abundantes fibras de colágena, se distinguen también núcleos alargados de fibroblastos y algunos vasos sanguíneos localizados irregularmente (Figs. 4, 7, 12, 14 y 37).

En el interior del testículo existen tubos seminíferos de diferente diámetro, que en corte transversal varían de 285 μm . a 460 μm rodeados por tejido intersticial (Figs. 5 y 12).

Dentro de los tubos seminíferos se encuentran las células germinales formando quistes, es decir, agrupaciones de células sexuales masculinas en proceso de espermatogénesis (Figs. 12, 13, 26, 27, 28 y 36), entre los quistes solamente se aprecian estructuras filamentosas muy finas (Figs. 28 y 37).

La espermatogénesis es longitudinal, esto se aprecia con claridad en cortes longitudinales del testículo (Figs. 5 y 6) en los cuales, las espermatogonias se localizan en el extremo craneolateral del testículo y, desde ahí, se desplazan hacia la región caudal, a la vez que van avanzando en el proceso de la espermatogénesis. Este proceso ocurre sincrónicamente en todas las células de un quiste, por lo cual, en el interior de cada uno de ellos encontramos solo un tipo de célula (Figs. 12, 13, 27, 28 y 29).

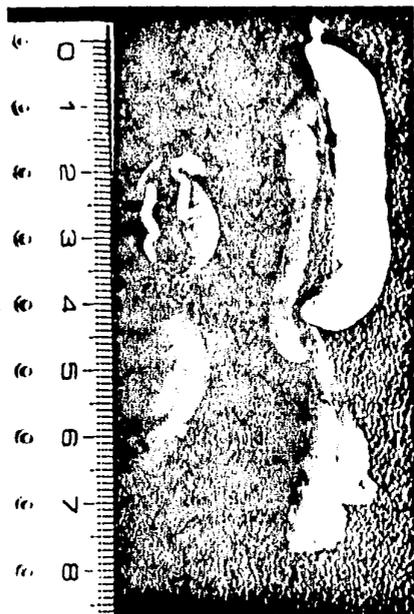


Fig. 2. Aparato urogenital de A. dumerilii. El testículo se observa de color crema. A la derecha de la figura el testículo está en pleno desarrollo, corresponde al mes de septiembre; a la izquierda el testículo en la fase previa a la espermatogénesis, corresponde al mes de mayo.



Fig. 3. Relación del testículo (t), con el riñón (ri), el conducto mesoneférico (W), el conducto paramesoneférico (M), un vaso sanguíneo (vs) y el cuerpo graso (cg).
Técnica: H-E. 78 X



Fig. 4. Panorama que muestra el testículo en su región craneal, con espermatogonias (Eg) en su interior.
Técnica: H-E. 78 X

Aspectos panorámicos de la espermatogénesis longitudinal
(Figs. 5 y 6)

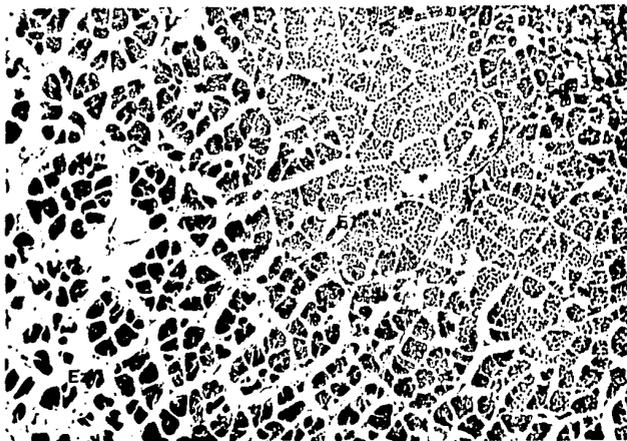


Fig. 5. Panorama del testículo. Espermatogénesis longitudinal. Se observan las diferentes etapas de la espermatogénesis, desde espermatogonias (Eg) en el extremo superior derecho, hasta espermatozoides (Ez) en el extremo inferior izquierdo; en la parte media se aprecian espermatocitos los. (E1).
Técnica: Tricrómica de Gallego. 32 X

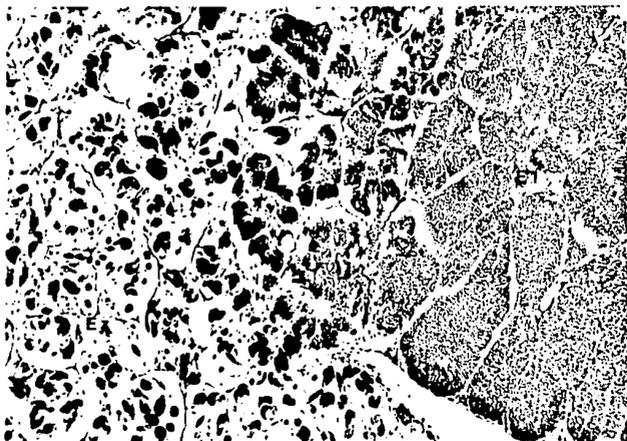


Fig. 6. Panorama del testículo. Espermatogénesis longitudinal. tubos con células en diferentes etapas espermatogénicas: espermatocitos los. (E1) espermatozoides

Características de las células de los tubos seminíferos.

Hemos seleccionado los testículos de los ejemplares colectados en septiembre, etapa en la cual observamos la espermiación y, en consecuencia, todas las etapas de la espermatogénesis, para describir sus características. Posteriormente, se comparan las diferentes estaciones del año con los cambios ocurridos en el testículo.

Células de sostén. Estas células están siempre asociadas a los conjuntos de las células sexuales. Sus núcleos son ovoides o alargados, miden 24 μm . de largo en promedio y se caracterizan por su aspecto granuloso (Fig. 9, 15, 19, 21 y 27).

Espermatogonias. Estas células se localizan en el extremo craneolateral del testículo (Figs. 4, 5 y 7), formando acúmulos fácilmente reconocibles. Son esféricas y miden 30 μm . de diámetro en promedio; sus núcleos son ovoides o esféricos con grumos irregulares de cromatina, en algunos de ellos es posible observar cromosomas en fases de división celular (Figs. 9, 10 y 28); el citoplasma es homogéneo y ligeramente basófilo (Figs. 8, 9 y 10).

En su fase inicial, como espermatogonias 1as., estas células están aisladas, situadas irregularmente entre el tejido conjuntivo (Fig. 8); en la medida que avanzan en su maduración, ya como espermatogonias 2as., pueden formar grupos colocados alrededor de una pequeña luz (Fig. 9), que en fases posteriores, se va definiendo como un claro espacio central (Figs. 7 y 11). En consecuencia, la estructura tubular del testículo se forma mediante la actividad mitótica de las espermatogonias que forman conjuntos celulares, bien delimitados por tejido conjuntivo y la formación paulatina de una luz central.

Al formarse los conjuntos de espermatogonias, quedan entre ellas células de sostén, las cuales muestran sus núcleos alargados y granulosos (Figs. 8, 9 y 10).

Espermatogonias

(Figs. 7 a 11)

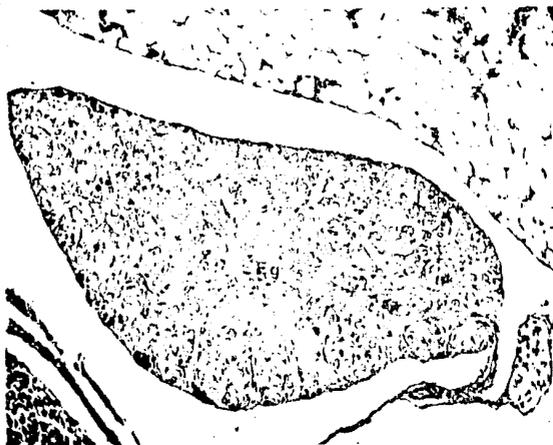


Fig. 7. Panorama del testículo en su región craneal. Se observan espermatogonias (Eg), es frecuente su arreglo alrededor de una luz.
Técnica: Tricrómica de Gallego. 200 X

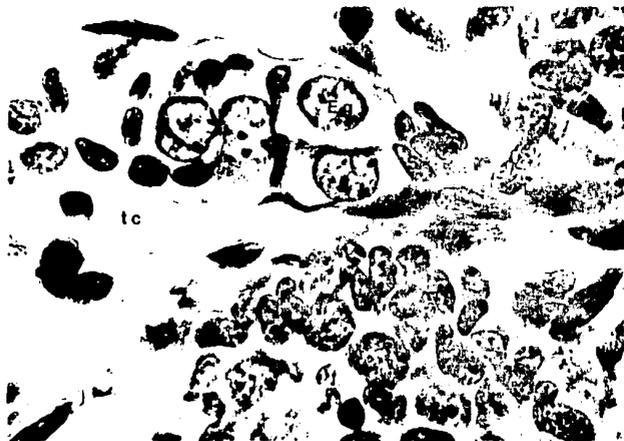


Fig. 8. Espermatogonias las. (Eg), asociadas con células de sostén (S) y rodeadas de tejido conjuntivo (tc).
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X

