

HISTOQUÍMICA DE MUCINAS Y LÍPIDOS DEL APARATO URINARIO DE LA BABA (*Caiman crocodilus crocodilus*)

Mucins and Lipids Histochemistry of the Urinary System in the Spectacled Cayman (Caiman crocodilus crocodilus)

Francisco J. Cabrera A.^{*1} y Gisela C. García C.*

**Cátedra de Histología y Embriología, Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad Central de Venezuela*

Correo-E: franciscocabrer@gmail.com

Recibido: 06/08/09 - Aprobado: 09/07/10

RESUMEN

Se realizó un estudio histoquímico de mucinas y lípidos del aparato urinario de nueve babas adultas de sexo masculino y de un ejemplar adulto de sexo femenino, utilizando las coloraciones PAS, PAS-Azul alciano a pH 2,5 y 1,0; Aceite Rojo "O" y el Método de Schulz para esteroides. Los hallazgos más relevantes fueron la presencia de mucinas neutras en el borde en cepillo y gotas citoplasmáticas de todos los túbulos de la nefrona y en la superficie apical del urotelio, así como presencia de sialomucinas desde el túbulo distal hasta el uréter. Se detectaron gotas lipídicas compuestas por ácidos grasos libres en el citoplasma de las células del segmento intermedio de la nefrona. Se discute la importancia de estas mucinas como protectores de las mucosas y como lubricantes de las vías urinarias. Estos estudios parecen demostrar la ausencia de porciones de la nefrona del *Caiman crocodilus crocodilus* que intervengan en la secreción de líquido seminal o que sean análogos del segmento sexual de los lagartos y serpientes.

(Palabras clave: Vías urinarias, mucinas, lípidos, histoquímica, *Caiman crocodilus crocodilus*, Apure)

ABSTRACT

A histochemical study of mucins and lipids of the urinary tract of the spectacled caiman was conducted, using PAS stain, PAS-Alcian blue stain (at pH values of 2.5 and 1.0, respectively), "O" red oil stain, and Shultz method for steroids. Nine mature males and one mature female were used. The results of the present study show that the most relevant findings were the presence of neutral mucins in the brush border and of cytoplasmic droplets in all tubular nephrons and in the apical surface of the urothelium, as well as the presence of sialomucins from the distal tubule to the ureter. Lipid droplets composed of free fatty acids were observed in the cytoplasm of the cells of the intermediate segment of the nephron. The importance of mucins as mucosal protectors and urinary tract lubricants is discussed. The results of the study in the *Caiman crocodilus crocodilus*, appear to demonstrate the absence of portions of the nephron that either participate in the secretion of seminal fluid or are similar to the sexual segment of lizards and snakes.

(Key words: Urinary pathways, mucins, lipids, histochemistry, *Caiman crocodilus crocodilus*, Apure)

¹ A quien debe dirigirse la correspondencia (To whom correspondence should be addressed)

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 30 años, se han realizado en Venezuela diversas propuestas para el aprovechamiento de las distintas fuentes de alimento de origen local. La lista de especies susceptibles de ser explotadas como fuente de proteína animal incluye peces como la sapoara, la tilapia y la cachama (González y Heredia, 1998), mamíferos como el chigüire o capibara (Ojasti, 1973; González, 1995), el báquiro de collar, la lapa, el picure, el venado (Cardozo, 1992) y, entre los reptiles, el morrocoy y la baba (PROFAUNA, 1991). Todas estas especies aún son explotadas como fuente de alimento por parte de la población rural y son consideradas como manjares exóticos por muchos habitantes urbanos.

En otro orden de ideas, algunas de estas especies son objeto de un interés adicional debido a su uso como mascotas, al alto valor de su piel, su probable valor farmacológico, como es el caso de las cocodrilinas obtenidas del plasma sanguíneo de los cocodrilos (Cupul-Magaña, 2003), y de acuerdo con el principio de Krogh (Dantzer, 2005), por el interés que suscitan algunas de estas especies entre los fisiólogos, siempre en búsqueda de nuevos y mejores modelos animales para la resolución de incógnitas fisiológicas. Por otra parte, se requiere un profundo conocimiento de la morfología y fisiología de estas especies para lograr un adecuado manejo zootécnico y sanitario. Por tal motivo, la especie denominada baba o caimán de anteojos (*Caiman crocodilus crocodilus*) se ha revelado como un interesante objeto de estudio debido a la posibilidad de criarse en cautiverio (PROFAUNA, 1991), su valor como fuente de proteína para el consumo humano (Vidaurreta, 2000) y la utilidad de su piel para la fabricación de prendas suntuarias (Thorbjarnarson, 1999). A esto debemos añadir la posibilidad de utilizar esta especie como un modelo experimental de la fisiología renal de mamíferos y aves, en ciertas áreas en las que existen problemas sin resolver y en los cuales la anatomía e histología renal de estos animales dificultan la realización de estudios experimentales en estas especies debido a la complejidad estructural del riñón (Dantzer, 1980).

