

ARTÍCULO ORIGINAL

Histología y ultraestructura testicular y del epidídimo de *Anolis sagrei* (Sauria: Polychrotidae)

Histology and testicular and epididimal ultrastructure in Anolis sagrei (Sauria: Polychrotidae)

Ana C. Sanz-Ochotorena,^{1*} Yamilka Rodríguez-Gómez,¹ María de L. Segura-Valdez,² Reyna Lara-Martínez² y Luis F. Jiménez-García²

¹ Departamento Biología Animal y Humana, Facultad de Biología Universidad de La Habana

² Laboratorio Nanobiología Celular. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México

* Autor para correspondencia: anita@fbio.uh.cu

RESUMEN

Se describe la morfología del testículo y el epidídimo del lagarto *Anolis sagrei* con base en el uso de microscopía óptica y electrónica de transmisión. La arquitectura del epitelio germinal del testículo es similar a la de otros reptiles. En los túbulos seminíferos se encontraron espermatogonias, espermatocitos, espermátidas en diversos grados y numerosos espermatozoides en una disposición gradual desde la membrana basal hasta el lumen, preludio de la organización radial de los amniotas. Se notaron particularidades como la intensa pigmentación de los testículos y del epidídimo, cuya presencia se atribuye a estrategias de protección. Todos los animales tenían una fuerte actividad espermatogénica. El espermatozoide en formación presenta el núcleo con la cromatina filamentos, un acrosoma con dobles membranas, ausencia de cuerpos densos y diez mitocondrias en la pieza media. En el epidídimo es notable la altura de las células columnares y su actividad secretora.

PALABRAS CLAVE: *Anolis sagrei*, epidídimo, histología, testículo, ultraestructura.

ABSTRACT

The morphology of the testis and epididymis of the lizard *Anolis sagrei* using light microscopy and transmission electron is described. The architecture of testicular germ epithelium is similar to the other reptiles. Inside the seminiferous tubules were found, spermatogonia, spermatocytes, spermatids in varying degrees and numerous sperm in a gradual progression from the basement membrane to the lumen. That appears to be prelude of radial organization of amniotes. Particularities are described as intense pigmentation of the testicles and epididymis and its presence is attributed to protection strategies. All animals had a strong spermatogenic activity. The sperm has the nucleus with chromatin filament, an acrosome with double membranes, absence of dense bodies and 10 mitochondria in the middle piece. It is remarkable in the epididymis it is columnar cell height and secretory activity.

KEYWORDS: *Anolis sagrei*, epididymis, histology, testicle, ultrastructure.

RECIBIDO: 11/2012

ACEPTADO: 4/2013

Introducción

No hay muchos estudios sobre la histología de las gónadas y los eventos ultraestructurales de la espermatogénesis en el género *Anolis*, y aun menos sobre los detalles morfológicos del epitelio del epidídimo. De este tipo de investigación solo existen publicaciones sobre *A. carolinensis* (Pruitt, 1959; Sheltinga *et al.*, 2001), *A. sagrei* (Rodríguez-Gómez y Sanz-Ochotorena, 2009) y *A. lineatopus* (Rheubert *et al.*, 2009). La espermatogénesis es un proceso muy complejo en el cual las células progenitoras se multiplican por mitosis, se dividen por meiosis y se diferencian y maduran en células móviles: los espermatozoides. Las características de este proceso pueden ser muy peculiares en los vertebrados, y en los reptiles escamosos en particular. Los resultados que aquí se exponen podrían ser importantes para comprender la filogenia dentro de la clase Reptilia, considerada altamente controversial (Gribbins, 2011).

El género *Anolis* en Cuba agrupa 62 especies de una gran diversidad y con un alto endemismo, cercano al 95 % (Rodríguez, 2003; Estrada, 2012). Además, estos lagartos son grandes controladores de insectos, lo que les confiere una alta importancia en los ecosistemas donde habitan. Dentro de los anolinos, *A. sagrei* –nativo de Cuba– está considerado un invasor (Campbell, 1999, 2002) debido a su rápida expansión en Estados Unidos, incluido Hawái, y en muchas otras regiones, como México y Taiwán. Se ha propuesto que una de las causas del evidente éxito de *A. sagrei* como colonizador puede atribuirse a la morfología y función de sus gónadas (Sanz y Uribe, 1999; Sanz *et al.*, 2003). Por lo anteriormente expresado, el objetivo de esta investigación fue describir las características de la estructura y ultraestructura del testículo y el epidídimo del lagarto *A. sagrei*, para contribuir a explicar el éxito y la expansión de esta especie, así como al conocimiento de su biología reproductiva.

Materiales y métodos

En La Habana, en mayo de 2012, se recolectaron 10 machos adultos de *A. sagrei* que fueron tratados éticamente al ser procesados. Los animales se anestesiaron en atmósfera de éter y se les practicó disección a fin de extraer las

gónadas. El testículo derecho y el epidídimo se colocaron en paraformaldehído al 4 % como fijador y fueron sometidos a la técnica clásica de inclusión en parafina. Los cortes se obtuvieron en un micrótopo manual entre (5 y 7 μm) y se colocaron en portaobjetos con albúmina como adherente. A las 24 horas los cortes fueron teñidos con hematoxilina y eosina y con la técnica tricrómica de Mallory.

Además, se adicionó 4',6-diamidino-2-fenilindol (DAPI) a una concentración de 0,1 $\mu\text{g/mL}$. Este compuesto intercalante del ADN permite detectar diversos grados de compactación de la cromatina: el color azul más brillante se corresponde con el ADN no compactado, mientras que el azul más claro o casi blanco denota compactación.

Las preparaciones histológicas se observaron en un microscopio óptico Nikon E 800, con objetivos de 20, 40, 60 y 100X. Las imágenes se registraron digitalmente con una cámara CCD (3CCD, MTI) acoplada al microscopio con el programa FlashPoint 3D FPG.