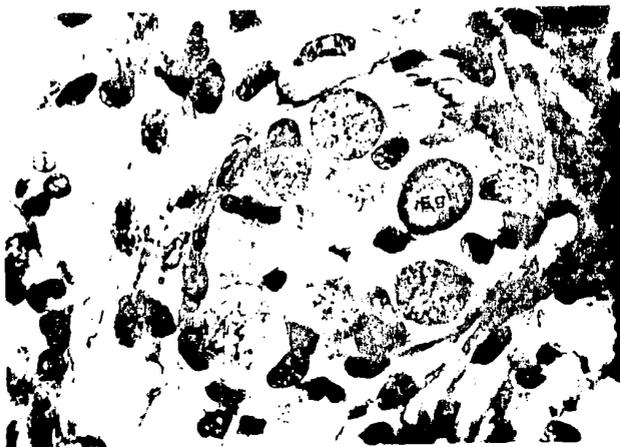


Fig. 9. Espermatogonias 2as. (Eg), células de sostén (S) asociada. Actividad mitótica (↑).
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X



Fig. 10. Detalle de la Fig. anterior. Espermatogonias 2as. Se observan los límites citoplasmáticos (↑) y una mitosis (*).
Técnica: Tricrómica de Masson. 1250 X

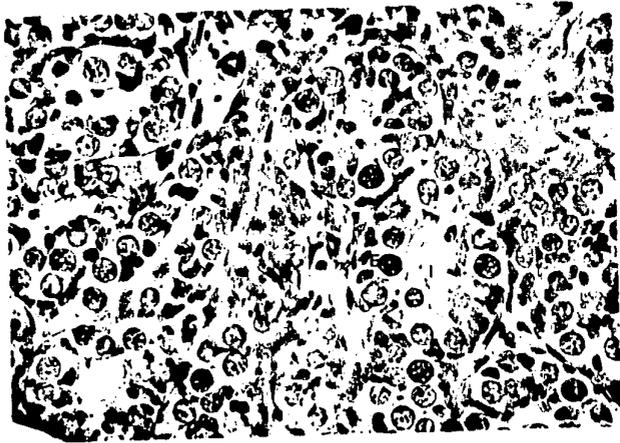


Fig. 11. Espermatogonias 2as. (Eg) organizadas en conjuntos
alrededor de una luz (1).
Técnica: H-E. 200 X

Espermatocitos 1os. Son células esféricas que miden $19\ \mu\text{m}$. de diámetro en promedio; sus núcleos también son esféricos y miden $16\ \mu\text{m}$. de diámetro en promedio, muestran la cromatina en una disposición muy variada, de acuerdo con su grado de maduración (Figs. 12 y 13). Al respecto, encontramos varios tipos de núcleos de acuerdo a la etapa de meiosis en la que se encuentren:

Leptótena. Las células en esta etapa tienen grumos gruesos y densos de cromatina dispersos en el núcleo de manera irregular (Figs. 14 y 15).

Cigótena. Los núcleos muestran mayor tamaño en relación a la etapa anterior, y se distinguen fácilmente filamentos finos de cromatina distribuidos en el núcleo en forma de red (Figs. 16 y 17).

Paquítena. Los núcleos celulares son de tamaño similar al de la fase anterior; los cromosomas se observan como gruesas fibras con finas y cortas prolongaciones laterales (Figs. 18 y 19).

Diplótena. El diámetro del núcleo es similar al de las dos fases anteriores, los cromosomas homólogos se han separado en varios niveles y aún se observan apareados en algunos puntos, lo que forma quiasmas, son claramente más cortos y densos que en la fase anterior (Figs. 20 y 21).

Metafase I. Los cromosomas están en el ecuador del huso meiótico, en algunos casos fue posible observar las fibras del huso (Figs. 22 y 23).

Anafase I. Los cromosomas se observan separados en dos grupos hacia los polos del huso (Figs. 22, 23, 24 y 25).

Espermatocitos 2os. Son células de forma esférica, claramente más pequeñas que los espermatocitos primarios; miden $14\ \mu\text{m}$ de diámetro en promedio y sus núcleos son de aproximadamente $14\ \mu\text{m}$. de diámetro, en éstos se aprecian granulaciones finas de cromatina distribuidas homogéneamente, lo que le da un aspecto más regular y denso, en relación a las etapas anteriores (Figs. 26, 47 y 48).

Espermatocitos

(Figs. 12 a 26)

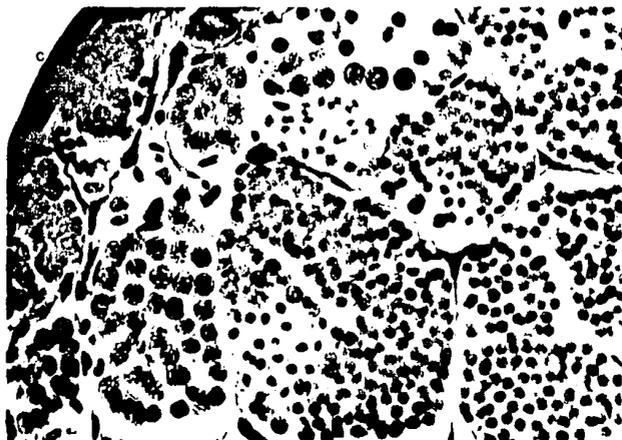


Fig. 12. Espermatocitos los. en diferentes etapas de maduración. Se observa la cápsula del testículo (c).
Técnica: Tricrómica de Masson. 200 X

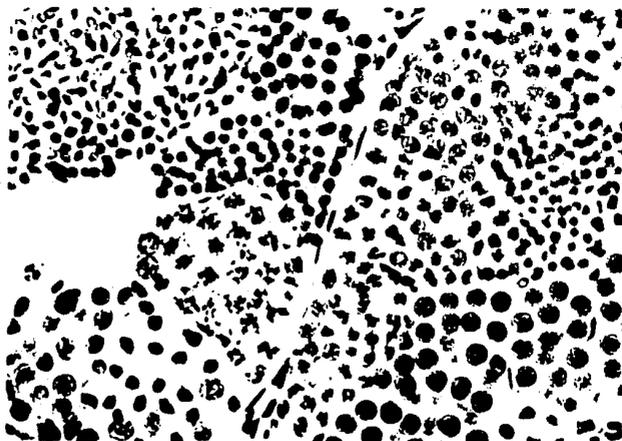


Fig. 13. Espermatocitos los. Aspecto general de los tubos que contienen espermatocitos los. en diferentes etapas de maduración.
Técnica: H-E. 200 X



Fig. 14. Espermatocitos los. en fase leptótena (L). Se observa el mesotelio de la cápsula (m).
Técnica: H-E. 1250 X

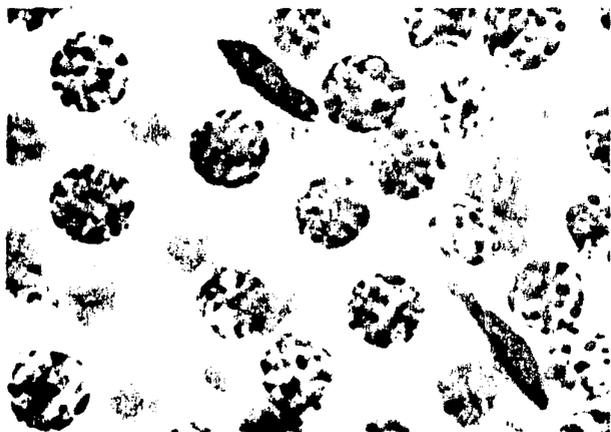


Fig. 15. Espermatocitos los. en fase leptótena (L), células de sostén (S).
Técnica: H-E. 1250 X

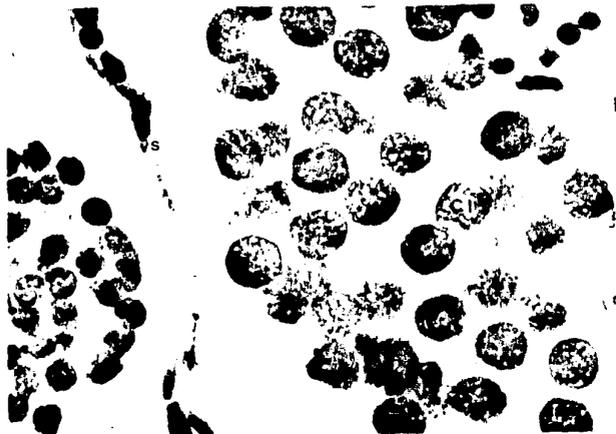


Fig. 16. Espermatocitos los. en fase cigótena (Ci), en el tejido intersticial se observa un vaso sanguíneo (vs).
Técnica: Tricrómica de Gallego. 500 X