Las características anatómicas e histológicas del sistema urinario del *Caiman crocodilus crocodilus* han sido objeto de varios estudios (Gambarian, 1994; Cabrera y García, 2004; Cabrera *et al.*,

2005; Cabrera y García, 2009). De acuerdo a estos datos, esta especie posee riñones metanéricos, pares, divididos en lóbulos, hemilóbulos y lobulillos. Destaca la estructura de sus nefronas, más parecidas a las de los grandes cocodrilos que a las nefronas de los miembros del grupo *Alligatoridae*, al cual pertenece esta especie. La nefrona del *Caiman crocodilus crocodilus* está compuesta por el corpúsculo renal, cuello, túbulo proximal (con porciones ascendente y descendente), segmento intermedio, túbulo distal y segmento de conexión con los túbulos colectores. Las vías urinarias están representadas por los túbulos colectores y el uréter. Los túbulos colectores están revestidos por una mucosa constituida por epitelio cilíndrico pseudoestratificado y una lámina propia submucosa desprovista de glándulas. La túnica muscular está compuesta por músculo liso y la túnica externa consiste en una adventicia de tejido conectivo laxo (Cabrera *et al.*, 2005; Cabrera y García, 2009).

Los túbulos colectores confluyen para formar los uréteres, los cuales desembocan en la cloaca a través de papilas ureterales ubicadas a cada lado del pene (Cabrera y García, 2004) o del clítoris, según el sexo del individuo. Los uréteres están revestidos por epitelio polimorfo, el cual descansa sobre una lámina propia submucosa de tejido conectivo denso a glandular. La túnica muscular posee tres capas de musculatura lisa, mientras que la túnica externa es una adventicia (Cabrera y García, 2009). Cabrera y García (2004) reportaron la presencia de ampollas ureterales ubicadas en la porción cloacal de la base del pene, craneales a las papilas que les sirven de drenaje, sugiriéndose que pudieran actuar como reservorios de orina en sustitución de la vejiga urinaria, ausente en esta especie.

Diversos autores han reportado el papel que juegan las mucinas secretadas por los epitelios y glándulas de diversas mucosas, tales como la intestinal, la respiratoria y la urinaria. Las mucinas neutras, abundantes en la superficie luminal del estómago y secretadas también por las glándulas duodenales, están relacionadas con la neutralización del pH y con la protección de las mucosas estomacal e intestinal. Las mucinas ácidas se dividen en dos grandes grupos: sialomucinas y sulfomucinas (Lynch *et al.*, 1972). Las sialomucinas son muy abundantes en el colon y en el tracto respiratorio, donde cumplen funciones de protección y lubricación. Las sulfomucinas son

abundantes en el intestino grueso y tracto respiratorio superior, donde actúan principalmente como lubricantes (Sakata y Engelhardt, 1981).

Por otra parte, las mucinas en conjunto pueden contribuir a la formación de barreras de solutos y favorecer la formación de un ambiente favorable para el crecimiento de ciertos microorganismos fermentadores en el ciego de los roedores, limitando el crecimiento de otros microorganismos (Sakata y Engelhardt, 1981). También forman parte del sistema de defensa de mucosas presente en el tracto gastrointestinal, en el cual se asocian a proteínas protectoras secretadas por el epitelio, ya sea por medio de la interacción molecular directa u ofreciendo a estas proteínas un medio acuoso y viscoso-elástico donde llevar a cabo sus funciones defensivas (Corfield *et al.*, 2001).

En el caso del sistema urinario de los reptiles, algunas descripciones reportan la presencia de mucosustancias a nivel de vías urinarias, presumiblemente del tipo de las mucinas ácidas, ya que su presencia es justificada por la necesidad de facilitar la movilización de uratos insolubles (Bolton y Beuchat, 1991). La ausencia de glándulas anexas en los cocodrílidos y la posibilidad de que estos posean estructuras análogas al segmento sexual renal de los lagartos, permiten pensar que entre los glucoconjugados secretados por las vías urinarias y nefrona de los cocodrílidos en general, y la baba en particular, existan glucoconjugados que puedan intervenir en la capacitación espermática o que contribuyan a la composición del líquido seminal de estas especies (Cabrera y García, 2007); por tales motivos se ha optado por iniciar la tipificación de las mucinas y lípidos presentes en las nefronas y vías urinarias de babas de ambos sexos, con énfasis especial en los individuos de sexo masculino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo de la distribución de mucinas y lípidos en el aparato urinario de 9 babas sexualmente maduras del sexo masculino y de muestras de riñón de un ejemplar adulto femenino de la misma especie, este último seleccionado para determinar si existen diferencias histoquímicas entre las nefronas de animales de diferente sexo. Los especímenes fueron animales salvajes capturados en el ecosistema de sabana anegadiza del Distrito Muñoz, estado Apure, Venezuela, durante la época de

apareamiento de la especie, entre los meses de mayo a julio (Britton, 1999). El sexaje se realizó mediante palpación intra-cloacal y observación de la presencia del órgano copulador en los machos o del clítoris en las hembras. La madurez sexual se determinó según la longitud del cuerpo, esta debe ser mayor de 1,40 m para los machos y mayor a 1,20 m para las hembras, de acuerdo a los parámetros utilizados en los estudios previos (Britton, 1999; Cabrera y García, 2009). Las muestras histológicas, obtenidas mediante necropsia, se fijaron por 24 h como mínimo en formol al 10% tamponado a pH 7,0 y procesadas en el Laboratorio de Histoquímica de la Cátedra de Histología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. Las muestras fijadas, fueron procesadas mediante la técnica de inclusión en parafina y se realizaron secciones histológicas de 5 μ de grosor. Las secciones histológicas fueron teñidas mediante la reacción del aldehído-fucsina-ácido periódico de Schiff (PAS), con el fin de detectar mucinas neutras y PAS-azul alciano a pH 1,0 y 2,5 para identificar mucinas ácidas tales como sialomucinas y sulfomucinas, siguiendo el protocolo de técnicas descrito por Prophet *et al.* (1995). Se utilizó una escala subjetiva para determinar la fuerza de la reacción cromógena a la presencia de las diferentes mucosustancias; fuerza que fue descrita como “negativa”, “débil”, “fuerte” o “muy fuerte”, según el caso. También se realizaron cortes histológicos por congelación de 6 μ m de grosor, los cuales fueron teñidos mediante el método del aceite rojo “O” y la Reacción de Schulz para la detección de lípidos (ácidos grasos y derivados del colesterol, respectivamente), siguiendo las técnicas descritas por Prophet *et al.* (1995). Los campos microscópicos de interés, así como una escala PZO 0,01 mm (escala de 1 mm con divisiones cada 10 μ m), fueron fotografiados mediante el uso de un Fotomicroscopio Trinocular Nikon Eclipse, Modelo E400, provisto de una montura F y una cámara digital Nikon Coolpix 950 de 2,1 mega-píxeles.