También se fijaron, de cada animal, fragmentos del testículo izquierdo y su correspondiente epidídimo, en glutaraldehído al 2,5 % en buffer fosfato a pH 7,4. Estos se procesaron luego mediante la técnica de microscopía electrónica de transmisión (Vázquez-Nin y Echeverría, 2000). En este caso, las muestras se lavaron con PBS y se posfijaron con tetraóxido de osmio al 1 % en buffer fosfato a pH 7,4 por varias horas; después se enjuagaron y deshidrataron en alcoholes crecientes y, finalmente, en óxido de propileno. La preinclusión se realizó con una mezcla de óxido de propileno y resina epóxica 1:1 por 16 horas. La inclusión se llevó a cabo con resina epóxica durante 16 horas a 60 °C y se obtuvieron cortes semifinos –teñidos con azul de toluidina– de 200-400 μm y ultrafinos de 40-60 μm , con un micrótopo modelo Ultracutde Leica. Los cortes se observaron bajo un microscopio JEOL JEM 1010.

Resultados

Los testículos de *A. sagrei* son ovoides, simétricos, y tienen una túnica albugínea gruesa, fuertemente pigmentada, de tejido conectivo con abundantes fibras colágenas (figura 1). El epitelio germinal en los testículos está organizado en túbulos seminíferos.

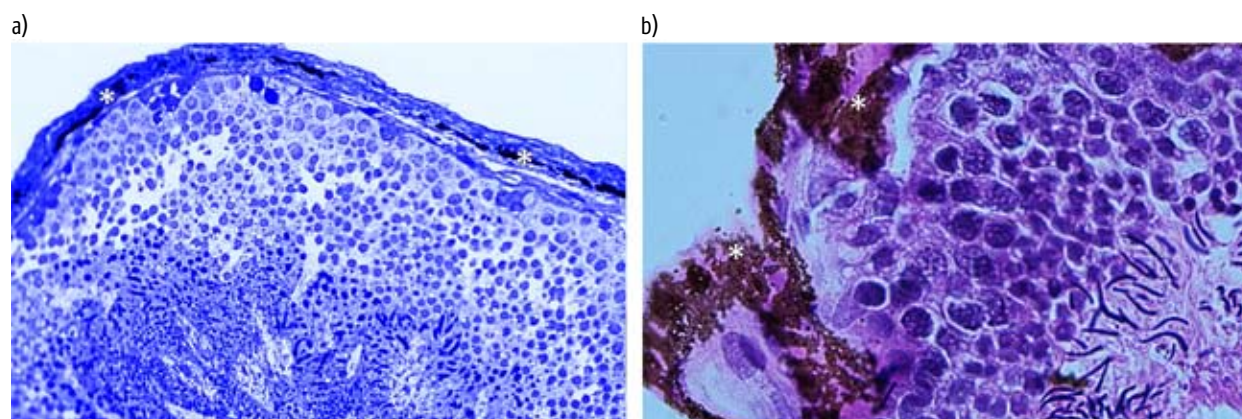


Figura 1. Cortes de testículo de *A. sagrei*: a) azul de toluidina, 40X; b) hematoxilina-Eosina, 100X. Obsérvese la túnica albugínea de gran grosor y la presencia de pigmentos TA (túnica albugínea). Los asteriscos blancos señalan el pigmento. Además, se observan muchos espermatozoides en el lumen.

La túnica albugínea penetra al interior del testículo hacia donde envía ramificaciones y forma el tejido intersticial entre los túbulos seminíferos, en el que pueden apreciarse fibras colágenas, pigmento (figura 2), algún capilar sanguíneo (figura 3b) y células de Leydig.

Cada testículo está adosado al epidídimo (figura 2a, 2b), estructura tubular que continúa en el conducto deferente. Los cortes examinados correspondieron a animales en plena actividad espermatogénica (figuras 1a-3b) y se observaban llenos de espermatozoides, tanto los túbulos seminíferos como el epidídimo, particularmente este último.

Dentro de los túbulos, el epitelio seminífero está formado por las células sexuales en varios grados de diferenciación, desde la membrana basal hasta el lumen. Un tipo de célula somática –las células de Sertoli– cuyo citoplasma es muy extenso, sostiene las células sexuales en desarrollo (figura 3a, 3b). En la figura 3c, que corresponde a una fotomicrografía al microscopio electrónico de transmisión, se muestra un fragmento de dos túbulos seminíferos adyacentes y pueden observarse dos núcleos de células de Sertoli en posición basal. El nucléolo muy visible es una característica de estas células.

Las células sexuales que se encuentran en el interior de los túbulos seminíferos son espermatogonias (figuras 3a y 4a), espermatocitos primarios en diferentes etapas de la profase I de la meiosis (figuras 3a y 4b), escasos espermatocitos secun-

darios, espermatidas en varios grados de desarrollo (figuras 3a, 3b, 4c y 4d) y espermatozoides (figuras 1b, 3b, 2a, 5d).

Las espermatogonias resultantes de la fase proliferativa son algo ovoides, con citoplasma granular observable con el microscopio óptico, y se encuentran muy cercanas a la membrana basal de los túbulos seminíferos (figura 3a). Con el microscopio electrónico de transmisión se puede notar que estas células tienen un nucléolo evidente (figura 4a). Los espermatocitos primarios son grandes y fácilmente distinguibles. Se observan en paquiteno con los cromosomas pareados, en la figura 4b. Las espermatidas tempranas son células con el núcleo reducido, más pequeñas, y es frecuente encontrar en su citoplasma un cuerpo cromatoide (figura 4c). Típicamente, el núcleo de las espermatidas tempranas presenta cromatina laxa que es gradualmente compactada. Varios tipos de estas células en diferentes grados de diferenciación, redondeadas y en alargamiento, se aprecian en la figura 4d, donde se muestra el final de un túbulo seminífero.