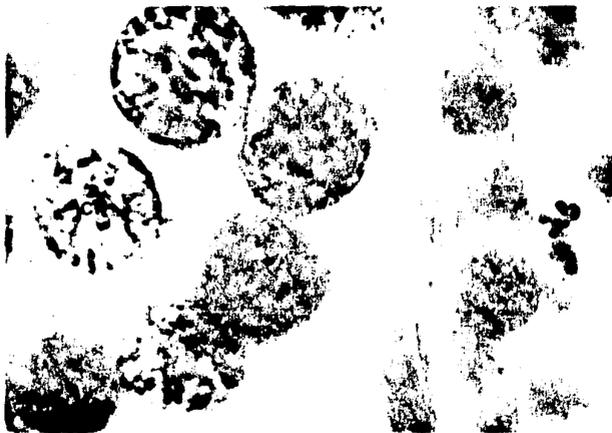


Fig. 17. Espermatocitos los. en fase cigótena (Ci).
Técnica: H-E. 1250 X

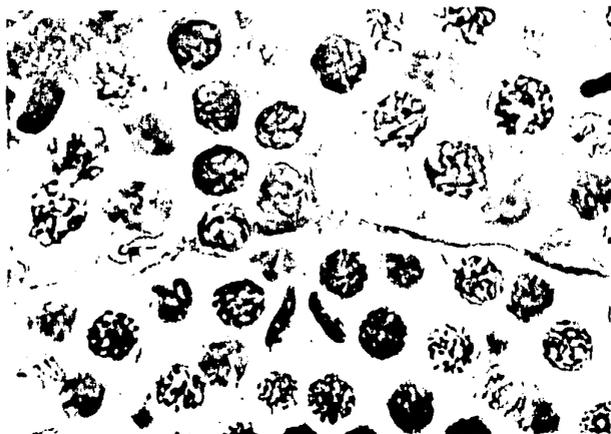


Fig. 18. Espermatocitos los. en fase paquítena (P).
Técnica: H-E. 500 X

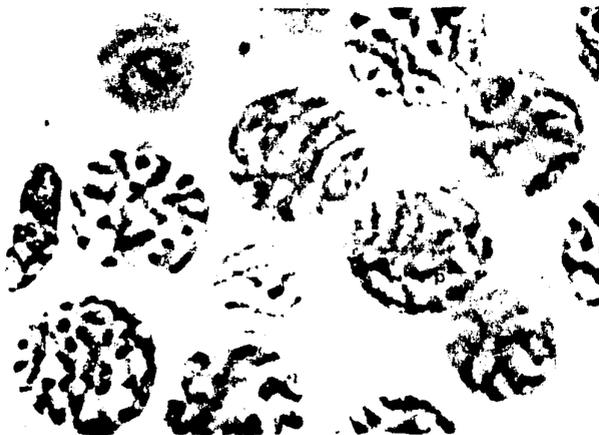


Fig. 19. Espermatocitos los. en fase paquítena, se observa asociada una célula de sostén (S).
Técnica: H-E. 1250 X

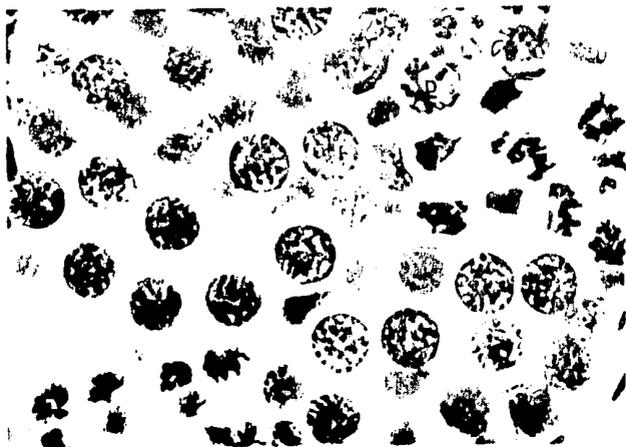


Fig. 20. Espermatocitos los. en fase diplótena (D).
Técnica: H-E. 500 X

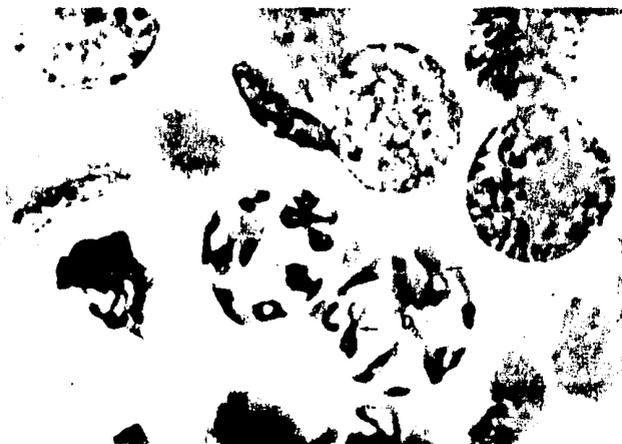


Fig. 21. Espermatocitos los. en fase diplótena (D), se aprecian los quiasmas (↑) y una célula de sostén (S).
Técnica: H-E. 1250 X

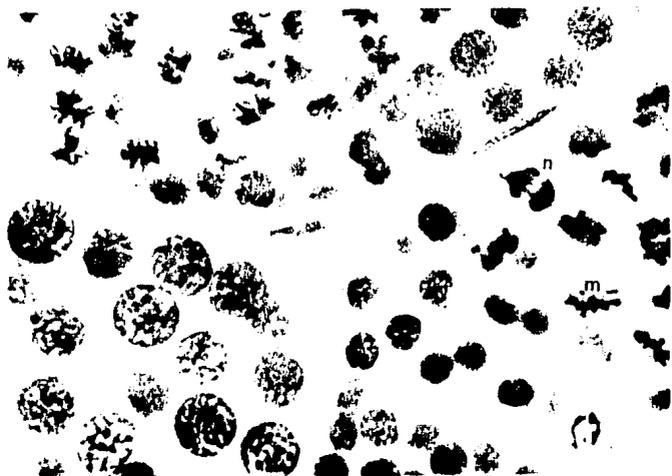


Fig. 22. Espermatocitos los. en metafase I (m) y anafase I (n).
Técnica: H-E. 500 X

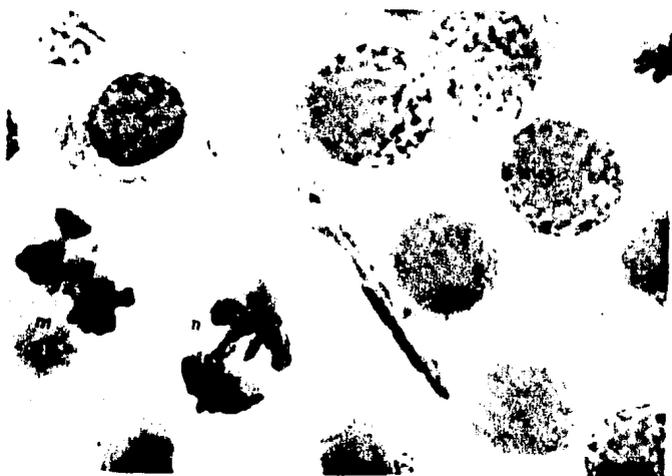


Fig. 23. Detalle de la Fig. anterior con espermatocitos los. en metafase I (m) y anafase I (n).
Técnica: H-E. 1250 X

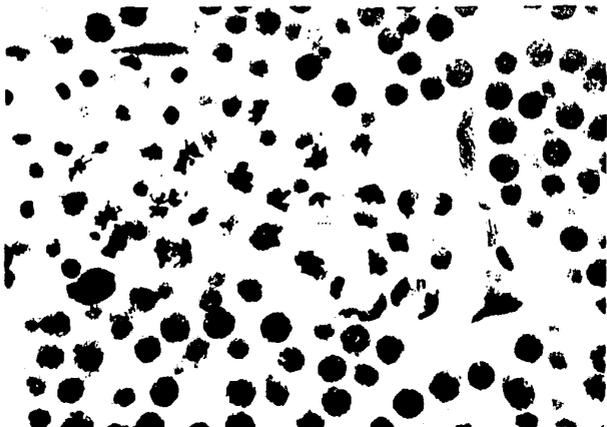


Fig. 24. Espermatocitos los. en anafase I (n).
Técnica: H-E. 500 X



Fig. 25. Detalle de la Fig. anterior con espermatocitos los.
en anafase I (n).
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 26. Espermatocitos 2os. (E2), se puede observar la diferencia de tamaño con los espermatocitos 1os. (E1) y espermátidas (Ep).
Técnica: H-E. 500 X

Espermátidas. Son células cuya forma y tamaño varían a lo largo de la espermiogénesis. En general, se observa un alargamiento y adelgazamiento gradual, desde la forma esférica de la espermátida inicial hasta el espermatozoide (Figs. 27, 28 y 29).