RESULTADOS

Se realizaron los mismos hallazgos en todos los especímenes, tanto en los machos como en la hembra. A nivel del túbulo proximal se detectó una pequeña cantidad de gránulos químicamente compatibles con el grupo de las mucinas neutras (PAS positivos)

(Figura 1-A). La reacción a nivel del borde en cepillo del túbulo proximal resultó débil. La búsqueda de sialomucinas o sulfomucinas en el túbulo proximal, mediante la coloración PAS-azul alciano, dio resultados negativos.

En las múltiples asas del segmento intermedio, situadas en la región medular, se observó una débil reacción positiva a nivel del borde en cepillo únicamente para mucinas neutras, reacción que se acentuó a lo largo del túbulo distal, para debilitarse sin desaparecer del todo en los túbulos colectores sub-capsulares.

El tercio más superficial de la porción cortical del túbulo distal mostró una reacción fuertemente positiva para mucinas neutras, sialomucinas y sulfomucinas en su borde en cepillo, pero no se identificaron acúmulos importantes de gránulos citoplasmáticos de mucinas, salvo unos pocos y muy dispersos gránulos PAS positivos (Figuras 1 y 2). En el segmento de conexión y en túbulos colectores se observó una reacción

positiva débil a mucinas neutras; sin embargo, en el túbulo colector se detectaron gránulos de tales mucinas a nivel citoplasmático (Figura 3-A). Tanto el segmento de conexión como el túbulo colector resultaron fuertemente positivos a sialomucinas en el borde en cepillo (Figura 3-B). La reacción a sulfomucinas fue negativa en ambos segmentos de los túbulos uriníferos.

En los conductos tributarios mayores del uréter (extra-capsulares) se evidenció la presencia de gran cantidad de gránulos citoplasmáticos, células caliciformes y verdaderas glándulas intraepiteliales multicelulares de secreción mucosa neutra (todos con reacción PAS positiva). La presencia de sialomucinas es muy fuerte en el borde en cepillo de tales conductos (Figura 4), pero la reacción para detectar sulfomucinas dio resultados negativos.

El uréter presenta un epitelio polimorfo típico revistiendo su mucosa; sus células mostraron una notable reacción citoplasmática positiva para todas las

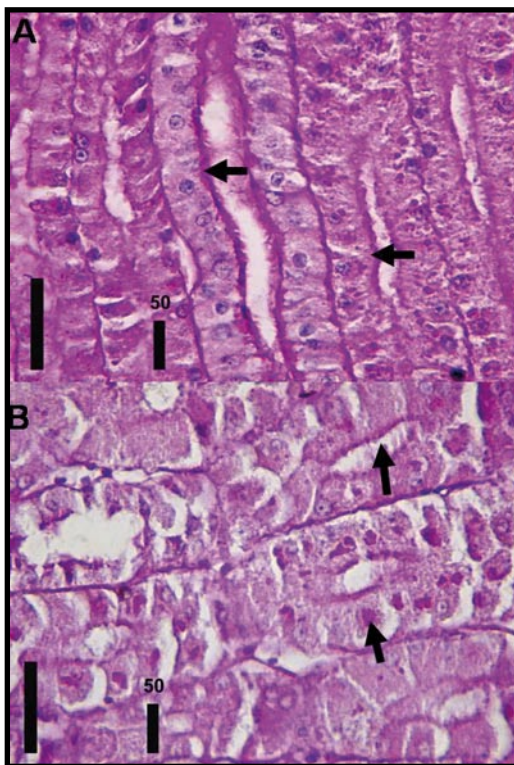


Figura 1. Reacción a la coloración de PAS en la Corteza Renal del *Caiman crocodilus crocodilus*. **A:** Túbulos proximales ascendentes (TPA): reacción PAS positiva en algunos gránulos citoplasmáticos y ribete en cepillo del epitelio (flechas); TPD: túbulo proximal descendente; escala: 50 μm . **B:** Túbulo distal del *Caiman crocodilus crocodilus* (TD): reacción P.A.S. positiva en la superficie apical y ribete en cepillo del epitelio (flechas); Escala: 50 μm