Precisamente, los eventos primarios de la espermiogénesis en la diferenciación –formación del acrosoma, alargamiento nuclear y compactación de la cromatina, ordenamiento de las mitocondrias hacia la pieza media y síntesis del flagelo– se observan en la figura 5a-5d. Para conformar el complejo acrosomal, las innumerables vesículas dispersas en el citoplasma, formadas en el complejo de Golgi, se acumulan al lado del núcleo y se

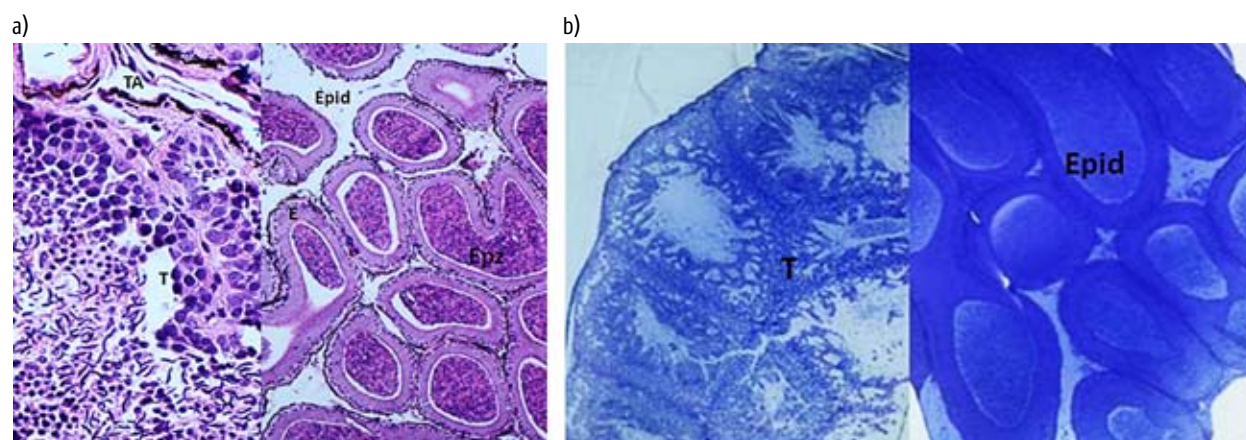


Figura 2. a) Fragmento de túbulo seminífero y epidídimo de *A. sagrei*, H-E 40X; b) túbulos seminíferos y epidídimo. Azul de toluidina, 10X. En la imagen: TA (túnica albugínea), T (túbulo seminífero), Epid (epidídimo) y Epz (espermatozoides). Obsérvese tanto el lumen de los túbulos seminíferos como el interior del epidídimo llenos de espermatozoides.

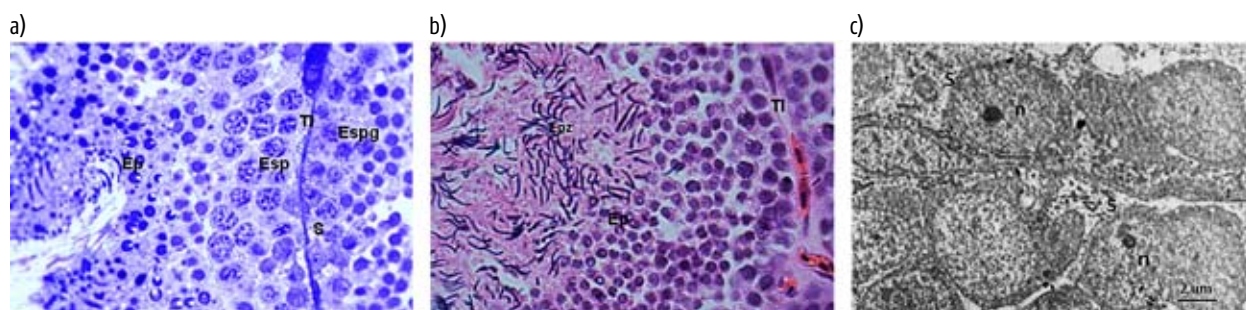


Figura 3. Fragmento de túbulo seminífero de *A. sagrei*, donde se muestran células sexuales en distintos grados de desarrollo y células de Sertoli: a) azul de toluidina, 100X; b) H-E, 100X; c) fotomicrografía con el microscopio electrónico de transmisión (MET). En la imagen: Espg (espermatozonias), Esp (espermatozonios primarios en profase), Ep (espermátidas), Epz (espermatozonios), TI (tejido intersticial), S (célula de Sertoli) y n (núcleo).

fusionan para formar la vesícula proacrosomal. El espermatozoide en fase final, antes de ser liberado al lumen, ocupa como una depresión o cripta del citoplasma de la célula de Sertoli, lo cual se aprecia en la figura 5d. Los espermatozoides de *A. sagrei* son muy numerosos y así se aprecian con diferentes técnicas microscópicas (figuras 1b, 2a, 2b, 3b, 7a y 7b). Constan de cabeza y cola como elementos primarios, la cabeza alargada, aunque algo cónica, la cromatina muy compactada en el núcleo y las fibras densas en la cola bien diferenciadas (figura 5d). El núcleo del espermatozoide es muy fluorescente debido a la especificidad de la reacción al DAPI (figura 7a, 7b). El número de mitocondrias es 10 (figura 5a) y la cola presenta en su axonema el patrón microtubular 9 + 2. Durante la espermiogénesis no se observaron cuerpos densos.

Los espermatozoides se dirigen al epidídimo una vez que abandonan los túbulos seminíferos. En una cantidad notable y muy agrupados, se observan en un corte transversal de este conducto (figura 2a y 2b, derecha) y con la técnica DAPI (figura 7a).