A continuación, se mencionan varias etapas de este proceso que ejemplifican los cambios observados:

En la etapa inicial, las espermátidas se observan esféricas, sus núcleos miden $10\ \mu\text{m}$. en promedio. La cromatina es densa y, en ocasiones, se pueden ver granulaciones y vacuolas de diferente tamaño (Figs. 30 y 31).

A continuación, las espermátidas empiezan a alargarse, lo que es evidente en la forma del núcleo que presentan una forma ovoide, en esta condición miden $14\ \mu\text{m}$. de diámetro mayor en promedio; la cromatina sigue siendo densa, granulosa y con vacuolas (Fig. 32).

Posteriormente, continúa el alargamiento de las espermátidas, miden sus núcleos $30\ \mu\text{m}$. de largo en promedio y, en consecuencia, se observan más delgados (Figs. 33 y 34).

En la etapa final de la espermiogénesis, la forma de las espermátidas es aún más alargada; sus núcleos miden $60\ \mu\text{m}$. de largo y continúa su adelgazamiento. En este momento, el acrosoma se distingue claramente en el extremo de la cabeza del espermatozoide en formación, con aspecto hialino y ligeramente acidófilo (Figs. 35 y 36).

La condición quística se mantiene durante toda la espermiogénesis, así como su relación con las células de sostén, puesta en evidencia por la presencia de sus núcleos (Fig. 27, 28 y 31).

Es también evidente durante este proceso, la posición de todas las cabezas de los espermatozoides en formación de cada quiste, en la misma dirección (Figs. 33, 34 y 35).

Espermiogénesis

(Figs. 27 a 36)



Fig. 27. Panorama de un tubo que contiene células en espermiogénesis (†), el tejido intersticial muestra pequeños vasos sanguíneos y núcleos alargados de fibroblastos. Técnica: H-E. 200 X

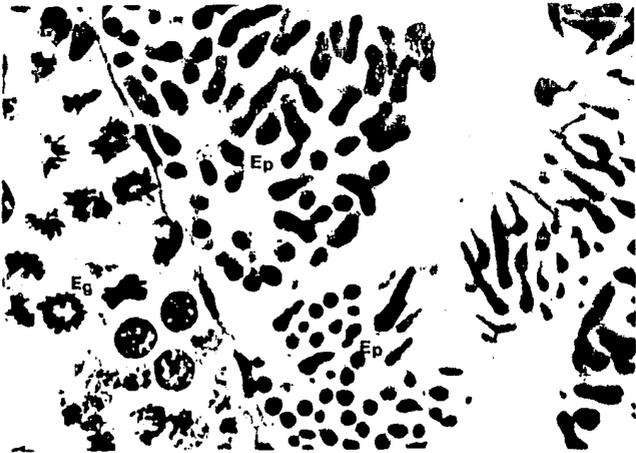


Fig. 28. Espermátidas (Ep) en las primeras fases de elongación. A la izquierda se observan espermatogonias 2as. (Eg). Técnica: H-E. 500 X

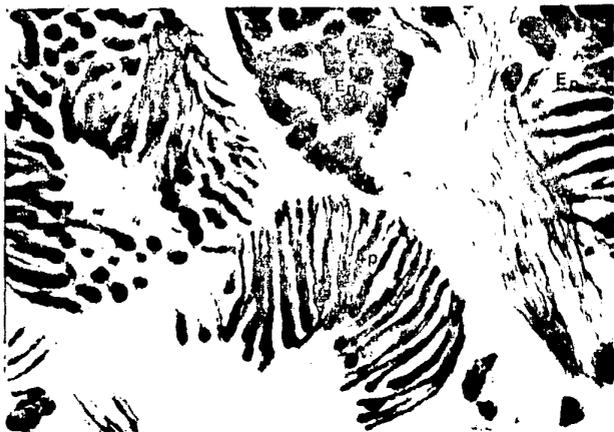


Fig. 29. Espermátidas (Ep) en diversos estadios de la espermiogénesis.
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X

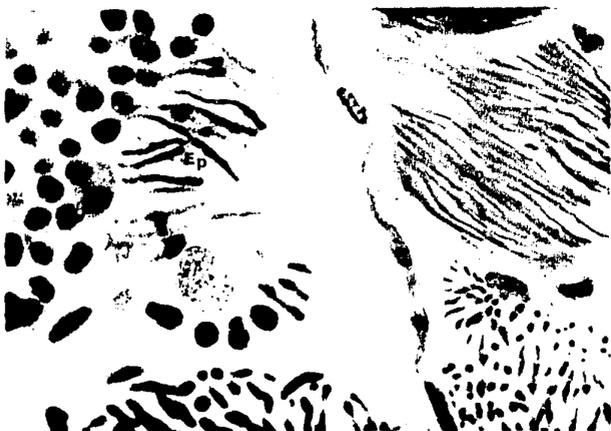


Fig. 30. Espermátidas (Ep) se observan en diferente etapa de maduración. Tejido intersticial (t), cel. de sostén (s).
Técnica: H-E. 500 X

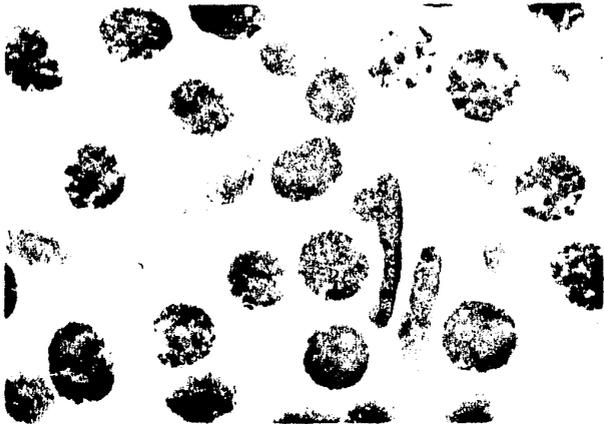


Fig. 31. Espermatidas esféricas (Ep). Células de sostén (S).
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 32. Espermatidas (Ep), se aprecia una forma ovoide de los núcleos debido al alargamiento, también se observa vacuolización en su interior.
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 33. Espermatidas (Ep) con un alargamiento evidente.
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 34. Espermatidas (Ep), continúa su elongación, aún es
evidente su vacuolización (↑).
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 35. Espermatidas (Ep) definitivamente alargadas. Se aprecia el acrosoma (↑).
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 36. Un aspecto general de las últimas fases de la espermiogénesis. En el tubo de la izquierda se observan espermatozoides (Ez).
Técnica: H-E. 200 X

Espermatozoides. Estas células miden 70 μm . de largo en promedio; siempre se encuentran agrupadas en haces y las cabezas de un mismo haz de espermatozoides siempre están dirigidas hacia la misma dirección. La forma del espermatozoide es muy alargada y delgada, es posible distinguir el acrosoma por su afinidad tintórea con todas las técnicas de tinción utilizadas (Figs. 36, 37, 38, 39 y 40).

En las etapas finales de la espermatogénesis fué frecuente observar haces de filamentos muy largos y finos en el extremo apical de las cabezas de los espermatozoides, los cuales muestran una afinidad tintórea similar a la de los extremos apicales de los mismos (Figs. 38, 39, 42 y 46).

Espermiación. En la época reproductiva, pueden observarse en los testículos, tubos seminíferos en los cuales hay quistes sin espermatozoides. Esto indica la salida de los espermatozoides del testículo. Esto puede observarse en su inicio (Fig. 42), o en etapas más avanzadas, cuando ya son muchos los quistes sin espermatozoides (Figs. 41, 43 y 45).

En los quistes, después de que han sido expulsados los espermatozoides, encontramos un aspecto grumoso, irregular, que se tiñe de manera similar al extremo apical del espermatozoide (Figs. 43, 44 y 45). En ocasiones, fué posible observar el núcleo de una célula de sostén al borde de este conjunto grumoso, así como un límite membranoso alrededor (Fig. 44).

En algunos quistes, encontramos formas irregulares de espermatozoides, que suponemos son formas defectuosas y, por esta razón, permanecen en los tubos seminíferos, aún cuando la mayoría hayan sido expulsados (Figs. 45 y 46). En algunos quistes de espermatozoides normales, se observan algunas formas irregulares de espermatozoides; en otros tubos se observaron algunos quistes con numerosas formas irregulares (Fig. 46).