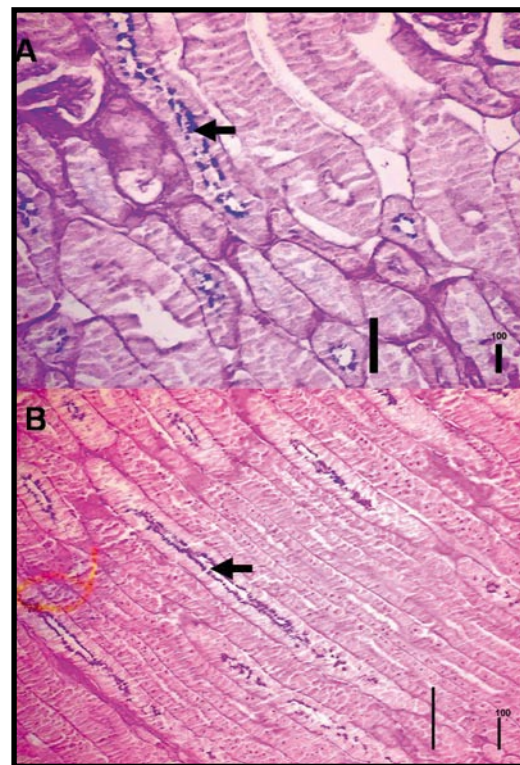


Figura 2. Reacción a la coloración de PAS azul alciano en los túbulos distales del *Caiman crocodilus crocodilus*: **A:** Reacción PAS azul alciano a pH 2,5 positiva en la superficie apical y ribete en cepillo del epitelio (flecha); escala: 100 μm . **B:** Reacción PAS azul alciano a pH 1,0 positiva en la superficie apical y ribete en cepillo del epitelio (flecha); escala: 100 μm

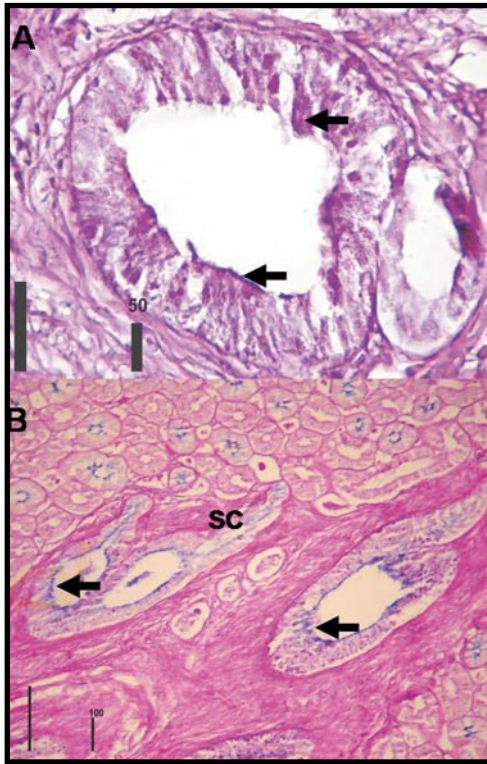


Figura 3. Reacción a las coloraciones de PAS y PAS-azul alciano en el túbulo colector del *Caiman crocodilus crocodilus*. **A:** Reacción PAS positiva en la superficie apical y citoplasma epitelial (flechas); escala: 50 μm . **B:** Reacción PAS azul alciano a pH 2,5 positiva en la superficie apical del epitelio (flechas); SC: Segmento de Conexión; escala: 100 μm

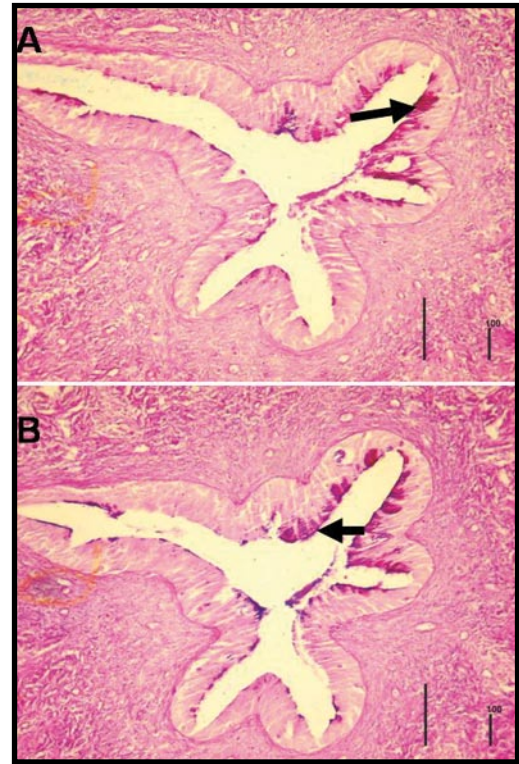


Figura 4. Reacción a las coloraciones de PAS y PAS-azul alciano en el conducto tributario del uréter del *Caiman crocodilus crocodilus*. **A:** Reacción PAS positiva en la superficie apical y glándulas caliciformes (flecha). **B:** Reacción PAS azul alciano a pH 2,5 positiva en la superficie apical y glándulas caliciformes (flecha). Escala en ambas micrografías: 100 μm

coloraciones utilizadas en este trabajo para detectar mucinas, de tal modo que se observaron mucinas neutras y ácidas a nivel de la zona de condensación citoplasmática apical del urotelio y mucinas ácidas en todo el citoplasma de las células apicales del mismo (Figura 5). En la Tabla 1 se presenta un resumen de la histoquímica de mucinas del aparato urinario del *Caiman crocodilus crocodilus*.