El epitelio del epidídimo está compuesto de dos tipos principales de células: las secretoras –las más numerosas– (figura 6b-6d) y las basales (figura 6c), que son probablemente importantes para el reemplazo celular. La diferencia entre ambas es particularmente notable, puesto que las secretoras tienen forma columnar si se comparan con las basales, que son más pequeñas y estrechas. Las células secretoras presentan un núcleo basal y el citoplasma supranuclear está casi enteramente ocupado por numerosos gránulos de secreción (figura 6b). A nivel ultraestructural, en las células

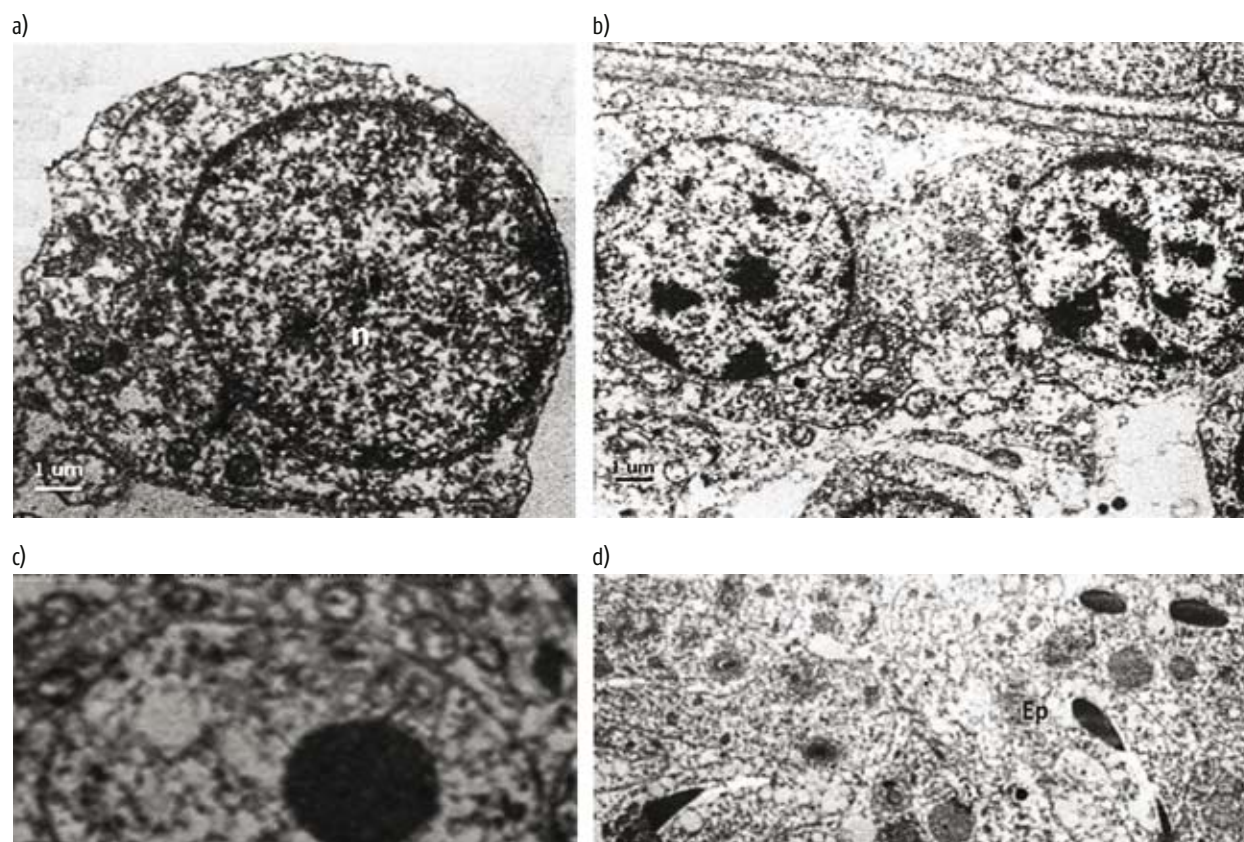


Figura 4. Micrografías con el Microscopio Electrónico de Transmisión (MET): a) espermatogonia, 10K; b) dos espermatocitos primarios en paquiteno de la profase I, 6K; c) espermátida temprana, 8K; d) final de un túbulo donde se aprecian espermátidas en varios estadios y un espermatozoide en fase final, 4K. En la imagen: N (núcleo), CC (cuerpo cromatoide) y Ep (espermátida).

secretoras se observan los gránulos de secreción en diferentes estados de síntesis antes de ser descargados al lumen; además, cada gránulo está limitado por una membrana (figura 6d).

Discusión

La morfología testicular de *A. sagrei* es similar a la de lagartos como *A. lineatopus* de Jamaica (Rheubert *et al.*, 2009) –el anolino más cercano y el que ha sido más estudiado recientemente en este aspecto–; pero también a la de otros lagartos (Ferreira *et al.*, 2009). En general, es muy parecida a la reportada para todos los táxones de la clase Reptilia, como Chelonia (Gribbins, Gist y Congdon, 2003), Squamata (Gribbins y Gist, 2003; Gribbins *et al.*, 2008) y Crocodylia (Gribbins *et al.*, 2006); así como a lo informado en relación con la anatomía de los testículos de los otros amniotas (Russell *et al.*, 1990).

Los testículos de *A. sagrei* están conformados por túbulos seminíferos tapizados por un epitelio germinal donde las células sexuales en desarrollo maduran hasta espermatozoides, en una disposición en la que las espermatogonias se colocan adosadas a la membrana basal del túbulo y, gradualmente, las células progresan en su desarrollo hacia el lumen; en este los espermatozoides ocupan depresiones o criptas en el citoplasma de Sertoli, y de allí son liberados por la espermiación (Gilbert, 2009). Sin embargo, esta organización de las células sexuales en los túbulos –denominada radial– es analizada por Gribbins (2011), quien postula que en reptiles siempre hay una fase de reposo gonadal en la cual las células sexuales no cumplen la espermatogénesis radial. Según el propio autor, la organización de las células sexuales en los testículos de reptiles ectotermos y cíclicos sería una transición entre la espermatogénesis

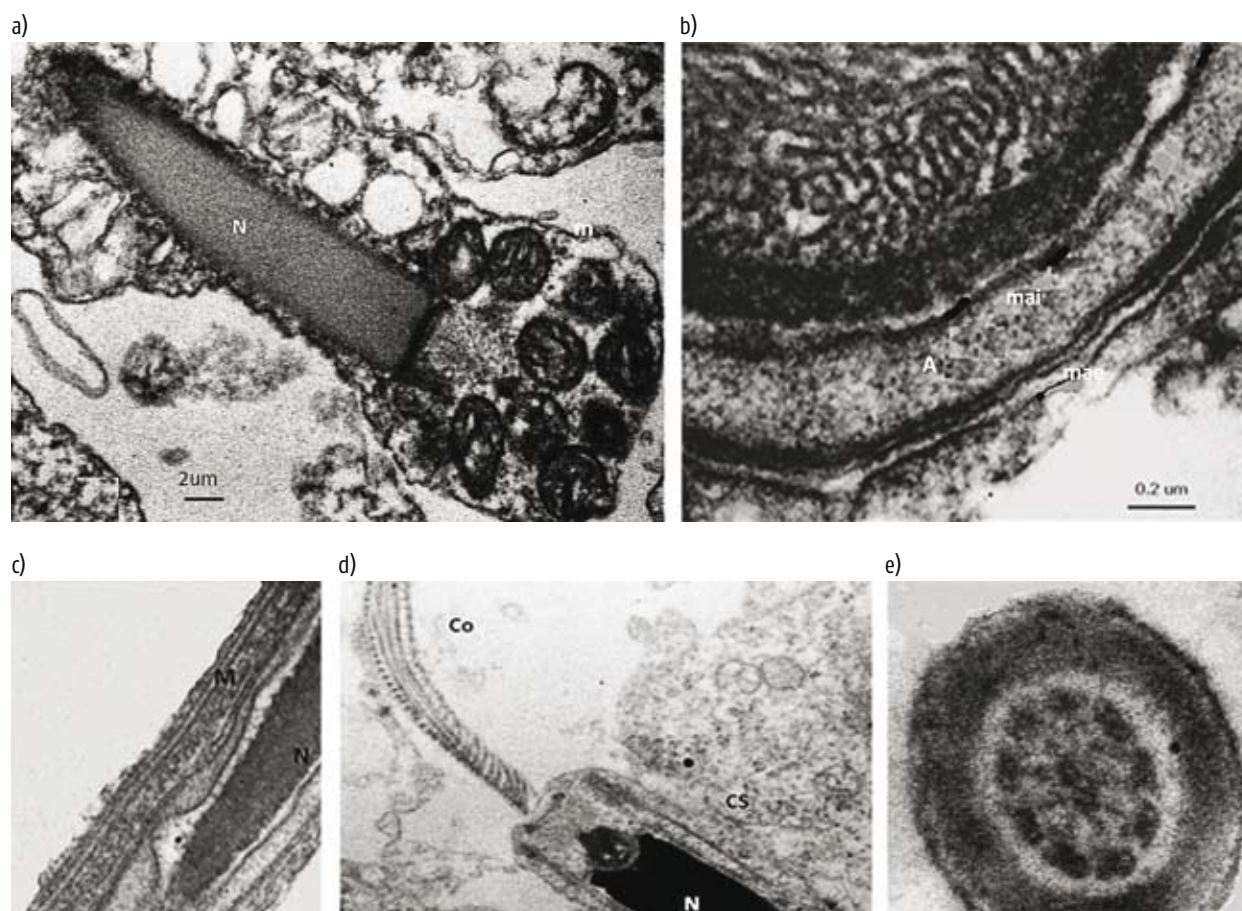


Figura 5. Micrografías con el microscopio electrónico de transmisión (MET): a) formación del espermatozoide en la espermiogénesis, obsérvese las mitocondrias y el acrosoma en desarrollo en la parte anterior, 25K; b) formación del acrosoma, nótese los filamentos de la cromatina, 100K; c) parte anterior del espermatozoide, es posible observar el manchete; d) espermatozoide en fase final, casi en el lumen, saliendo del citoplasma de una célula de Sertoli, 15K; e) corte transversal de la pieza principal de la cola. Obsérvese las fibras densas. En la imagen: N (núcleo), m (mitocondrias), mae (membrana acrosomal externa), mai (membrana acrosomal interna), A (acrosoma), M (manchete), Co (cola) y CS (citoplasma de Sertoli).

cística de anfibios y la verdaderamente radial de aves y mamíferos, amniotas endotermos.

Todos los machos estudiados mostraron una intensa actividad espermatogénica y evidenciaron su madurez sexual. Se observaron todos los tipos celulares de la espermatogénesis, tanto a nivel del microscopio de campo claro como al electrónico de transmisión.

La gruesa túnica albugínea y la intensa pigmentación de los testículos son muy peculiares. Hyman (1992) propone que los reptiles tienen pigmentos en el peritoneo y en las gónadas como característica típica, y explica su presencia como un carácter protector contra agresiones químicas y mutagénicas. *A. sagrei* es un lagarto del ecomorfo

tronco-suelo (Rodríguez-Schettino, 1999) y está expuesto a los intensos rayos solares de Cuba. Los autores del presente trabajo afirman que tanto la fuerte pigmentación de los testículos como su gruesa túnica albugínea pudieran ser una estrategia de protección ante las radiaciones ultravioleta (UV), así como una barrera a la contaminación de los ecosistemas.

Los espermatocitos I fueron las células más grandes detectadas en la presente investigación. El espermatocito I pasa toda la profase I de la meiosis en la denominada «fase de crecimiento 0» y, aunque no crece tanto como su homólogo femenino en igual etapa, incrementa un poco su tamaño. Estos resultados coinciden

con los de varios autores (Sheltinga *et al.*, 2001; Gribbins, 2011), quienes afirmaron que la célula más grande observada durante el proceso de la espermatogénesis es el espermatozoides en sus diferentes etapas.