También se observaron células con núcleos muy densos de formas irregulares, cuya morfología no corresponde a ninguna de las descripciones revisadas (Fig. 47).

Espermatozoides

(Figs. 37 a 40)

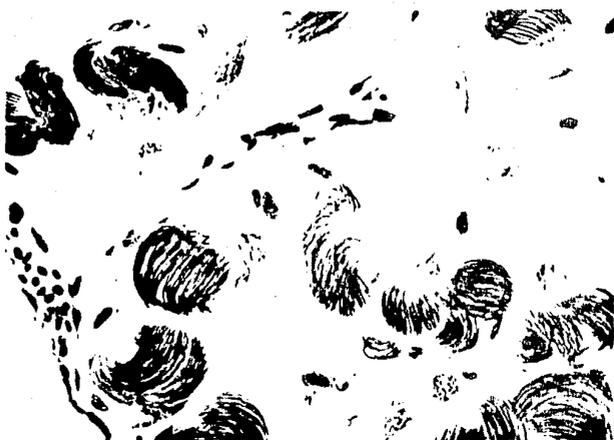


Fig. 37. Panorama de un tubo seminífero con espermatozoides (Ez) dispuestos en haces, a la izquierda un vaso sanguíneo de la cápsula (vs).
Técnica: H-E. 200 X



Fig. 38. Espermatozoides. Se observan las cabezas hacia la misma dirección (↑) y filamentos en su extremo apical; asociada, una célula de sostén (S).
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X



Fig. 39. Espermatozoides. Se observa el haz característico que forman los espermatozoides (Ez) y la diferente afinidad a los colorantes del acrosoma; célula de sostén (S).

Técnica: Tricrómica de Galleo. 500 X



Fig. 40. Espermatozoides (Ez) en su fase final de maduración en el testículo, con su orientación característica.
Técnica: PAS. 500 X

Espermación
(Figs. 41 a 45)

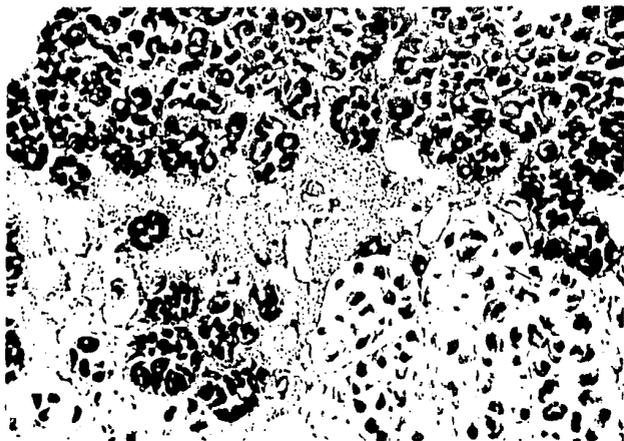


Fig. 41. Panorámica del testículo que muestra la gran cantidad de tubos con espermatozoides (Ez). En la región inferior derecha se observan tubos con menor cantidad de espermatozoides (↓), células tipo epitelial (P).
Técnica: H-E. 32 X

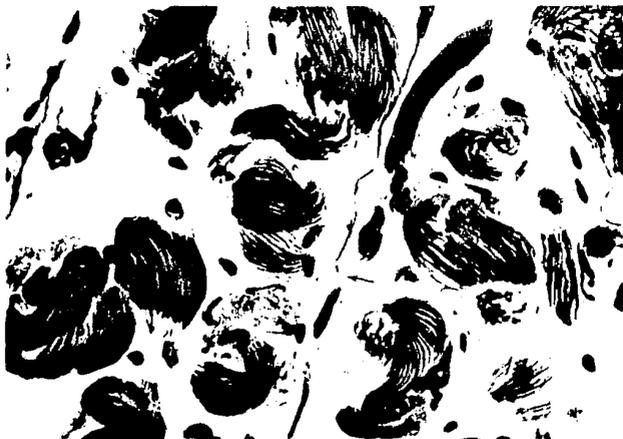


Fig. 42. Inicio de la espermiación (*). Se observan espermatozoides (Ez), filamentos en los extremos de sus cabezas (F) y límites del tubo (↓).
Técnica: Tricrómica de Masson. 200 X

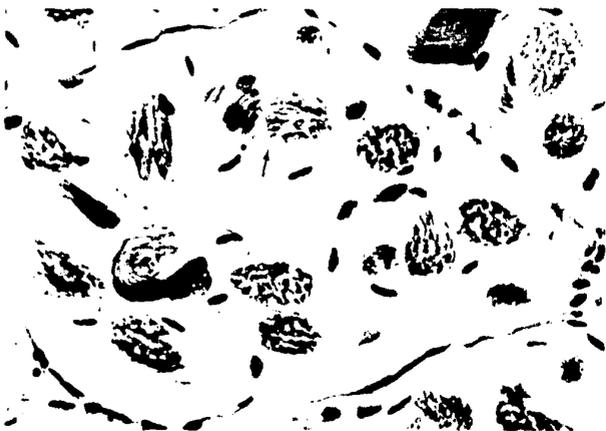


Fig. 43. Espermiación avanzada. Se observa un aspecto irregular al interior de los quistes sin espermatocitos (↑) y algunos espermatocitos (Ez).
Técnica: H-E. 200 X

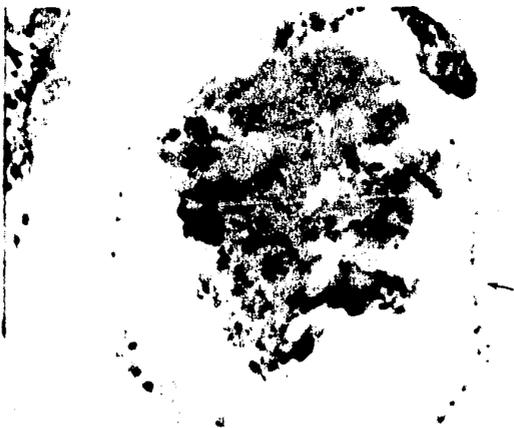


Fig. 44. Detalle de la Fig. anterior. Espermiación. Un quiste sin espermatocitos con contenido filamentososo de aspecto irregular; alrededor del quiste es evidente un límite membranoso (↑) asociado a un núcleo de una célula de sostén (S).
Técnica: H-E. 1250 X



Fig. 45. Espermiación. Aspecto de 2 tubos en espermiación avanzada, en el de la izquierda se encuentran formas filamentosas (F) y algunos espermatozoides (Ez); en el de la derecha se observan formas irregulares de espermatozoides (↑).
Técnica: H-E. 200 X

Algunas formas irregulares de espermatozoides

(Figs. 46 y 47)

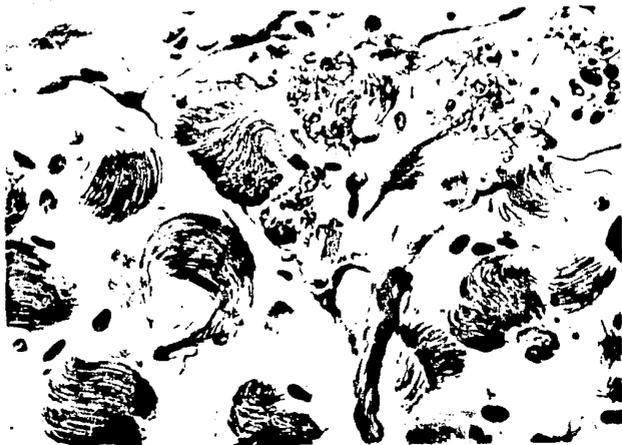


Fig. 46. Formas irregulares de espermatozoides (). Quiste de espermatozoides (Ez).
Técnica: H-E. 200 X

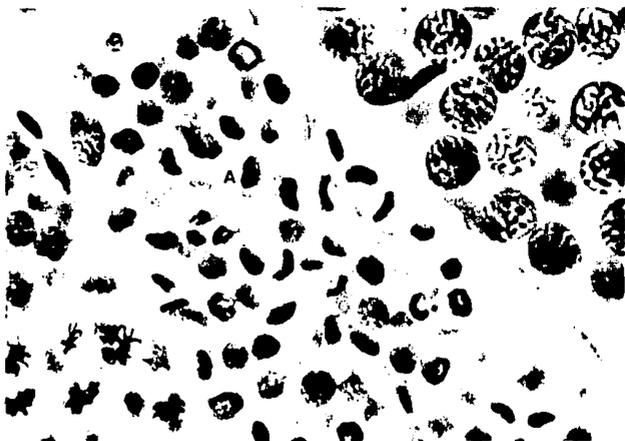


Fig. 47. Células no identificadas en su fase espermatogénica, probablemente corresponden a formas anormales (A). Los tubos contiguos muestran espermatozoides los. (E1), en metafase I (†), y 2os. (E2).
Técnica: H-E. 500 X

Tejido intersticial. Es el tejido que rodea a los tubos seminíferos. Es muy delgado en la mayoría de su superficie, ya que los tubos se encuentran muy cercanos entre sí (Figs. 12, 13, 26, 27, 42 y 43).