En este trabajo también se estimó necesario el uso de coloraciones para la detección de lípidos. Para el caso de los ácidos grasos libres, presentes en forma de gotas citoplasmáticas. El uso de esta coloración permitió detectar la presencia débil de gotas lipídicas, compuestas por ácidos grasos libres y triglicéridos, a nivel de los segmentos intermedios de la nefrona (Figura 6). El mismo tipo de reacción, mucho más fuerte, se observó en las porciones finales de los túbulos distales y en los segmentos de conexión, siendo la reacción más fuerte en los primeros (Figura 7). Ningún otro componente de la nefrona ni de las vías urinarias, presentó reacción positiva con esta tinción. El uso de la reacción de Schulz para la detección de

gránulos citoplasmáticos contentivos de esteroides, dio resultados negativos en todos los segmentos de la nefrona del *Caiman crocodilus crocodilus*, así como en los túbulos colectores, tributarios del uréter y el uréter mismo.

DISCUSIÓN

Los hallazgos histoquímicos logrados mediante las coloraciones del grupo PAS, utilizadas en este trabajo en el parénquima renal, nos permiten establecer algunas diferencias con las observaciones realizadas en otros reptiles. Por ejemplo, los gránulos tintorialmente neutros encontrados intermitentemente a lo largo del túbulo proximal resultaron ser gránulos de mucosustancias PAS positivas en lugar de las gotas lipídicas reportadas por Jin *et al.* (1995) en el yacaré de Brasil. Sin embargo, mucosustancias similares fueron reportadas en la tortuga verde por Solomon (1985) en el segmento homólogo de la nefrona. Recientemente, se ha reportado la presencia de gotas citoplasmáticas tintorialmente

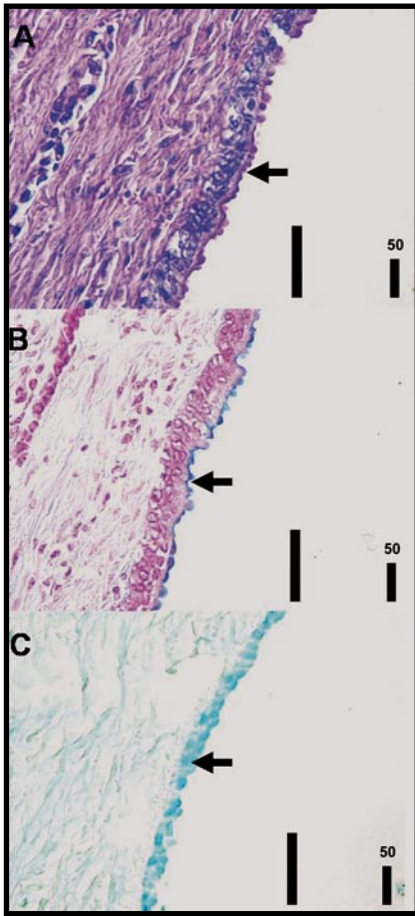


Figura 5. Reacción a las coloraciones de PAS y PAS-azul alciano en la dilatación ureteral del *Caiman crocodilus crocodilus*. **A:** Reacción PAS positiva en la condensación citoplasmática apical del epitelio polimorfo (flecha). **B:** Reacción PAS azul alciano a pH 2,5 positiva en la condensación citoplasmática apical del epitelio polimorfo (flecha). **C:** Reacción PAS-azul alciano a pH 1,0 positiva en la superficie apical del epitelio polimorfo (flecha). Escala en todas las micrografías: 50 μm

neutras en diferentes segmentos de las nefronas y vías urinarias, las cuales pueden ser de carácter mucoso y/o lipídico (Cabrera *et al.*, 2005; Cabrera y García, 2009). Estudios realizados en el yacaré de Brasil (*Caiman yacare*) permitieron detectar gotas lipídicas intracitoplasmáticas en el segmento intermedio de la nefrona (Jin *et al.*, 1995), planteándose la posibilidad de un proceso de secreción de hormonas sexuales y, por lo tanto, equiparando funcionalmente a este segmento intermedio con el denominado segmento sexual de la nefrona de los lagartos y serpientes machos (Del Conte, 1972; Gabri, 1983; Sever *et al.*, 2002; Kromer, 2004; Sever y Hopkins, 2005). Los estudios previos (Cabrera y García, 2009) determinaron que no existe un segmento sexual de la nefrona en *Caiman crocodilus crocodilus*, puesto que no se hallaron

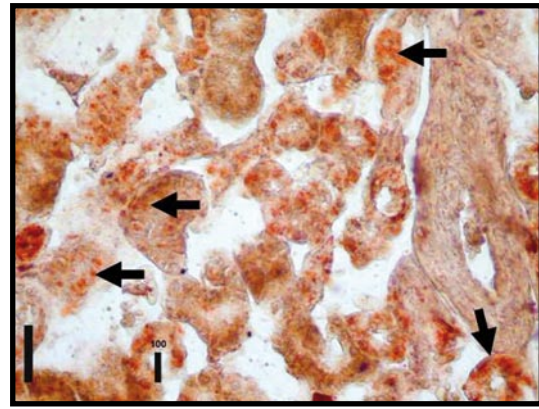


Figura 6. Detección de lípidos en la región medular del riñón de *Caiman crocodilus crocodilus*. Las flechas indican el puntillado rojo producto de la reacción positiva ante la presencia de ácidos grasos libres en el citoplasma celular del epitelio del segmento intermedio de la nefrona. Coloración de aceite rojo "O". Escala 100 μm