Los espermatozoides secundarios fueron difíciles de ver en los cortes, tanto a nivel óptico como electrónico, debido a la rapidez de su división (Gilbert, 2009).

La espermiogénesis, en sus aspectos esenciales, transcurre como en otros lagartos (Ferreira y Dolder, 2003); la formación del acrosoma y la presencia en este de dos membranas –interna y externa– en *A. sagrei* coincide con lo informado por Gribbins *et al.* (2008) para *Scincella laterale*. Sin

embargo, Rodríguez y Sanz (2009) no encontraron para la especie objeto de estudio la presencia de dos membranas acrosomales. Esta contradicción pudiera explicarse debido a la menor magnificación empleada en aquel estudio, o pudiera deberse a sesgos de los ultracortes. Tampoco se encontraron, durante la espermiogénesis, las prolongaciones nucleares informadas para un gecko por Jamieson *et al.* (1996). La presencia de 10 mitocondrias en el citoplasma del espermatozoides en formación marca una diferencia, pues Gribbins (2011) refiere la presencia de 8 de estos orgánulos en otros lagartos.

El espermatozoides de *A. sagrei* tiene la cabeza ligeramente cónica, debido a la forma del

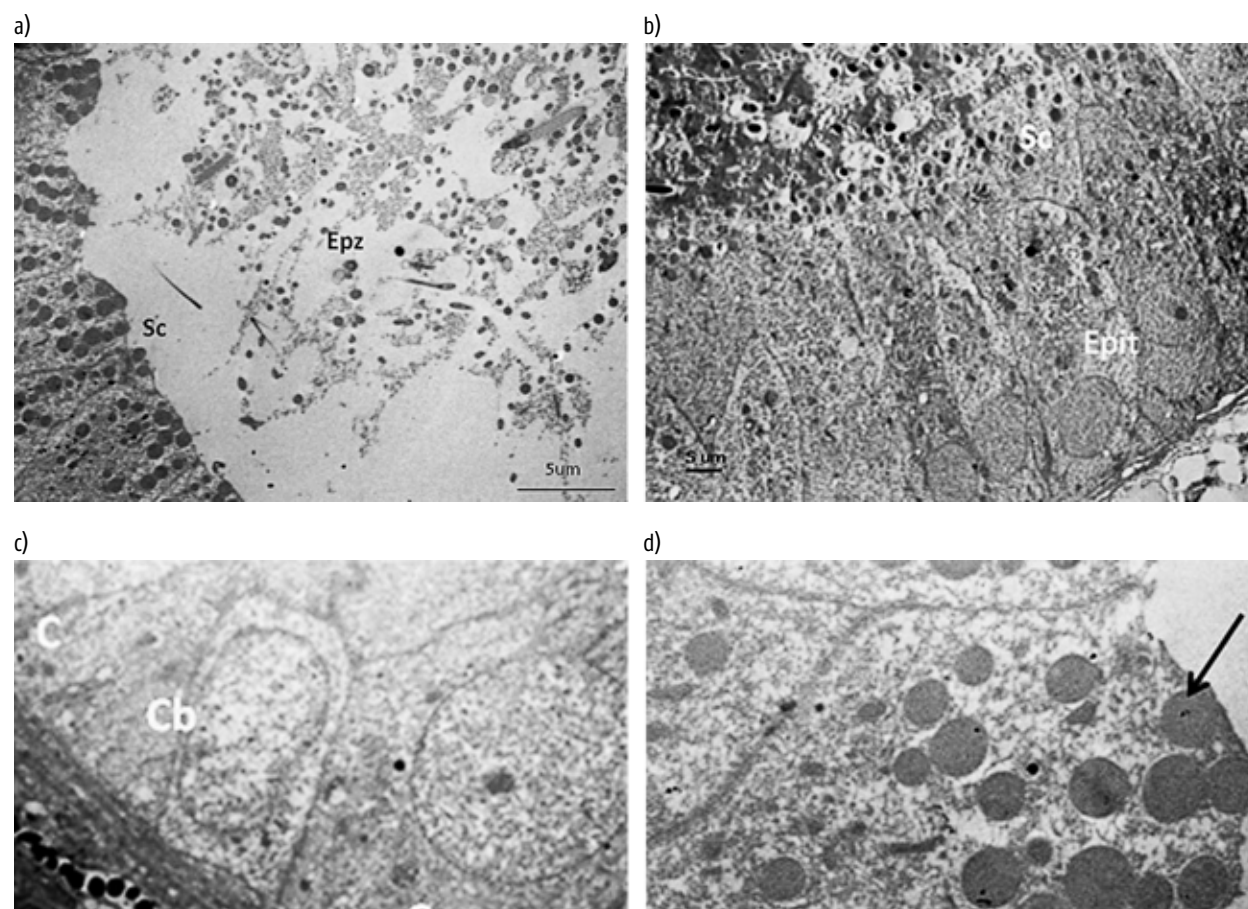


Figura 6. Micrografías con el microscopio electrónico de transmisión (MET) del epidídimo de *A. sagrei*: a) sección donde se aprecia parte del epitelio del epidídimo y el lumen de este lleno de espermatozoides cortados de forma longitudinal o transversal, 2K; b) epitelio del epidídimo con los dos tipos celulares (se aprecian abundantes gránulos de secreción), 1,5K; c) se observa una célula secretora una célula basal del epitelio del epidídimo y abundante pigmento en la capa fibrosa, 5K; d) detalle de una célula secretora, 8K. La flecha señala los gránulos de secreción. En la imagen: Cs (célula secretora), Cb (célula basal), Sc (secreciones) y Epz (espermatozoides).