Está constituido por fibroblastos con núcleos alargados, fibras de - - colágena, pequeños vasos sanguíneos (Figs. 27, 43 y 49), vasos linfáticos, en uno de los cuales se observó una válvula (Fig. 50), y, en ocasiones, se observan melanocitos con formas alargadas (Fig. 48) o con largas prolongaciones irregulares (Fig. 49) situados frecuentemente cerca de los vasos - - sanguíneos.

También en el tejido conjuntivo, se localizan las células intersticiales, sus núcleos son ovoides, miden en promedio $21 \mu\text{m}$. de largo, presentan finos gránulos de cromatina y sus límites celulares no son claros, observándose sus núcleos en grupos irregulares (Fig. 48).

En la época posterior a la espermiación se observó un tejido de tipo - - epitelial, formado por células grandes, con núcleos ovoides o esféricos y - - citoplasma homogéneo y claro; estas células se localizan cerca de los tubos en espermiación (Figs. 41 y 49).

Cambios estacionales. El ciclo reproductor anual de A. dumerilli fué observado con las siguientes características estacionales: en primavera son - - abundantes las espermatogonias, la espermatogénesis se activa hacia el fin de la primavera, durante esta época, los espermatocitos primarios son las - - células más abundantes; en verano es muy activa la espermiogénesis, y en - - septiembre se observan tubos en los que ha ocurrido la espermiación y una - - gran cantidad de tubos con abundantes espermatozoides.

Tejido intersticial

(Figs. 48 a 50)

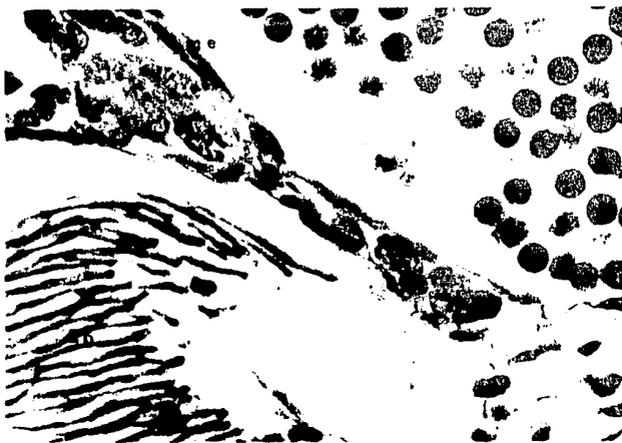


Fig. 48. Células de Leydig (Lg) en el tejido intersticial, melanocito (me), espermatocitos 2os. (E2) y espermátidas (Ep) en su fase final.
Técnica: H-E. 500 X

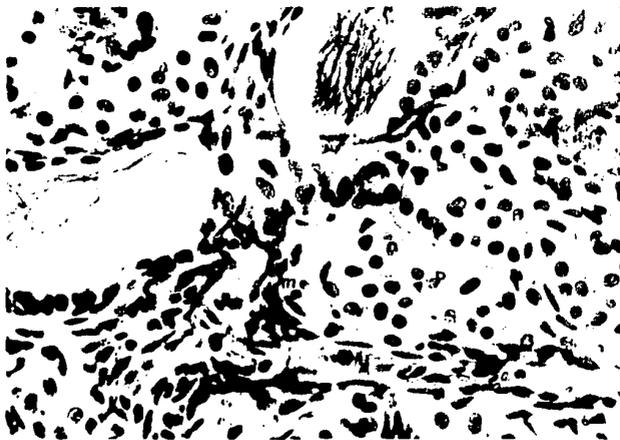
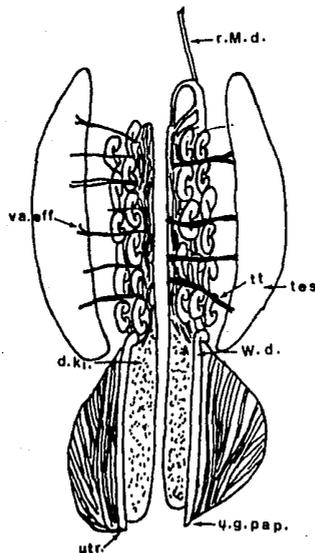


Fig. 49. Tejido intersticial con melanocitos (me), vasos sanguíneos (vs). Se aprecian 2 tubos con espermatozoides (Ez), células tipo epitelial (P).
Técnica: H-E. 200 X



Fig. 50. Tejido intersticial. Vaso linfático (V1) con una válvula (↑) y espermatocitos 2os. (E2).
Técnica: H-E. 500 X

- b) Conductos Reproductores. Asociados a los testículos de A. dumerilii, observamos una serie de tubos en los cuales, tomando en cuenta sus características morfológicas y su ubicación podemos diferenciar 3 niveles (vasos eferentes, tubos transversales y conducto de Wolff), de los cuales, el primer nivel se observa dentro del testículo y los restantes fuera de él. Esta ubicación de los conductos reproductores se muestra en el Esquema No. 5.



Esquema No. 5. Muestra el sistema urogenital de un macho de Ambystoma dumerilii.

Abreviaturas: conducto de Muller rudimentario (r.M.d.); conducto de Wolf (W.d.); epididimo (epi); papila urogenital (u.g. pap.); riñón definitivo (d.Ki.); testículo (tes.); tubos transversales (tt) ureter (utr). y vasos eferentes (Va. eff.).

Las características histológicas de los conductos correspondientes al primer nivel de tubos, localizados dentro del testículo, los vasos eferentes, son las siguientes: se caracterizan por tener una luz regular, en la cual, se observan espermatozoides. Su epitelio es plano, con núcleos alargados y citoplasma claro (Fig. 51).

En el segundo nivel de tubos, que corresponden a los tubos transversales de la porción epididimal, encontramos 3 tipos de conductos, los cuales se encuentran contorneados, como lo sugiere el corte histológico; observamos estos 3 tipos de tubos en grupos bien definidos y rodeados de tejido conjuntivo (Figs. 52 y 54).

a) El primer tipo de conductos se caracteriza por tener una luz regular, su epitelio es bajo, los núcleos celulares son ovoides y el citoplasma es claro (Fig. 52).

b) El segundo tipo de conductos, también muestra una luz regular, su epitelio es columnar, sus núcleos son ovoides y basales y su citoplasma es claro, en sus bordes apicales se observan largas y numerosas microvellosidades. En estos tubos no encontramos espermatozoides (Figs. 52 y 53).

c) El tercer tipo de conductos muestra una luz ligeramente irregular, en ella encontramos masas de espermatozoides distribuidas de manera irregular; tienen un epitelio cúbico, sus células presentan núcleos esféricos y citoplasma hialino, su borde apical tiende a ser redondeado y, en algunas regiones, este borde puede expandirse hacia la luz y mostrar desprendimientos de fragmentos del citoplasma apical (Figs. 54 y 55).

En el tercer nivel de tubos, correspondiente al conducto de Wolff o conducto deferente, observamos una primera región, localizada en la parte craneal, esto es, a la altura del testículo, esta región se observa contorneada; y una segunda región, localizada en la parte caudal, a la altura del riñón, donde éste muestra su mayor volumen, esta región es recta.

La región craneal del conducto deferente muestra una luz muy amplia, es regular y en su interior se encuentra gran cantidad de espermatozoides; el epitelio es cilíndrico, sus células son de formas muy irregulares, con núcleos alargados, basales y citoplasma hialino o finamente granuloso; en la parte superior del epitelio se observan células apicales, ovoides o ligeramente irregulares, con núcleos muy densos y citoplasma también hialino por lo que en estos niveles lo podemos considerar biestratificado (Figs. 56 y 57).

La región caudal del conducto deferente se encuentra relacionada con los diferentes tipos de glándulas que forman el complejo glandular cloacal (Fig. 58). Este tubo tiene una luz menor a la del nivel anterior, es regular y contiene una gran cantidad de espermatozoides en su interior; están limitados por un epitelio columnar, muy alto, con núcleos basales, alargados y granuloso, el citoplasma contiene abundantes gránulos de secreción (PAS+), en la parte superior del epitelio también se observan células apicales, al igual que en el nivel craneal, éstas tienen sus núcleos de forma irregular, con cromatina granulosa; en general, los límites celulares no son evidentes (Figs. 59 y 60).