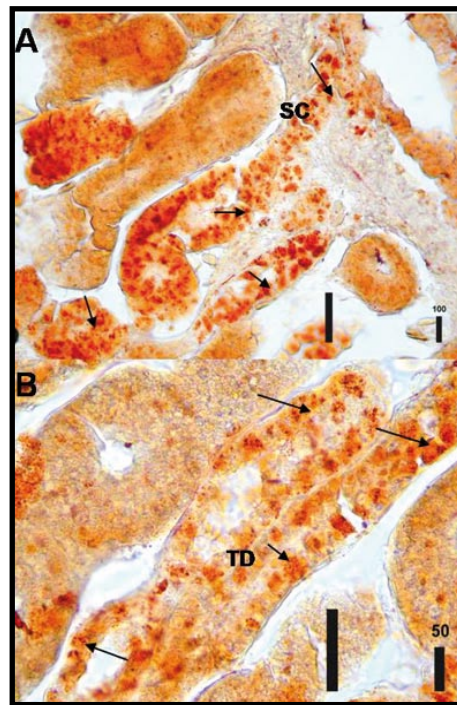


Figura 7. Detección de lípidos en la corteza renal del *Caiman crocodilus crocodilus*. **A:** TD: túbulo distal; SC: segmento de conexión; escala 100 μm . **B:** TD: túbulo distal; escala 50 μm . En Ambas micrografías el puntillado rojo (flechas) denota la reacción positiva ante la presencia de ácidos grasos libres en el citoplasma de las células epiteliales de estos segmentos de la nefrona (coloración de aceite rojo "O")

diferencias morfológicas entre las nefronas de macho y hembra de esta especie, quedando por resolver si existen diferencias histoquímicas entre ellas.

En este trabajo se buscó determinar de modo más preciso el tipo de lípidos presentes en el segmento intermedio de la nefrona de la baba, logrando determinar que en esta especie, las gotas lipídicas

Tabla 1. Histoquímicos para Mucinas en el Epitelio del Aparato Urinario de *Caiman crocodilus crocodilus*

Prueba realizada		PAS	PAS AB 2,5	PAS AB 1,0
Sustancia detectable		Mucinas neutras	Sialomucinas	Sulfomucinas
<i>Estructuras estudiadas</i>				
Túbulo Proximal Ascendente	Borde en cepillo	+/-	-	-
	Citoplasma	+/-	-	-
Túbulo Proximal Descendente	Borde en cepillo	+/-	-	-
	Citoplasma	+/-	-	-
Segmento Intermedio	Borde en cepillo	+/-	-	-
	Citoplasma	-	-	-
Túbulo Distal	Borde en cepillo	++	++	++
	Citoplasma	-	-	-
Segmento de Conexión	Borde en cepillo	+	+	-
	Citoplasma	-	-	-
Túbulos Colectores	Borde en cepillo	+	+	-
	Citoplasma	+	-	-
Túbulos Tributarios del Uréter	Borde en cepillo	++	++	-
	Citoplasma de células glandulares	++	++	-
	Condensación citoplasmática apical	++	++	++
Uréter	Citoplasma	-	+	+

PAS AB 2,5: Coloración PAS azul alciano a pH 2,5 (para sialomucinas); **PAS AB 1,0:** Coloración PAS azul alciano a pH 1,0 (para sulfomucinas); “-“: Reacción negativa; “+/-“: Reacción positiva débil; “+“: reacción positiva; “++“: Reacción positiva muy fuerte

contienen únicamente ácidos grasos libres, mientras que nuestros esfuerzos por detectar esteroides dieron resultados negativos en cada segmento de la nefrona de ambos sexos. Además, no se detectaron lípidos en la luz de la nefrona. Esto nos permite sugerir que la nefrona de la baba no posee segmentos análogos al segmento sexual de lagartos y serpientes, lo cual, junto con las observaciones macroscópicas realizadas por Cabrera y García (2004) en relación a que el punto de entrada de los uréteres en el cuerpo del pene es caudal al punto de entrada de los conductos deferentes, sugiere que el aparato urinario de las babas de sexo masculino no interviene en la formación del líquido seminal y descartaría lo sugerido por estudios previos del aparato genitourinario de esta especie (Cabrera y García, 2007). Sin embargo, debe recordarse que esta función, ampliamente confirmada en lagartos y serpientes (Gabri, 1983; Sever *et al.*, 2002; Sever y Hopkins, 2005), hasta la fecha no podía ser confirmada o negada en la baba.

Por otra parte, es posible que la presencia de gotas lipídicas en diferentes segmentos de la nefrona (segmento intermedio, túbulo distal, segmento de conexión) y túbulo colector, esté más relacionada con procesos de reabsorción de sustancias orgánicas durante el recorrido del filtrado glomerular a lo largo

del túbulo urinífero, o incluso, podría constituir una reserva de fuentes de energía para el metabolismo de reabsorción, vía β -oxidación.

La literatura consultada hace hincapié en los procesos de reabsorción de agua y solutos inorgánicos de los que depende el equilibrio hídrico y electrolítico (Schmidt-Nielsen y Davis, 1968; Peek y Mc Millan, 1979; Meseguer *et al.*, 1987; Dantzler, 1989), mientras dejan de lado la función, igualmente importante, de reabsorción de sustancias orgánicas útiles, como la glucosa o los lípidos. La posibilidad de que los lípidos detectados a nivel de la nefrona de la baba puedan ser de carácter secretor, aparentemente es negada por la imposibilidad para detectarlos en la luz tubular o en el glicocalix del borde en cepillo y no se han realizado estudios recientes acerca de la capacidad secretora de la nefrona en ninguna especie, situación que ya ha sido reportada por otros autores (Grantham y Wallace, 2002).