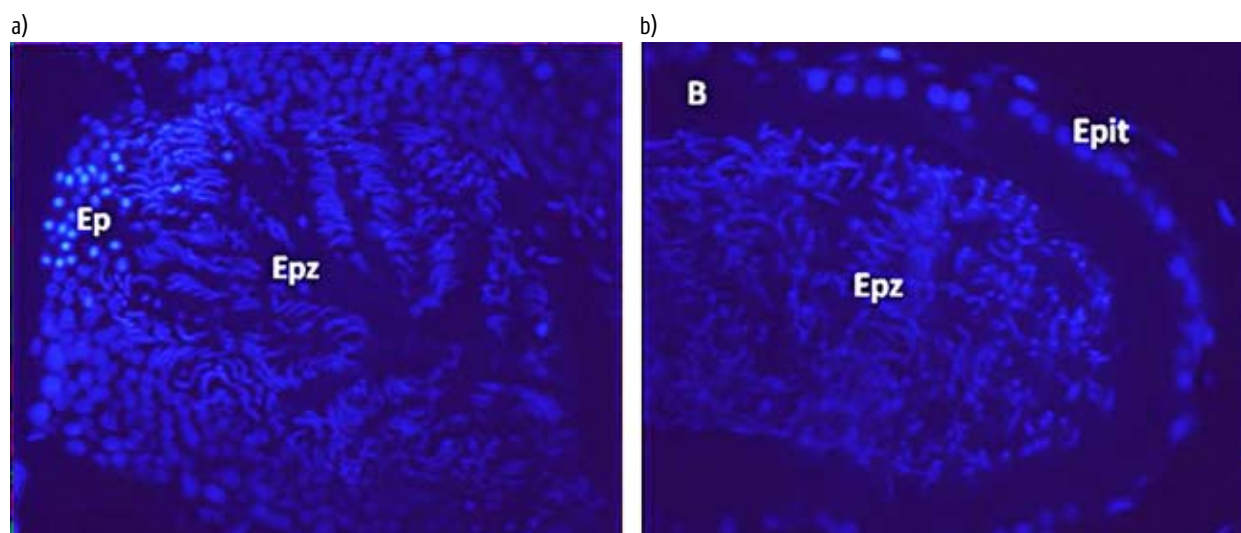


Figura 7. Técnica DAPI: a) corte transversal de túbulo seminífero de *A. sagrei*, 60X; b) corte transversal del epidídimo, 60X. En la imagen: Epz (espermatozoides) y Epit (epitelio).

acrosoma. Teixeira *et al.* (1999) informan la presencia de un acrosoma circular en sección transversal en *Pristidactylus scapulatus* –otro lagarto de la misma familia– y sugieren que la forma de dicho acrosoma puede ser variable dentro de los miembros de la familia Polychrotidae. La estructura de la cabeza está relacionada con la forma del acrosoma, que participa en la atracción especie-específica entre espermatozoide y ovocito, en la penetración de las membranas ovulares y en la reacción cortical; de ahí su importancia.

La presencia de dos tipos celulares en la pared epitelial del epidídimo se ha informado para otros reptiles (Aranha *et al.*, 2006). En los amniotas, durante el tránsito por el epidídimo, los espermatozoides maduran debido a las secreciones de sus células (Asha Prakash *et al.*, 1980). Diferentes autores (Gigon-Depeiges y Dufaure, 1977; Dufaure *et al.*, 1983; Ferreira *et al.*, 2009) estudiaron la sincronía del ciclo testicular con la del epidídimo y encontraron, en especies con ciclos reproductivos, una regresión de la altura del epitelio de este conducto y ausencia de vesículas secretoras; además, se observó el lumen estrecho y vacío de espermatozoides, al punto que el epitelio es reducido hasta la total supresión de su actividad secretora (Mesure *et al.*, 2001).

Los ejemplares estudiados en el presente trabajo tenían una fuerte actividad espermatogénica que se corresponde con la etapa en la cual fueron

recolectados: el mes de mayo, en pleno apogeo descrito para la provincia La Habana. No obstante, *A. sagrei* presenta un ciclo reproductivo evidente (Sanz y Uribe, 1999). Es de esperar que en animales en regresión gonadal, correspondiente a meses con menor temperatura en Cuba, el epitelio del epidídimo responda acorde con la ausencia de actividad testicular y de espermatozoides.

LITERATURA CITADA

- ARANHA, I.; M. BHAGYA y H.N. YAJURVEDI (2006): «Ultrastructural Study of the Epididymis and the Vas Deferens and Electrophoretic Profile of their Luminal Fluid Proteins in the Lizard *Mabuya carinata*», *Journal of Submicroscopic Cytology and Pathology*, vol. 38, n.º 1, pp. 37-43.
- ASHA PRAKASH, M.; N. PRASAD y T.C. ANAND KUMAR (1980): «Ultrastructural Studies on the Epididymal Spermatozoa in the Rhesus Monkey», *Journal of Biosciences*, vol. 2, n.º 3, pp. 261-266.
- CAMPBELL, T.S. (1999): «Consequences of the Cuban Brown Anole Invasion: it's not Easy Being Green», *Anolis Newsletter*, vol. 5, pp. 12-21.
- CAMPBELL, T.S. (2002): «The Brown Anole (*Anolis sagrei* Dumeril and Bibron 1837). The Institute for Biological Invasions: The Invader of the Month, <<http://invasions.bio.utk.edu/invaders/sagrei.html>>, [1/1/2011].
- DUFAURE, J.P.; A. DEPEIGES y M. CHAMBON (1983): «Scanning Electron-microscopical Study of Epi-

- didymal Secretions in the Lizard *Lacerta vivipara* (Reptilia, Squamata) and of their Relationships with Spermatozoa», *Cell Tissue Research*, vol. 234, n.º 2, pp. 403-409.
- ESTRADA, A. (2102): «The Cuban Archipelago in Island lists of West Indian Amphibians and Reptiles. Florida», *Museum of Natural History. Robert Powell and Robert W. Henderson*, vol. 51, n.º 2, pp. 85-166.
- FERREIRA, A. y H. DOLDER (2003): «Sperm Ultrastructure and Spermatogenesis in the Lizard, *Tropidurus itambere*», *Biocell*, vol. 27, n.º 3, pp. 353-362.
- FERREIRA, A.; D.N. SILVA, M. VAN SLUYS y H. DOLDER (2009): «Seasonal Changes in Testicular and Epididymal Histology of the Tropical Lizard, *Tropidurus itambere* (Rodrigues, 1987), during its Reproductive Cycle», *Brazilian Journal of Biology*, vol. 69, n.º 2, pp. 429-435.
- GILBERT, S. (2009): *Developmental Biology*, Sinauer Associates, 9.ª edición, Sunderland, Massachusetts.
- GIGON-DEPEIGES, A. y J.P. DUFAURE (1977): «Secretory activity of the lizard epididymis and its control by testosterone», *General and Comparative Endocrinology*, vol. 33, n.º 4, pp. 473-479.
- GRIBBINS, K.M. (2011): «Reptilian Spermatogenesis: A Histological and Ultrastructural Perspective Spermatogenesis», *Bioscience*, vol. 1, n.º 3, pp. 250-269.
- GRIBBINS, K.M.; R.M. ELSEY y D.H. GIST (2006): «Cytological Evaluation of the Germ Cell Development Strategy within the Testes of the American Alligator, *Alligator mississippiensis*», *Acta Zoology*, vol. 87, pp. 59-69.
- GRIBBINS, K.M. y D.H. GIST (2003): «Cytological Evaluation of Spermatogenesis within the Germinal Epithelium of the Male European Wall Lizard, *Podarcis muralis*», *Journal of Morphology*, vol. 258, pp. 296-306.
- GRIBBINS, K.M.; D. GIST y J. CONGDON (2003): «Cytological Evaluation of Spermatogenesis in the Red-eared Slider. *Trachemys scripta*», *Journal of Morphology*, vol. 255, pp. 337-346.
- GRIBBINS, K.M.; E.M. MILLS y D. SEVER (2007): «Ultrastructural Examination of Spermiogenesis Within the Testis of the Ground Skink, *Scincella laterale* (Squamata, Sauria, Scincidae)», *Journal of Morphology*, vol. 268, pp. 181-192.
- HYMAN, H.L. (1992): *Hyman's Comparative Vertebrate Anatomy*, University of Chicago Press, 3ª edición.
- JAMIESON, B.G.; S.C. OLIVER y D.M. SCHELTINGA (1996): «The Ultrastructure of the Spermatozoa of Squamata—I. Scincidae, Gekkonidae and Pygopodidae (Reptilia)», *Acta Zoologica*, vol. 77, n.º 1, pp. 85-100.
- MESURE, M.; M. CHEVALIER, A. DEPEIGES, J. FAURE et al. (2001): «Structure and Ultrastructure of the Epididymis of the Viviparous Lizard during the Annual Hormonal Cycle: Changes of the Epithelium Related to Secretory Activity», *Journal of Morphology*, vol. 210, pp. 133-145.
- PRUITT, C.R. (1959): «Spermatogenesis of *Anolis carolinensis*», tesis de doctorado, Texas Tech University.
- RHEUBERT, J.L.; W. BYRON, K. WOLF y K. GRIBBINS (2009): «Ultrastructural Study of Spermiogenesis in the Jamaican Gray Anole, *Anolis lineatopus* (Reptilia: Polychrotidae)», *Acta Zoologica*, vol. 91, n.º 4, pp. 484-494.
- RODRÍGUEZ, L. (2003): «Generalidades», en L. Rodríguez-Schettino (ed.), *Anfibios y reptiles de Cuba*, UPC Print, Vaasa, Finlandia, pp. 2-16.
- RODRÍGUEZ-GÓMEZ, Y. y A. SANZ OCHOTORENA (2009): «Morfología y Ultraestructura de los espermatozoides de dos especies del género *Anolis* (Sauria: Polychrotidae)», *Revista TIP*, vol. 12, n.º 1, pp. 12-18.
- RODRÍGUEZ-SCHETTINO, L. (1999): *The Iguanid Lizards of Cuba*, University Press of Florida, 1ª edición.
- RUSSELL, L.D.; S.A.P. HIKIM, R.A. ETTLIN y E.D. LEGG (1990): *Histological and Histopathological Evaluation of the Testes*, Cache River Press, Florida.
- SANZ, A. y M.C. URIBE (1999): «Ciclo gonadal y de los cuerpos grasos de *Anolis sagrei* en Ciudad de La Habana», *Biología*, vol. 3, n.º 1, pp. 26-31.
- SANZ, A.; M.C. URIBE y M. DOMÍNGUEZ (2003): «Dos índices morfológicos en machos de tres especies del género *Anolis*», *Biología*, vol. 4, pp. 96-102.
- SHELTINGA, D.M., B.G.M. JAMIESON, R.E. ESPINOZA y K.S. ORREL (2001): «Descriptions of the Mature Spermatozoa of the Lizards *Crotaphytus bicinctores*, *Gambelia wislizenii* (Crotaphytidae), and *Anolis carolinensis* (Polychrotidae) (Reptilia, Squamata, Iguania)», *Journal of Morphology*, vol. 247, pp. 160-171.
- TEIXEIRA, R.D.; G.R. COLLI y S.N. BÃO (1999): «The Ultrastructure of Spermatozoa of the Lizard *Polychrus acutirostris* (Squamata, Polychrotidae)», *Journal of Submicroscopic Cytology and Pathology*, vol. 31, n.º 3, pp. 387-395.
- VÁZQUEZ-NIN, G.H. y O.M. ECHEVERRÍA (2000): *Introducción a la microscopía aplicada a las ciencias biológicas*, UNAM, Fondo de Cultura Económica, México D.F.