Conductos Reproductores

(Figs. 51 a 60)



Fig. 51. Conducto deferente (Td) que se encuentran entre los tubos seminíferos en el testículo, en su interior hay espermatozoides (Ez).
Técnica: H-E. 200 X



Fig. 52. Tubos transversales. Conductos tipo 1 y 2. Están rodeados de tejido conjuntivo (tc) con una luz regular (l). En el extremo superior derecho se observan conductos del tipo 1; el resto son del tipo 2, en los que se aprecian microvellosidades (mv).
Técnica: Tricrómica de Masson. 200 X

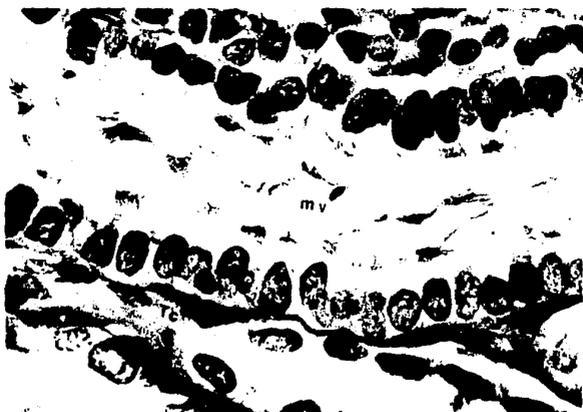


Fig. 53. Detalle de la Fig. anterior. Conductos del tipo 2 con microvellosidades (mv); en el extremo inferior se observan conductos del tipo 1. Tejido conjuntivo (tc)
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X



Fig. 54. Tubos transversales. Conductos tipo 3, con espermatozoides (Ez) en su interior; están rodeados de tejido conjuntivo (tc), con melanocitos (mè).
Técnica: Tricrómica de Masson. 200 X



Fig. 55. Detalle de la Fig. anterior. Se observa el epitelio cúbico (ec) irregular y desprendimientos de fragmentos del citoplasma apical (↑), en la luz hay espermatozoides (Ez).
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X



Fig. 56. Conducto deferente en su región craneal. Los tubos tienen una luz más amplia y con gran cantidad de espermatozoides (Ez).
Técnica: Tricrómica de Masson. 78 X

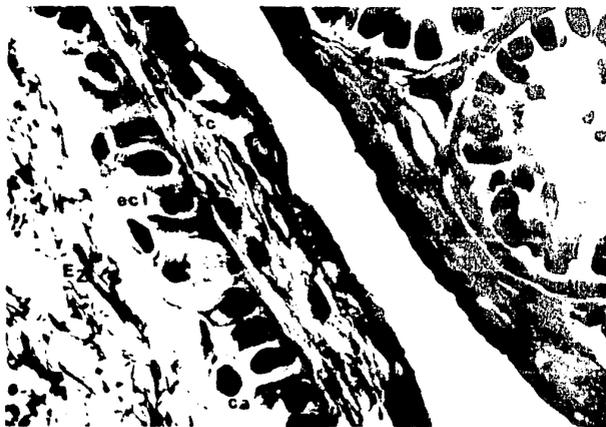


Fig. 57. Detalle de la Fig. anterior. Se observa el epitelio cilíndrico (eci); células apicales (ca), espermatozoides (Ez), tejido conjuntivo (tc).
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X



Fig. 58. Conducto deferente en su región caudal (Cd) se observa en su relación con los 2 tipos de glándulas del complejo glandular cloacal (g) y con el riñón (ri) en su región más desarrollada.
Técnica: H-E. 32 X



Fig. 59. Conducto deferente en su región caudal. Se observan abundantes espermatozoides (Ez) en la luz (l), el epitelio es columnar.
Técnica: Tricrómica de Masson. 200 X

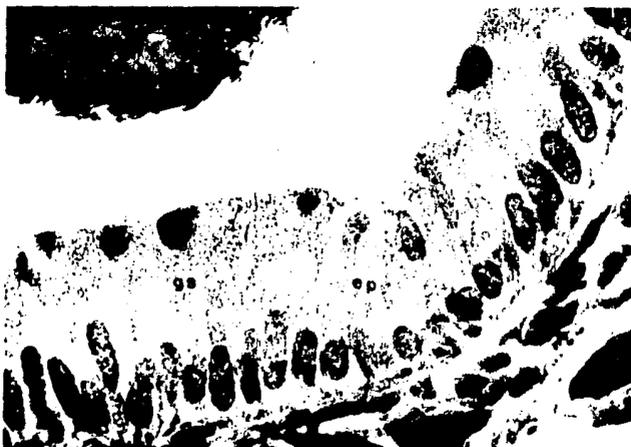


Fig. 60. Detalle de la Fig. anterior. Muestra el epitelio columnar (ep), núcleos basales (nb), gránulos de secreción (gs) y núcleos apicales (*).
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X

- c) Complejo Glandular Cloacal. Las glándulas exócrinas de A. dumerilii de localizan en la región caudal, en posición lateral al conducto deferente y del riñón, en su región más desarrollada, constituyendo el complejo glandular cloacal (Fig. 58).

Este complejo glandular muestra 2 tipos de glándulas; las cuales se diferencian claramente por el tipo y cantidad de secreción (Figs. 58 y 61).

Las más abundantes, localizadas lateralmente al conducto deferente, muestran un epitelio columnar muy alto, con los núcleos ovoides o ligeramente irregulares, con cromatina granulosa, situados en la base de la célula, su citoplasma contiene una gran cantidad de glóbulos de secreción que se tiñen intensamente de azul con la técnica tricrómica de Masson y son PAS+. En el ápice de las células, es posible observar glóbulos que se desprenden y pasan hacia la luz (Fig. 63).

El otro tipo glandular está caracterizado por un epitelio, también, cilíndrico, evidentemente más irregular que el anterior. Los núcleos, también, son basales pero más pequeños, densos y de aspecto homogéneo; el citoplasma es más claro, presenta algunos glóbulos de secreción pequeños hacia la base de la célula y en su ápice los glóbulos son mucho más abundantes y claramente más grandes que los observados en la base (Fig. 62).

Ambos epitelios glandulares se encuentran rodeados por una delgada capa de tejido conjuntivo fibroso, con algunos vasos sanguíneos, núcleos de fibroblastos y rodeados externamente por un mesotelio (Figs. 62 y 63).

También fueron observadas algunas glándulas con un aspecto intermedio entre los 2 tipos de glándulas descritas anteriormente, aunque en ellas, siempre fueron más abundantes las células con citoplasma claro; como característica especial, la posición de sus núcleos también fué basal, aunque más irregular (Fig. 64).

Complejo Glandular Cloacal



Fig. 61. Complejo glandular cloacal. se observan 2 tipos de glándulas: con células de citoplasma claro (1) y células con abundante secreción basófila (2).
Técnica: Tricrómica de Masson. 78 X



Fig. 62. Detalle de las glándulas de citoplasma claro (1), el epitelio columnar muestra núcleos basales y glóbulos de secreción en su ápice.
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X



Fig. 63. Detalle de las glándulas (2). Se observa el epitelio columnar con núcleos basales y abundantes glóbulos de secreción.
Técnica: Tricrómica de Masson. 500 X

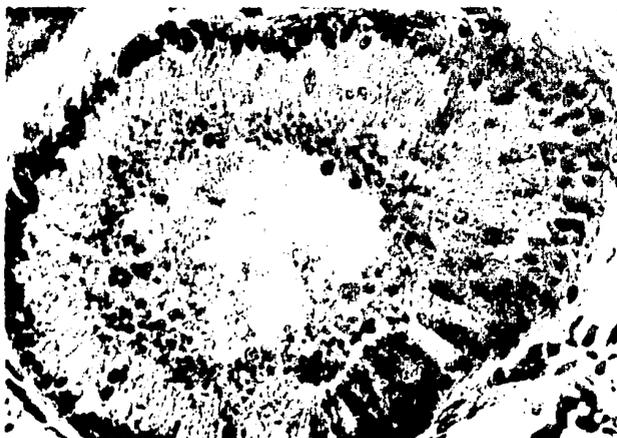


Fig. 64. Glándula con un aspecto intermedio, con ambos tipos de células glandulares, son más abundantes las de citoplasma claro (cc).
Técnica: Tricrómica de Masson. 200 X

V. DISCUSION.

De manera similar a otros urodelos, como A. tigrinum (Norris et al. 1985), y A. mexicanum (Miltner y Armstrong, 1983), la espermatogénesis en A. dumerilii es longitudinal y ocurre en los tubos seminíferos en dirección cráneo-caudal y en conjuntos celulares o quistes que se diferencian sincrónicamente.

La célula inicial del proceso, la espermatogonia, en su primera fase se localiza en la región craneal y periférica del testículo, aisladas y rodeadas de tejido conjuntivo, esto coincide con las observaciones de Humphrey, 1921; Carrick, 1934 y Miltner y Armstrong, 1983. Posteriormente, por divisiones mitóticas, las espermatogonias forman conjuntos compactos, asociados desde estas etapas tan tempranas con células de sostén, relación que se observará a lo largo de toda la espermatogénesis; sin embargo, hay escasas referencias sobre esta relación. Consideramos por nuestras observaciones que los límites de los quistes están determinados por las células de sostén, tanto por la posición de sus núcleos durante la espermatogénesis, como por su aspecto después de la espermiación.

Los espermatoцитos primarios son células muy abundantes en todo el ciclo, especialmente en primavera y principios del verano. Son células que muestran grandes diferencias morfológicas, de acuerdo a la etapa en que se encuentran, debido a que son las células en las que ocurre la primera fase de la meiosis. En nuestro material, las características morfológicas de las etapas de la meiosis se observaron con gran claridad. Estas características coinciden, en lo general, con lo señalado por Carrick en A. tigrinum en 1934.

Los espermatoцитos secundarios fueron identificados de acuerdo a su tamaño y características nucleares; esto es, son células de tamaño intermedio (14 μm .), entre los espermatoцитos primarios (19 μm .) y las espermátidas (10 μm .) y sus características nucleares muestran cromosomas aún muy evidentes, a diferencia de la espermátida que muestra su cromatina densa;

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

sin embargo, consideramos que estas células fueron difícilmente identificables porque corresponden a una fase muy corta de la meiosis y han sido escasamente descritas por los autores (Humphrey, 1921; Carrick, 1934; Miltner y Armstrong, 1983; y Norris et al. 1985).

La espermiogénesis fué una parte de la espermatogénesis que se observó en detalle, desde la espermátida aún esférica, hasta los espermatozoides ya maduros. Llamó la atención el aspecto vacuolado del núcleo de las células durante la espermiogénesis. Branca (1904) y Carrick (1934) solamente muestran esquemas con un aspecto reticulado en el núcleo de la espermátida.

Fué también una característica evidente de los espermatozoides, en sus etapas finales, mostrar diferente afinidad tintórea con todas las técnicas utilizadas, en la cabeza y el flagelo, sin embargo, en su etapa final previa a la espermiación ya no se observa esta diferencia en tinción; tampoco en los espermatozoides observados en los conductos deferentes. Por su localización consideramos que esta diferencia de tinción corresponde a los cambios del acrosoma durante su maduración; al respecto, no encontramos comentarios de los autores consultados.

En etapas avanzadas de espermiogénesis, se observaron haces de filamentos en relación con las cabezas de los espermatozoides, característica que ningún autor consultado menciona. Consideramos que pueda existir una relación entre estas fibras y los cuerpos residuales. Este aspecto lo relacionamos con la etapa posterior a la espermiación, cuando se observan restos grumosos o fibrosos en el lugar del quiste; nosotros relacionamos los haces de filamentos antes mencionados con esos restos, los cuales se encuentran delimitados por una célula de sostén, lo que apoya la relación que existe entre la célula de sostén y los quistes.

Otro carácter no descrito previamente, se refiere a los espermatozoides encontrados en algunos tubos después de la espermiación, éstos se observaron aislados o en pequeños grupos, con formas irregulares, estas

células no constituyen haces y sus formas y tamaños no corresponden a la mayoría de los espermatozoides observados.

En el tejido intersticial se observaron melanocitos alrededor de tubos en espermiogénesis avanzada; sin embargo, no se observaron alrededor de tubos que estuvieran en etapas anteriores de maduración. No conocemos el significado de esta observación.

El tejido observado después de la espermiación, con un aspecto de tipo epitelial, consideramos puede corresponder con lo descrito por Norris et al. (1985), como células limitantes de lóbulos que contienen andrógenos, estas células aparecen después de la espermiación cuando se hipertrofian y, posteriormente, decrecen en la época de apareamiento.

Con respecto a los conductos reproductores, Williams et al. (1984) describen tres tipos de tubos, que coinciden con nuestros niveles observados: conductos intratesticulares (canal testicular central), tubos transversales y conducto deferente. Sin embargo, observamos, en los tubos transversales, tres tipos de epitelios, 1) células aplanadas, 2) células columnares con microvellosidades, y 3) células cúbicas con descamaciones de su citoplasma apical, los últimos dos tipos no son descritos por los autores mencionados.

Consideramos que las microvellosidades observadas, tanto por su morfología, como por su ubicación en conductos del aparato reproductor masculino, en los tubos del tipo 2, pueden corresponder a estereocilios.

El conducto deferente, en su porción caudal recta, presenta características histológicas que tampoco han sido descritas por los autores consultados.

La presencia de células apicales planas en el conducto deferente observadas en A. dumerilii, coinciden con lo mencionado por Zalisco y Larsen - - (1988) para Rhyacotricon olympicus; pero no así con Williams et al. (1984) - - quién muestra un epitelio cúbico para el conducto deferente de Eurycea - - lucifuga y E. longicauda.

Con respecto al complejo glandular cloacal, coincidimos con Williams - et al. (1985), quienes mencionan dos tipos de glándulas por sus características histológicas, unas con un contenido muy denso y otras con un contenido hialino. Sin embargo, las glándulas observadas en A. dumerilii muestran epitelios más altos y glóbulos de secreción más grandes que los mencionados por dichos autores.

En relación a las glándulas con aspecto intermedio, se observaron - - situadas entre ambos tipos glandulares, por lo cual consideramos que su - - actividad secretora corresponde a los dos tipos de glándulas.

Referencias

- Baker, C. L. and W.W. Taylor, Jr. 1964. The Urogenital system of the male Ambystoma J. Tennessee Acad. Sci.
39: 1-10
- Baker, C. L. 1965. The male urogenital system of the Salamandridae.
J. Tennessee Acad. Sci. 40: 1-5.
- Branca, A. 1904. Los premiers stades de la formation du spermatozoide chez l'axolotl.
Note. Arch. Zool. Exp. Gen. (4) : 105-113.
- Brandon, R. A. 1970 a. Size range, size at maturity, and reproduction of Ambystoma (Bathysiredon) dumerilii (Dugés), a paedogenetic Mexican salamanday endemic to Lake Pátzcuaro, Michoacán. Copeia 1970: 385-388
- _____ 1970 b. (Courtship, Spermatophores and eggs of the Mexican achoque, Ambystoma (Bathysiredon) dumerilii (Dugés). Zool. J. Linn. Soc. London. 49: 247-254
- _____ 1972. Hybridization Between the Mexican Salamanders Ambystoma dumerilii and Ambystoma mexicanum under laboratory conditions. Herpetologia 28: 199-207
- _____ 1976. Spontaneous and induced metamorphosis of Ambystoma dumerilii (Dugés), a paedogenetic Mexican Salamander under laboratory conditions. Herpetologica 32: 429-438.
- Carrick, R. 1934. The spermatogenesis of the axolotl (Ambystoma tigrinum). Trans. R. Soc. Edinburgh 58: 63-74.
- Dugés, A. 1870. Una nueva especie de ajolote de la Laguna de Pátzcuaro. La Natur. 1: 241-244
- Humphrey, R. R. 1921. The interstitial cells of the urodele testis. Am. J. Anat. 29: 213-278
- Miltner, M. J. and J. B. Armstrong. 1983. Spermatogenesis in the Mexican Axolotl, Ambystoma Mexicanum. J. Exp. Zool., 227: 255-263.
- Moore, F. L. 1975. Spermatogenesis in larval Ambystoma tigrinum: Positive and Negative Interactions of FSH and Testosterone. Gen. Comp. Endocrinol. 26: 525-533.
- Noble, G.K. 1931. The biology of the Amphibia. Mc.Graw-Hill Book Co., N.Y.C.
- Norris, D.O.M.F. Norman, M.K. Pancak and J. Duvall. 1985. Seasonal variation in Espermatogénesis, testicular weights, vasa deferentia, and androgen levels in neotenic male tiger salamanders., Ambystoma tigrinum. Gen. Comp. Endocrinol. 60, 51-57
- Pierce, B. A. and H. M. Smith. 1979. Neoteny or paedogenesis. Notes J. Herpetology 13 (1) : 119-121.

Smith, H. M. 1969. The Mexican axolotl: some mis conceptions and problems. BioScience 19: 593, 597, 615.

Williams, A.A., R. A. Brandon, and J. Martan 1984. Male genital ducts in the salamanders Eurycea lucifuga and Eurycea longicauda. Herpetologica 40 (3) : 322-330.

Williams A. A., J. Morton, and R. A. Brandon. 1985. Male cloacal gland complex of Eurycea lucifuga and Eurycea longicauda (Amphibia: Plethodontidae). Herpetologica, 41 (3) : 272-281.

Zalisco, E. J. and J. H. Larsen. 1988. Ultrastructure and histochemistry of the Salamander Rhyacotriton olympicas : adaptations for sperm storage. Scan. Mic. (2) : 2: 1090-1095.