La secreción de mucinas neutras a lo largo de toda la nefrona, túbulos colectores y vías urinarias post-renales de la baba, se relaciona estrechamente con la función de protección de mucosas contra los cambios de pH, descrita por Lynch *et al.* (1972) y por Sakata y Engelhardt (1981) en el sistema digestivo. En el sistema urinario, se ha estudiado la

función protectora de las mucinas neutras contra la colonización bacteriana (Parsons *et al.*, 1977; 1978; Ruggieri *et al.*, 1992) y esta función puede ser muy importante en una especie de vida acuática como la baba.

En segundo lugar, las mucinas ácidas (sialomucinas y sulfomucinas) detectadas a lo largo del túbulo distal, segmento de conexión, túbulo colector y demás segmentos distales de las vías urinarias, cumplen, de acuerdo a las propiedades lubricantes descritas por Lynch *et al.* (1972) y por Sakata y Engelhardt (1981), la función de facilitar el pasaje de los uratos precipitados que son eliminados por las vías urinarias sin que sea necesario el uso de grandes cantidades de líquido. Esta función ha sido descrita en la vejiga urinaria de algunos lagartos por Bolton y Beuchat (1991) y puede ser extrapolada al resto de las vías urinarias de la baba, aunque aún no se ha demostrado la existencia de un aparato ciliar a nivel de las vías urinarias de esta especie.

CONCLUSIONES

1. En ambos sexos, la presencia de gotas lipídicas constituidas por ácidos grasos libres en el citoplasma de diferentes segmentos de la nefrona puede ser explicada como resultado de los procesos de reabsorción de sustancias orgánicas que ocurrirían a nivel de nefrona, y en menor grado a nivel de túbulos colectores.

2. No hay evidencia morfológica o histoquímica que sugiera que existen diferencias sexuales entre las nefronas y vías urinarias de la baba. Específicamente, no se encontraron evidencias de la presencia de un segmento sexual en las nefronas de los machos de esta especie.

3. La presencia de túnica muscular a partir de los túbulos colectores puede relacionarse, junto con la secreción de mucinas ácidas, con la necesidad de movilizar mediante movimientos peristálticos, pequeñas cantidades de orina cargada de uratos precipitados. Esta combinación de lubricación, protección y peristaltismo podría relacionarse con la necesidad de este reptil de producir volúmenes reducidos de orina isosmótica, con lo cual se reduce la pérdida de líquido a nivel renal. También explicaría la aparente escasez o ausencia de aparatos ciliares en los túbulos colectores y vías urinarias post-renales, los cuales son un hallazgo frecuente en tortugas y

lagartos.

4. La presencia constante de mucinas neutras y sialomucinas en la nefrona, túbulos colectores y vías urinarias se relaciona con la necesidad de proteger a las mucosas contra la colonización por parte de bacterias patógenas, ya que puede asumirse que, siendo la baba un reptil de hábitos acuáticos, sus vías urinarias podrían servir de vía para la infección ascendente del parénquima renal.

RECOMENDACIONES

1. Se considera que deben realizarse estudios ultraestructurales, histoquímicos y bioquímicos de la nefrona y vías urinarias de la baba, con el fin de determinar las funciones de las mucinas neutras detectadas en ellas, como protectores contra la colonización e infección por parte de bacterias patógenas.

2. Ya que parece poco probable que el riñón de la baba de sexo masculino intervenga en la formación de líquido seminal, se sugiere ampliar esta pesquisa hacia las vías urinarias, con el fin de determinar si las secreciones de glicoconjugados observadas a este nivel, pudieran contribuir a la formación de líquido seminal en el macho.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos extender nuestra gratitud al CDCH-UCV por financiar este trabajo de investigación como parte del Proyecto de Grupo PG 11-7089-2008-1 y PI 11.10.34531998/2 Etapa.

REFERENCIAS

- Bolton, P. M.; Beuchat, C.A. 1991. Cilia in the urinary bladder of reptiles and amphibians: A correlate of urate production? *Copeia*, 3:711-717.
- Britton, A. 1999. Crocodilian species -Caiman crocodilus (*Spectacled caiman*); Dirección URL: <http://www.flmnh.ufl.edu/natsci/herpetology/brittoncrocs/csp-ccro.htm> [consulta:15-08-2000].
- Cabrera, F.J.; García, G.C. 2004. Características anatómicas del aparato genital masculino del *Caiman crocodilus crocodilus*. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*, 45:55-63.
- Cabrera, F.J.; García, G.C. 2007. Mucinas del aparato genital masculino de la Baba (*Caiman crocodilus crocodilus*). *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*, 48:77-84.

- Cabrera, F.J.; García, G.C. 2009. Histología del riñón de la baba (*Caiman crocodilus crocodilus*) Rev. Fac. Cs. Vets. UCV, 50:67-76.
- Cabrera, F.J.; Clavijo, M.J.; García, G.C.; González-Vera, M.A. 2005. Aspectos preliminares de la histología del riñón de la Baba (*Caiman crocodilus crocodilus*). I Congreso Internacional, VI Congreso Nacional de Ciencias Veterinarias, II Congreso AVECAL.
- Cardozo, A.F. 1992. III Symposium de Especies Animales Subutilizadas. Universidad Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" UNELLEZ. Vice-Rectorado de Producción Agrícola, Barinas, Venezuela. 169 p.
- Corfield, A.P.; Carrol, D.; Myerscough, N.; Probert, C.S. 2001. Mucins in the gastrointestinal tract in health and disease. *Front. Bios.*, 6:D1321-1357.
- Cupul-Magaña, F.G. 2003. Cocodrilo: Medicina para el alma y el cuerpo. *Rev. Biomed.*, 14:45-48.
- Dantzler, W.H. 1980. Significance of comparative studies for renal physiology. *Am. J. Physiology- Renal Fluid Electrolyte Physiology*, 238:F437-F444.
- Dantzler, W.H. 1989. Membrane Dynamics in relation to fluid absorption in reptilian proximal renal Tubules. *Am. J. Physiol., -Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 257:R982-R988.
- Dantzler, W.H. 2005. Challenges and intriguing problems in comparative renal physiology. *J. Exp. Biol.*, 208:587-594.
- Del Conte, E. 1972. Granular secretion in the kidney sexual segments of female lizards *Cnemidophorus l. lemniscatus* (*Sauria, Teiidae*). *J. Morphology*, 137:181-192.
- Gabri, M.S. 1983. Seasonal changes in the ultrastructure of the kidney collecting tubule in the lizard podarcis (= *Lacerta*) taurica. *J. Morphol.*, 175:143-151.
- Gambarian, S.P. 1994. Microdissectional investigation of the nephrons in some fishes, amphibians and reptiles inhabiting different environments. *J. Morphol.*, 219:319-339.
- González, J.E. 1995. El Capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) Estado Actual de su Producción. FAO Estudio 122. Roma, Italia. 110 pp. <http://www.fao.org/docrep/004/v4590s/v4590s00.htm> documento descargado en mayo 2007.
- González, J.A.; Heredia, B. 1998. Cultivo de la Cachama (*Colossoma macropomun*). 2^{da} Edición. FONAIAP, Guárico, 134 p.
- Grantham, J.J.; Wallace, D.P. 2002. Return of the secretory kidney. *Am. J. Physiology- Renal Physiology*, 281:F1-F9.
- Jin, S.M.; Rodriguez, A.M.; De Sousa, A.C. 1995. Histología e histoquímica dos rins e uréteres do *Caiman crocodilus yacaré* (Daudin, 1802). *Revista Brasileira do Biología*, 55:97-103.
- Kromer, R. W. 2004. Variation in seasonal ultrastructure of sexual granules in the renal segment of the northern water snake *Nerodia sipedon sipedon*. *J. Morphol.*, 261:70-80
- Lynch, M. J.; Raphael, S. S.; Mellor, L. D.; Spare, P. D.; Inwood, J. H. 1972. Tinción de los Cortes. En: *Métodos de Laboratorio*. 2^a Edición Nueva Editorial Médica Panamericana. México, 1470 p.
- Meseguer, J.; García, A. A.; Aguilero, B. 1987. Ultrastructure of the nephron of fresh water turtles, *Pseudemys scripta* and *Mauremys caspica*. *Cell. Tissue Res.*, 248:381-391.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del Chigüire o Capibara. FONAIAP, Caracas, Venezuela. 273 p.
- Parsons. C.L.; Greenspan, C.; Moore, S.W.; Mulholland, S.G. 1977. Role of the surface mucin in primary antibacterial defense of bladder. *Urology*, 9:48-52.
- Parsons. C.L.; Shrom, S.H.; Hanno, P.M.; Mulholland, S.G. 1978. Bladder surface mucin. Examination of possible mechanisms for its antibacterial effect. *Invest. Urol.*, 16:196-200.
- Peek, W. D.; McMillan, D.B. 1979. Ultrastructure of the tubular nephron of the garter snake *Thamniphis sirtalis*. *Am. J. Anatomy*, 154:103-111.
- PROFAUNA. 1991. Taller sobre Conservación y Manejo de la Especie Baba (*Caiman crocodilus*) III. Caracas, Venezuela. 75 p.
- Prophet, E.B., Mills, B.; Arrington, J.B.; Sobin, L.H. 1995. Manual de Métodos Histotecnológicos del Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América. Traducción de la 5^a Edición inglesa. Washington. 400 p.
- Ruggieri, M.R.; Balagani, R.K.; Rajter, J.J.; Hanno, P.M. 1992. Characterization of bovine bladder mucin fractions that inhibit *Escherichia coli* adherence to the mucine deficient rabbit bladder. *J. Urology*, 148:173-178.
- Sakata, T.; Engelhardt, W. 1981. Luminar mucin in the large intestine of mice, rats and guinea pigs. *Cell. Tissue Res.*, 219:629-635.
- Schmidt-Nielsen, B.; Davis, L.E. 1968. Fluid transport and tubular intercellular spaces in reptilian kidneys. *Science*, 159:1105-1108.
- Sever, D. M.; Hopkins, W. A. 2005. Renal sexual segment of the ground skink, *Scincella laterale* (*Reptilia, Squamata, Scincidae*). *J. Morphol.*, 266:46-59.
- Sever, D.M.; Stevens, R.A.; Ryan, T.J.; Hamlett, W.C. 2002. Ultrastructure of the reproductive system of the black swamp snake (*Seminatrix pigaea*). III Sexual Segment of the Male Kidney. *J. Morphol.*, 252:238-254.

- Solomon, S. 1985. The morphology of the kidney of the green turtle (*Chelonia midas*, L.). *J. Anatomy*, 140:355-369.
- Thorbjarnarson, J. 1999. Economic Incentives for management of Venezuelan Caiman. *Conservation Biology*, 13:397-406.
- Vidaurreta, J.L. 2000. Estudio integral de la Baba (*Caiman Crocodilus*) como recurso alimentario (Resumen). Trabajo de Ascenso para la Categoría de Agregado. Departamento de Biología de los Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar.