



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

MORFOLOGÍA COMPARADA DEL SISTEMA EXCRETOR
DE LAS FAMILIAS DE RAYAS DE MÉXICO
(CHONDRICHTHYES: BATOIDEA)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

RAMIREZ DIAZ CRISTINA



DIRECTOR DE TESIS:
Dr. ABRAHAM KOBELKOWSKY DIAZ
2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Apellido paterno	Ramírez
Apellido materno	Díaz
Nombre (s)	Cristina
Teléfono	5514777749
Universidad Nacional Autónoma de México	
Facultad de Ciencias	
Carrera	Biología
Número de cuenta	305334820

2. Datos de tutor

Grado	Doctor en Ciencias Biológicas
Nombre (s)	Abraham
Apellido paterno	Kobelkowsky
Apellido materno	Díaz

3. Datos del sinodal 1

Grado	Doctor en Ciencias del Mar (Oceanografía Biológica y Pesquera)
Nombre (s)	César Eduardo
Apellido paterno	Flores
Apellido materno	Coto

4. Datos del sinodal 2

Grado	Doctor en Ciencias del Mar
Nombre (s)	Felipe
Apellido paterno	Amezcuca
Apellido materno	Linares

5. Datos del sinodal 3

Grado	Maestro en Ciencias Biológicas
Nombre (s)	David
Apellido paterno	Salinas
Apellido materno	Torres

6. Datos del sinodal 4

Grado	Maestro en Ciencias Biológicas
Nombre (s)	Gabino
Apellido paterno	de la Rosa
Apellido materno	Cruz

7. Datos del trabajo escrito

Título	Morfología comparada del sistema excretor de las familias de rayas de México (Chondrichthyes:Batoidea)
Número de páginas	51 pp
Año	2012

“ES MEJOR LLEGAR A SER,
QUE HABER NACIDO SIENDO”

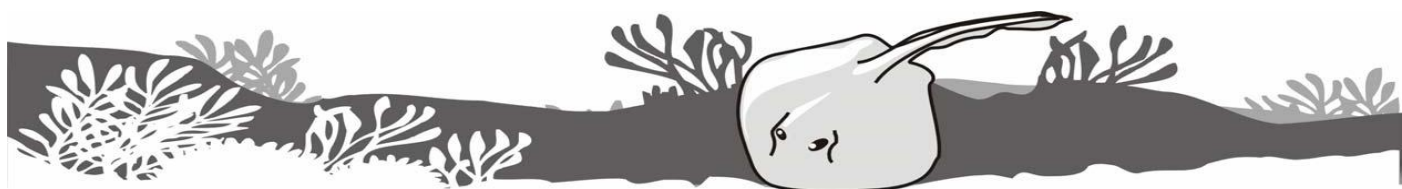
Marco Fidel Suárez



DEDICATORIA

Para mis padres,
como reconocimiento a su gran esfuerzo,
y por enseñarme desde pequeña
a volar con mis propias alas.

Para el hombrecito más importante de mi vida,
que me ha cambiado en todos los sentidos,
por ser uno de los motores
que me hacen mirar siempre hacia adelante.



AGRADECIMIENTOS

Llego el día para dejar de ser una simple mortal y convertirme en Bióloga... pero antes debo agradecer a todas esas personas que le han agregado momentos inolvidables a esta historia.

En primer lugar, a mis padres, que han sido mi apoyo y mi motor a lo largo de mis 22 años. Gracias mamá por esas noches de desvelo que has pasado a mi lado, gracias por ese apoyo incondicional que has tenido hacia mí y mis intereses, aunque algunas veces no fueran los tuyos; gracias por apoyarme en mi loco sueño infantil de ser Bióloga, porque sé que por algún momento conservaste la esperanza de que algún día cambiaría de opinión (lo cual no sucedió); gracias por ser tan paciente conmigo y mi forma de ser, por los regaños y los castigos que sirvieron para formar a la mujer que ahora soy; gracias por ser, como muchos de mis amigos dicen: “una mamá bien chida”; por soportar los golpes de la vida como guerrera; pero sobretodo, GRACIAS por ser el pilar que une a nuestra familia, por ser mi mejor ejemplo y mi más grande apoyo. Te quiero mami!!!

A mi papá, por todo su esfuerzo, dedicación y trabajo, por sus desvelos y el empeño que siempre le pone a todo para que nosotras estemos bien, sin importar lo demás, ni siquiera él mismo. Gracias papá por enseñarme el valor de las cosas pero sobre todo, el valor que tienen las personas y lo que por amor, puedes llegar a hacer por ellas. Gracias por apoyarme en todos esos proyectos que he querido emprender y en las aventuras que he querido realizar, y aunque soy “tu niñita” me has dado la libertad necesaria para alcanzar mis sueños. Sé que hubieras querido pasar más tiempo con nosotras, pero créeme que todos los días nos has demostrado lo mucho que te importamos; este trabajo es la prueba de que has estado haciendo bien las cosas, de que eres un excelente padre y de lo mucho que te quiero. Gracias por ser... mi más grande y fiel admirador.

Al resto de mi familia, mis primos Nancy y César, a Magos, al tío Eligio y la tía Silvia, por todo el apoyo brindado hasta el día de hoy. Gracias a todos por su cariño.

Al doctor Kobelkowsky, por darme la oportunidad de descubrir un mundo que no deja de sorprenderme: la anatomía. Por convertir un comentario en este proyecto, del cual me siento muy orgullosa; gracias por su paciencia, por compartir su conocimiento y por enseñarme, no solo de anatomía y peces, sino por mostrarme con su ejemplo como debe ser un excelente profesional, científico y ser humano. Gracias por todas esas pláticas, los chistes, las risas, el cafecito, las salidas a comer; por su comprensión y apoyo en todos los sentidos; por recibirme en su casa, por estar al pendiente de mí y mi familia, por aguantarme todo este tiempo, y sobre todo por permitirme seguir aprendiendo de usted. Lo quiero mucho profesor.

A los miembros de mi comité, Dr. César, Dr. Felipe, David y Gabino, por enriquecer este trabajo con todos sus comentarios y aportaciones, por su tiempo y por ser tan comprensivos con esos tiempos locos que les establecí para su revisión y por ser unas grandísimas personas, de las cuales aprendí mucho en este corto pero sustancioso tiempo. Mil gracias.

A mis amigos que siempre comprendieron y respetaron mi falta de tiempo para ustedes y aunque nunca estuvieron de acuerdo con ello, no dejaron de apoyarme incondicionalmente; y que a pesar de la distancia siempre han estado al pendiente de mi.

A esa mujer que ha estado conmigo desde hace más de 10 años: Viridiana. Gracias por ser mi incondicional y apoyarme siempre, por estar junto a mí en cada paso que he dado; por soportar mis arranques, por ponerme los pies en la tierra cuando lo he necesitado o volar conmigo en algunos momentos; por brindarme tu mano, tu hombro, tu casa, tu cama, tu familia y aunque junto con Bren, se burlan de los nombres de mis clases, siempre apoyaste mi vocación. Gracias por seguir aquí, junto a mí; quédate así por muchos años más. Te amo nena.

A Karelía Roldán, mi niña Páez, Angelito, Hugo, Héctor, Charlie, Russo, Titab, Brenda, Mimi y todos los chicos de la prepa, que aunque casi no nos vemos, siempre están presentes en mi vida y nos amamos. Mención especial, para esas dos personitas que su camino se desvió del mío: “Mi Superman” y “C&C”, gracias por todo lo bello que le agregaron a mi vida, solo puedo decir... los quiero muchísimo y aún me hacen falta.

A mis amigos de la Facultad, junto a los que he caminado todo este tiempo. Los que están desde el principio: “Papayón”, Mario, Rigel, Estef y Moi, que hicieron de mi primera práctica de campo, algo inolvidablemente divertido. Al resto, que se fueron sumando a lo largo de estos años de carrera y se han vuelto grandes amigos: Mon, Olinka, Alex (aunque no eres propiamente de la Fac.), Clau, Lucía, Mine, Kari, Karen, Vianey, Igrayne, “Goofy”, “Cheche”, “Gary”, “Japo”, Isa, Ana, “Junior”, Richi, Fer, Monse, Karina y Jonas, Andy, Daf, los del grupo de Ictio y al resto de las personas con las que compartí alguna materia; quisiera nombrar a todos pero necesitaríamos muchas más hojas. En verdad muchas gracias, siempre han sido súper lindos conmigo, los quiero!!

A los que fueron mis profesores y afortunadamente para mí, se convirtieron en mis amigos: Itzia, Sussette, Erick, César, David, Mta. Pilar, Marysol, Gabino y Nachito; a todos ustedes les agradezco sus enseñanzas dentro y fuera del salón, sus consejos, su apoyo, sus apapachos y algunos jalones de orejas, el interés que siempre han mostrado hacia mí y este trabajo. Gracias por tener siempre tiempo para platicar, por compartir conmigo su vida y hacerme parte de ella, pero especialmente... Gracias por ser parte de la mía.

A toda la tropa del Acuario de Veracruz que me recibió desde el primer día con los brazos abiertos. A mi apá Raúl, por aceptarme en el tiburonario e inyectarme su amor por las tintoreras: “Isabel” y “Beto”, además de aceptarme como hija postiza. A los buzos: Moor, Luis Javier, Ramón y Booby, quienes siempre me hicieron sentir parte del equipo, los quiero muchachos. A Mariel, Carlitos, Toño y Claudia, por ser siempre tan amables y siempre darse un tiempo para ayudarme. A Palomita, por hacer muy divertido el tiempo en la cocineta y que a pesar de oler a pescado y calamar, siempre era un momento agradable del día.

A los marinos, principalmente a Juárez, por darme la oportunidad de conocer al resto de “la house”. A Rivas, Obregón, Castellanos, Zárate, “Yuca”, Rowe, “Torito” Yesser, Alarcón, Méndez y Sarabia; gracias por esos fines de semana de fiesta interminable, a los cuales me malacostumbraron; gracias por la compañía, las platicas, por cocinar y lavar los trastes, por enseñarme a agarrarle gusto a la música banda y porque hasta el día de hoy, han estado al pendiente de mi. Los adoro y me hubiera encantando tenerlos aquí.

Al EBC por la paciencia que tuvieron al enseñarme, por hacerme reír bajo el agua y hacer más grande mi consumo (jaja) y porque siempre han sido muy lindos conmigo. A mis amigos del Básico 58: Andy, Normita, Diego, Lupita, Viri, Luis, Ale, Jessy, Serch y George con quienes siempre me divertí muchísimo; y por supuesto a Marco, por ser “la mejor pareja del mar”. Los quiero a todos!.

A los del Laboratorio de Nefrología en el Hospital: Gaby, Faby, Magdis, Dra. Tapia, Guille y a los chicos del laboratorio de enfrente (que no recuerdo sus nombres), gracias por recibirme y dejarme ser parte de su equipo de trabajo por algún tiempo; aprendí mucho aunque no lo crean.

A todos y cada uno de ustedes...

Mil Gracias !!!



ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	12
III. OBJETIVOS	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15
V. RESULTADOS	17
5.1 Descripción de la cavidad visceral de los batoidea	17
5.2 Descripción del sistema urogenital de los batoidea	18
5.3 Descripción del sistema urogenital de <i>Dasyatis sabina</i>	19
5.2 Comparación del sistema excretor y su respectivo sistema de conductos en <i>Narcine brasiliensis</i> , <i>Rhinobatos lentiginosus</i> , <i>Raja texana</i> , <i>Urobatis jamaicensis</i> , <i>Urotrygon chilensis</i> , <i>Dasyatis sabina</i> y <i>Gymnura micrura</i>	19
VI. DISCUSIÓN	36
VII. CONCLUSIONES	38
VIII. LITERATURA CITADA	39
IX. GLOSARIO	46
X. LISTA DE FIGURAS Y TABLAS	51

RESUMEN

Se realizó el análisis morfológico del sistema excretor de 42 ejemplares de batoideos, pertenecientes a las familias Narcinidae, Rhinobatidae, Rajidae, Urotrygonidae, Dasyatidae y Gymnuridae, las cuales se distribuyen en ambos litorales de México. Se seleccionó a *Dasyatis sabina* como patrón morfológico de comparación de los Batoidea. Se describió de manera general la forma de la cavidad visceral y su organografía de las especies seleccionadas. Los riñones son generalmente compactos y triangulares. Se identificaron dos tipos de aspecto del riñón: multilobulado y liso. En la mayoría de las especies, el conducto urinario accesorio se ubica en el borde interno del riñón, a excepción de *Narcine brasiliensis*, en el cual se ubica externamente. Los conductos urinarios accesorios en los machos de todas las especies, abren en una papila urinaria común, mientras que en las hembras es variable.

ABSTRACT

The morphological analyses of the excretory system of 42 specimens of Batoidea (Narcinidae, Rhinobatidae, Rajidae, Urotrygonidae, Dasyatidae, and Gymnuridae) was made. *Dasyatis sabina* was selected as the morphological pattern of the Batoidea. The shape of the visceral cavity and its organography were described in each selected species. The kidneys are compact and triangular organs with two general aspects: multilobular and smooth. The accessory urinary ducts have an internal position, except in *Narcine brasiliensis* in which are external. The accessory urinary ducts of males open into a common urinary papilla, whereas in females the openings are variable.

INTRODUCCIÓN

La clase de los Chondrichthyes agrupa a peces que aparecieron en el Devónico inferior, hace unos 418 millones de años, y cuya principal característica es la presencia de un esqueleto cartilaginoso, superficialmente mineralizado por calcificaciones prismáticas; también poseen escamas placoides que recubren su cuerpo y presentan ampollas de Lorenzini, que son órganos electroreceptores de campos magnéticos, a lo largo del cuerpo; su caja neurocránea es simple; poseen una mandíbula primitiva constituida por el cartílago palatocadrado (superior) que está suspendido del cráneo por músculos y ligamentos, y además en la parte inferior por el cartílago de Meckel; los dientes no están fusionados a las mandíbulas y se sustituyen en serie (dentición es heterodonta); el arco hioideo y branquial está articulado; tienen una columna vertebral con notocorda secundaria; presentan de cuatro a siete hendiduras branquiales separadas internamente por tabiques; carecen de pulmones y/o vejiga gaseosa para mantener la flotabilidad, a su vez almacenan aceite en el hígado; su intestino está modificado con una válvula espiral. A diferencia de la mayoría de los peces, en los condriktios la fecundación es interna, por ello los machos presentan un par de órganos copuladores (gonopterigios o “cláspers”) derivados de las aletas pélvicas. Poseen diferentes estrategias de desarrollo embrionario, desde la ovoviviparidad hasta la viviparidad con diferentes mecanismos de nutrición fetal como lecitotrófico y matrotrofico. El periodo de gestación es muy largo (Compagno, 1999b; Musick & Elis, 2005; Nelson, 2006).

Se considera un grupo taxonómico monofilético, que incluye a dos subclases: 1) Elasmobranchii, tiburones y rayas; 2) Holocephali, quimeras. Según Nelson (2006), los Elasmobranchii se caracterizan por tener de cinco a siete aberturas branquiales a cada lado, aletas dorsales y algunos cuentan con espinas a lo largo del cuerpo; en los elasmobranquios modernos, los canales semicirculares (anterior y posterior) están separados dorsalmente. Esta subclase está conformada por linajes que agrupan a los ejemplares fósiles y actualmente existentes de tiburones (Selachii) y rayas (Batoidea).

Los Batoidea son un grupo taxonómico que comprende a las rayas eléctricas o torpedos, los peces sierra, los peces guitarra, las rayas y las mantas. Muchos autores coinciden en las

características distintivas del grupo, provenientes de las descripciones tradicionales, basadas en la morfología externa, cuyos caracteres importantes son la forma del cuerpo y el tamaño, espinulación, coloración, forma y cantidad de dientes y el hábitat (Braccini & Chiaramonte, 2002). En un principio la identificación de las especies fue difícil, al tener gran número de caracteres sin definir de manera exacta, pudiendo cambiar intraespecíficamente en ambos sexos, en el tamaño de los ejemplares, o en la localización geográfica de ellos (Leible, 1988).

De acuerdo con Nelson (2006) los condriictios se clasifican de la siguiente manera:

Clase Chondrichthyes

Subclase Elasmobranchii

Infraclase Euselachii

División Neoselachii

Subdivisión Selachii

Subdivisión Batoidea

Orden Torpediniformes

Orden Pristiformes

Orden Rajiformes

Orden Myliobatiformes

Los Batoidea se encuentran morfológicamente relacionados con los tiburones, ya que ambos grupos comparten caracteres como el esqueleto cartilaginoso, siete hendiduras branquiales, escamas placoides, y ámpulas de Lorenzini (McEachran & di Sciara, 1995, Compagno *et al.*, 1999a), lo que ha permitido que algunos autores como Weichert (1970) los denominen “tiburones modificados”, siendo considerados un grupo derivado de los tiburones. Esta relación ha sido controversial y ha sido abordado en diferentes trabajos, tratando de aclarar dichas relaciones.

A diferencia de los tiburones, los batoideos han sufrido muchos cambios evolutivos, como el aplanamiento dorsoventral del cuerpo, provocando un reacomodo de los órganos internos; el borde anterior de las aletas pectorales fusionado a los lados de la cabeza, adquiriendo una forma de disco más o menos circular, ovalado o romboidal; la mayoría

tienen dos aletas dorsales, pero algunas rayas eléctricas y peces sierra tienen una aleta dorsal o puede estar ausente (McEachran & Carvahlo, 2002). La región caudal es estrecha, diferenciada del disco y bien desarrollada en algunas rayas, y la aleta anal está ausente.

Su desplazamiento puede ser por ondulaciones de la última zona de la parte posterior del cuerpo (Pristidae, Rhinobatidae, Torpedinidae y Narcinidae), por ondulaciones de la zona posterior de las aletas pectorales (Rajidae y Dasyatidae), o por movimientos verticales de “aleteo” de las aletas pectorales (Gymnuridae, Myliobatidae, Rhinopteridae y Mobulidae) (McEachran & di Sciara, 1995; Lovejoy, 1996; Compagno *et al.*, 1999a; McEachran & Carvahlo, 2002).

La boca es ancha, con mandíbulas retractiles, armadas de placas dentarias especializadas. El rostro puede funcionar como un órgano electroreceptor. La boca, narinas y hendiduras branquiales están ubicadas en la superficie ventral: Por lo general las narinas se encuentran ubicadas de forma subterminal, excepto en el género *Manta* donde son terminales. Las hendiduras branquiales son posteriores a la boca. Los ojos y espiráculos se encuentran en la parte dorsal en donde se realiza la entrada y salida del agua para el intercambio de gases, excepto en algunas especies que la realizan por la boca (Nelson, 2006; Helfman *et al.*, 2009a). Los ojos no tienen membrana nictitante y la córnea se encuentra unida directamente a la piel. En algunas rayas eléctricas los ojos son vestigiales (Compagno *et al.*, 1999a; McEachran & Carvahlo, 2002). Como resultado de la fusión de las vértebras anteriores se forma un complejo llamado “sinarcual”. Los cartílagos suprascapulares de la cintura están unidos dorsalmente, por encima de la columna vertebral y articulados al sinarcual (Nelson, 2006).

La mayoría de las familias tiene un desarrollo vivíparo aplacentado, lo que significa que los embriones se desarrollan en los oviductos, a excepción de la familia Rajidae, que es ovípara y los embriones se desarrollan dentro de cápsulas córneas que son depositadas en el fondo del mar. Las crías de las familias Pristidae y Rhinobatidae se nutren del vitelo, mientras que las crías de Myliobatidae, además del vitelo poseen un histótrofo o leche uterina producida por la mucosa de la cavidad uterina que contiene sustratos metabólicos esenciales, utilizados una vez agotado el contenido del saco vitelino (Moreno *et al.*, 1993).

La longitud total de los organismos varía desde los 13 ó 20 cm en algunas rayas eléctricas hasta más de 7 m en peces sierra; y el ancho del disco puede alcanzar alrededor de 6 m en algunas mantas (McEachran & Carvahlo, 2002).

Los batoideos son generalmente depredadores bentónicos no especializados, pudiendo consumir una amplia variedad de organismos. A menudo poseen dientes pequeños que sirven para agarrar o aplastar a sus presas, además algunas rayas usan sus dientes para triturar presas con concha. Organismos pertenecientes al orden Torpediniformes pueden utilizar sus órganos eléctricos para aturdir a las presas y capturarlas; mientras que los Pristiformes matan a peces pequeños con sus sierras rostrales y succionan fuertemente con la boca. Las mantas se han especializado en filtrar zooplancton (McEachran & Carvahlo, 2002).

Los Batoidea son principalmente marinos, aunque muchas especies pueden ser eurihalinas y tolerar diferentes salinidades, pudiendo encontrarse en las bocas de los ríos, lagunas, estuarios y bahías poco profundas, debido a su capacidad para desplazarse de forma estacional al agua dulce donde se reproducen y completan su ciclo de vida. Las rayas de la familia Potamotrygonidae viven sólo en agua dulce (Compango *et al.*, 1999a).

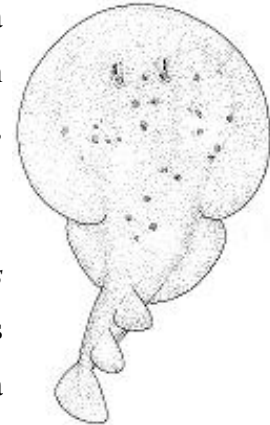
Los batoideos tienen una amplia distribución, desde el Ártico hasta el Antártico, desde aguas costeras hasta los 2000 m de profundidad. Sin embargo, las principales familias están restringidas a áreas tropicales (Valadez-González, 2007). Dentro de los océanos, la mayoría de los batoideos se encuentran cerca del fondo, en las proximidades de las masas de tierra, en la costa, taludes continentales y llanuras abisales. Existen especies más activas, encontrándose en alta mar y siendo consideradas de plataforma y semipelágicas, como las rayas águila *Aetobatus*, *Aetomylaeus* y *Myliobatis*, también algunas mantas de la familia Mobulidae, las cuales pueden hacer excursiones oceánicas (Compango, 2008).

La mayor riqueza y diversidad de especies se encuentra en el océano Indo-Pacífico Occidental desde Sudáfrica y del Mar Rojo hasta Australia y Japón. En el Atlántico Tropical, desde México hasta Perú, se encuentra tan solo el 13% de las especies existentes. La mayoría de las rayas están distribuidas en aguas someras y se concentran en grupos.

Algunas especies son migratorias (Compagno *et al.*, 1999a; Last & Yearsley, 2002; Musick *et al.*, 2004; Kyne & Simpfendorfer, 2007; Compagno, 2008).

Familia Narcinidae

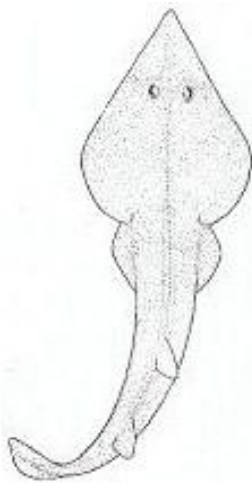
Presentan órganos eléctricos. Piel laxa. Disco redondeado; cola robusta de longitud igual al disco; dos aletas dorsales y la aleta caudal de tipo heterocercio. Ojos pequeños. Narinas divididas. Con cortina nasal. Boca pequeña y con dientes monocúspides (Nelson, 2006)



Se reconocen para México 4 especies, una es *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831), “raya eléctrica” o “raya torpedo”. Se encuentra en aguas costeras, someras, sobre sustratos blandos y arenosos, a profundidades menores a 40 m. Se distribuye desde Carolina del Norte, EE.UU. hasta Río de la Plata, Argentina, incluyendo las Antillas Menores (Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996).

Familia Rhinobatidae

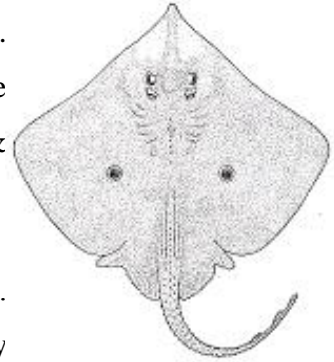
Cuerpo alargado; disco rómbico y cola robusta sin espina; dos aletas dorsales, aletas pélvicas con lóbulo y aleta caudal con lóbulo dorsal y sin lóbulo inferior. Rostro triangular. Boca pequeña y arqueada. Desarrollo vivíparo, con saco vitelino (Lutton *et al.*, 1999; Nelson, 2006)



En México se distribuyen 5 especies, una de ellas *Rhinobatos lentiginosus* (Garman, 1880), “pez guitarra”. Se encuentra en aguas costeras de fondos arenosos, a veces cerca de arrecifes. Se distribuye en el Golfo de México desde Carolina del Norte hasta Yucatán, (Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996; McEachran & Carvahlo, 2002)

Familia Rajidae

Disco rómbico con una línea media de espinas en el dorso; cola delgada, diferenciada del disco y del doble de su longitud; dos aletas dorsales; aletas pélvicas bilobuladas; aleta caudal rudimentaria. Boca arqueada con dientes unicúspides y sexualmente dimórficos. Desarrollo ovíparo. Es la familia de rayas con el mayor número de representantes en México (27 especies) (Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996; Nelson, 2006).



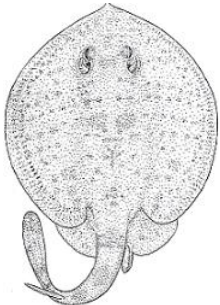
Una especie en México es *Raja texana* (Chandler, 1921), “raya tigre”. En la base de las aletas pectorales posee una mancha redonda y oscura con anillo claro alrededor. Habita en aguas costeras, bahías poco profundas y en alta mar. Se distribuye desde Florida hasta Cabo Catoche, Quintana Roo (Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996; McEachran & Carvahlo, 2002).

Familia Urotrygonidae

Disco ovalado; la cola ligeramente más larga que el disco y con espina venenosa; sin aletas dorsales; aleta caudal ovalada y bien desarrollada. Se conocen 9 especies en México (McEachran *et al.*, 1996)



Una es *Urotrygon chilensis* (Günther, 1872), “raya redonda”. Habita en aguas someras y fondos blandos, lodosos y poco profundos. Se distribuye desde el Golfo de California hasta Chile, sin registros continuos (McEachran & di Sciara, 1995; Montes, 2001; Torres, 2010).

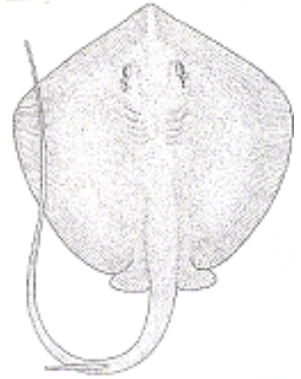


Otra, *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816), “raya amarilla”. Espina doblemente aserrada. Se encuentra en bahías y estuarios de fondos arenosos. Se distribuye desde Carolina del Norte, hasta el norte de América del Sur, incluyendo Antillas Mayores y Menores. Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez (1996) consideran a esta especie dentro de la familia: Urolophidae.

Familia Dasyatidae

Disco más ancho que largo; cola más larga que el disco, en forma de látigo, con una o más espinas grandes, aserradas y venenosas; sin aletas dorsal ni caudal. Boca pequeña con dientes romos. En México existen nueve especies. (Nishida, 1990; Compagno, 1999b; Nelson, 2006).

Dasyatis sabina (LeSueur, 1824), “raya látigo” o “raya de espina”. Es una especie marina euhalina, que habita en aguas costeras, bahías y estuarios salobres y de agua dulce. Tiene la capacidad de entrar estacionalmente a los ríos para su reproducción. Se distribuye desde la Bahía de Chesapeake, Florida hasta Brasil (Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996; Johnson & Snelson, 1996; Piermarini & Evans, 1998).



Familia Gymnuridae

Disco en forma de diamante; cola muy corta, delgada y en forma de látigo; aleta dorsal casi ausente; aletas pélvicas con un lóbulo y aleta caudal reducida. Dientes pequeños sin formar placas trituradoras. Cuatro especies distribuidas en México (Nishida, 1990; Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996; Compagno, 1999b; Nelson, 2006).



Gymnura micrura (Bloch & Schneider, 1801), “raya mariposa”. Habita en aguas costeras y estuario-lagunares sobre fondos arenosos. Se distribuye desde Nueva Inglaterra, EE.UU. hasta Brasil, sin registro en las Antillas (Silva & Magalhães, 2009).

El sistema urogenital

Morfológicamente el sistema excretor se encuentra relacionado íntimamente con el sistema reproductor, debido a que los principales órganos de ambos sistemas se originan en zonas del mesodermo intermedio, ubicadas en el borde superior de la cavidad celómica. A pesar de esta relación, no existe una función conjunta de los sistemas, aunque en algunas especies existe conexión entre algunas de sus partes (Pirlot, 1976).

El sistema reproductor o genital de los vertebrados está formado por las gónadas (ovarios y testículos) y un sistema de conductos. En los elasmobranquios machos, está constituido internamente por los testículos y los conductos genitales, diferenciados en conductos eferentes, epidídimos, glándulas de Leydig, conductos deferentes, vesículas seminales y sacos espermáticos (Fig. 1), mientras que externamente está formado por los gonopterigios y el sifón. Los testículos tienen dos funciones principales, la espermatogénesis y la hormonogénesis, que son funcionalmente interdependientes.

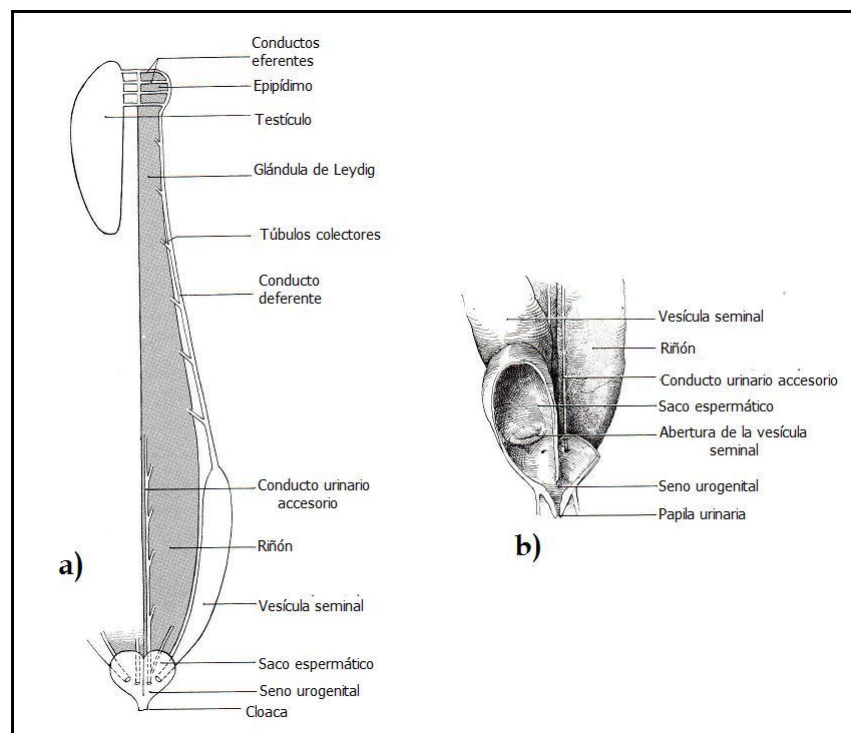


Figura 1. Sistema urogenital de elasmobranquio macho. a) Esquema general. b) Detalle de la apertura del saco espermático. Modificado de Gilbert (1973)

Los órganos copuladores o gonopterigios son extensiones de la base de las aletas pélvicas y se calcifican conforme madura sexualmente el condrictio. En las rayas (Batoidea) los testículos son dorsoventralmente aplanados y el testículo derecho con frecuencia ligeramente más pequeño que el izquierdo (Bonner & Vincz, 1999; Hamlett, 1999; Carrier *et al.*, 2004).

El sistema reproductor femenino está formado por los ovarios y los conductos de Müller modificados en ostium, trompas de Falopio, glándulas oviducuales o nidamentales, oviductos y/o úteros (Fig. 2); se denomina oviducto en las especies ovíparas, mientras que en las vivíparas se llama útero. Los ovarios se pueden encontrar de forma pareada o con sólo uno de ellos y se localizan en la parte más anterior de la cavidad visceral. Dependiendo de la especie, los dos ovarios son funcionales o sólo el ovario izquierdo mientras que el otro es vestigial o ausente. Al igual que los testículos, los ovarios están relacionados con los órganos epigonales y dependiendo de la ubicación de éste último, pueden considerarse ovarios internos o externos (Lutton *et al.*, 1999; Hamlett & Koob, 1999; Carrier *et al.*, 2004). El conducto de Müller es tubular, alargado y en posición ventral a la columna vertebral; el extremo anterior abre hacia la cavidad corporal y se denomina ostium. La glándula oviducal es la responsable de secretar las sustancias para la formación del huevo y abre hacia el oviducto, el cual se comunica con el útero y éste último abre hacia la cloaca. El último punto del sistema reproductor femenino es el seno urogenital donde cada oviducto se abre independientemente (Callard *et al.*, 1999; Hamlett & Koob, 1999).

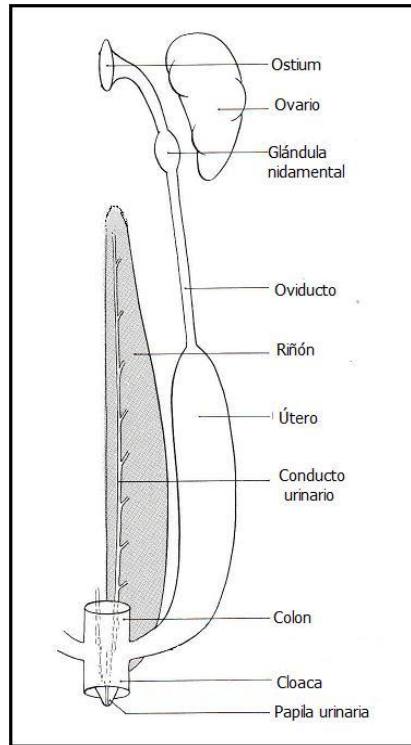


Figura 2. Sistema urogenital de elasmobranquio hembra. Esquema general. Modificado de Gilbert (1973)

El sistema excretor de los vertebrados está formado por el riñón y su sistema de conductos y es similar en la mayoría de ellos, a pesar del medio que habiten (Lagler *et al.*, 1977; Romer & Parson 1978; Hildebrand 1995).

Los riñones son estructuras pareadas, localizadas ventralmente a la columna vertebral, en los tiburones, mientras que en las rayas se localizan en la parte posterior de la cavidad visceral. En los Batoidea son órganos compactos y aplanados dorsoventralmente y poseen una o dos glándulas interrenales en su borde lineal; posee regiones claras y oscuras que reflejan las diferencias de concentraciones de los componentes vasculares y tubulares que caracterizan a las dos zonas renales: 1. zona de paquete (dorsal) y 2. Zona de seno (ventral) (Hickman & Trump, 1969).

En general, para los elasmobranquios, el riñón definitivo es un opistonefros, en el que los túbulos excretores más anteriores son rudimentarios y frecuentemente se asocian con las

gónadas en los machos, por lo tanto sólo permanecen funcionales para la excreción las estructuras más posteriores, por esto se le denomina “riñón posterior” (Fig. 3).

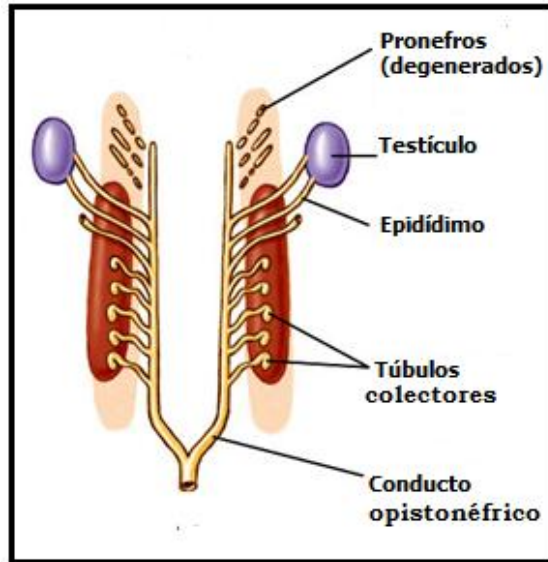


Figura 3. Esquema general del riñón opistonefro

La unidad funcional del riñón es la nefrona, que con el aumento gradual de su complejidad estructural respalda la evolución en los organismos (Pirlot, 1976; Romer & Parsons, 1978; Hildebrand, 1995). Dentro de las funciones que desempeña el riñón, la más importante es el mantenimiento de la homeostasis del organismo, mediante la eliminación del exceso de sal derivada de los alimentos y la regulación de los fluidos corporales mediante la producción y reabsorción de la urea y el óxido de trimetilamina (trimethylamine oxide, “TMAO”) para adquirir un valor hiperosmótico al agua de mar y con ello exista un pequeño flujo de agua del medio hacia el organismo, que proporcionen las condiciones adecuadas para el mantenimiento de las células del cuerpo (osmorregulación) (Weichert, 1970; Lagler *et al.*, 1977; Eckert, 1988; Smith, 1991; Helfman *et al.*, 2009b; Jobling, 1995; Kobelkowsky, 2004a; Álvarez del Villar *et al.*, 2007); además los riñones también participan en el metabolismo de algunas proteínas, azúcares y aminoácidos, así como en la producción de algunas hormonas (Hickman & Trump, 1969; Koolman & Röhm, 2004).

ANTECEDENTES

Los estudios anatómicos que se han desarrollado para el grupo de los batoideos, son escasos y en algunos de ellos se seleccionan y describen sistemas particulares. Como por ejemplo Nishida (1990) describe esqueleto, musculatura, encéfalo y sistema digestivo; Lovejoy (1996) utiliza endoesqueleto y musculatura, por su parte McEachran *et al.* (1996) junto con el endoesqueleto y musculatura visceral, incluye las narinas. Estos caracteres son utilizados por dichos autores para sus estudios de filogenia respectivos.

A su vez los trabajos de Montes (2001); González-Isáis (2003); González-Isáis & Montes (2004) y Montes & González-Isáis (2007) se han enfocado en describir esqueleto y musculatura visceral en organismos de la familia Myliobatoidei. Dean & Motta (2004) describen el esqueleto y musculatura mandibular en *N. brasiliensis*; a su vez Pantano-Neto & Souza (2003) hace la descripción de la musculatura orobranquial. Dean *et al.* (2007) describe el cráneo de los batoideos. Walker & Sherman (2001) describen el encéfalo de *U. jamaicensis*. Además, Kobelkowsky (2004b) describe la esplacnología de *G. micrura*; posteriormente el mismo autor pero en 2004c y 2010 describe el sistema digestivo de *D. sabina*, *R. texana* y *U. chilensis*, y en 2012 realiza la comparación del corazón y las arterias branquiales aferentes de varias familias de batoideos.

Aunque son numerosos los trabajos sobre aspectos de la biología reproductiva de las rayas, en realidad es muy poca la información que se tiene sobre la morfología de las gónadas ya que en la mayoría de estos trabajos las descripciones son muy someras, destacando los trabajos de Liu & Demski (1993) en *Urolophus halleri*; Johnson & Snelson (1996) en *D. sabina*; White *et al.* (2001) en *Urolophus lobatus*; White *et al.* (2002) en *Trygonoptera personata*; Braccini & Chiaramonte (2002) que además describen dentición y espinas alares; Kobelkowsky (2004b) en *G. micrura*; Payán (2006) en *Rhinobatos leucorhynchus*; Acevedo *et al.* (2007) y Ebert *et al.*, (2007) en especies de Rajidae; Galíndez & Estecondo (2008) en *Sympterygia acuta*; Grijalba-Bendeck *et al.*, (2008) en *R. percellens*; y Moreno *et al.* (2010) en *N. bracroftii*.

Debido a la relación anteriormente mencionada del sistema genital con el urinario se pensaría que existe una cantidad considerable de datos sobre el sistema excretor pero en realidad es muy poca la información que se ha generado sobre el sistema, ya que pocos autores lo mencionan, destacando el estudio de Babel (1967) en *Urolophus halleri*; Kobelkowsky (2004a) en *G. micrura*; Kobelkowsky (2005) que incluye diferentes grupos de peces y Ramírez, *et al.* (2008) en *D. guttata* y *N. bancroftii*.

Considerando la importancia ecológica de las rayas y debido al escaso conocimiento de la anatomía de su sistema excretor se tiene como objetivo su análisis morfológico en especies representativas de los Batoidea, tomando a *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) como un patrón de comparación con especies representativas de la mayoría de las familias, a saber: Narcinidae (*Narcine brasiliensis*), Rhinobatidae (*Rhinobatos lentiginosus*), Rajidae (*Raja texana*), Urotrygonidae (*Urotrygon chilensis*) y Gymnuridae (*Gymnura micrura*).

Debido a que existen diferentes criterios de clasificación con las especies de rayas redondas (familia Urotrygonidae), también se realizó el análisis anatómico en *Urobatis jamaicensis* para observar si existía diferencia entre ambas especies.

OBJETIVO GENERAL

- Conocer la morfología del sistema excretor de especies representativas de 6 familias de Batoidea.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir la anatomía del sistema excretor de *Dasyatis sabina*, como un patrón morfológico de comparación con otras especies de batoideos.
- Reconocer las principales diferencias morfológicas del sistema excretor de especies representativas de 6 familias de los Batoidea.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron ejemplares de la Colección de Peces de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, los cuales fueron colectados en varias lagunas costeras y en el litoral de ambos océanos mediante varias artes de pesca. Para la preparación de los ejemplares, fueron fijados en formaldehído al 10%; posteriormente se lavaron con agua corriente y se conservaron en alcohol etílico al 70%.

Para la descripción de la morfología del sistema excretor, fue seleccionada una especie representativa de cada una de las familias: Narcinidae (*Narcine brasiliensis*), Rhinobatidae (*Rhinobatos lentiginosus*), Rajidae (*Raja texana*), Urotrygonidae (*Urotrygon chilensis*), Dasyatidae (*Dasyatis sabina*) y Gymnuridae (*Gimnura micrura*). Además, se realizó el análisis anatómico en *Urobatis jamaicensis*, la cual tiene problemas de clasificación.

Se seleccionó a *D. sabina*, como patrón morfológico de comparación de los Batoidea debido a su mayor abundancia y frecuencia en las lagunas costeras del Golfo de México. El análisis anatómico se realizó en un total de 42 organismos, con un número variable en proporción de sexos y de organismos por familia. De *D. sabina* se analizaron 15 ejemplares, 7 organismos de *G. micrura*, 5 ejemplares de *N. brasiliensis* y *R. lentiginosus* respectivamente, 4 organismos de *R. texana* y *U. jamaicensis* y 2 de *U. chilensis*.

Se expuso la cavidad visceral de cada una de las especies, en ambos sexos, retirando primeramente la piel y después la musculatura axial, dejando así expuestos los órganos digestivos. Se realizó la descripción de la cavidad y la disposición de los órganos en ella.

Posteriormente se retiró el tracto digestivo con sus glándula anexas (hígado, páncreas y bazo) seccionando de forma transversal el esófago y el recto, cortando los mesenterios y los vasos sanguíneos que los une a los órganos sexuales con la cavidad, de esta forma queda descubierto el sistema urogenital.

Las ilustraciones se realizaron mediante un tubo de dibujo o cámara lúcida acoplada a un microscopio estereoscópico Leica Wild M3Z. A partir de las imágenes de la cámara lúcida

se obtuvieron los principales rasgos de las estructuras anatómicas, trazándolos a lápiz sobre papel vegetal (albanene). La definición de los detalles en las estructuras se realizó mediante observaciones directas, a simple vista o bajo el microscopio. Posteriormente se realizó el sombreado en escala de grises para obtener mayor detalle del órgano.

Los dibujos terminados fueron transferidos a una computadora personal mediante un scanner Epson Pefection 636, en archivos de formato “tiff”. Los nombres de los órganos y estructuras fueron adicionados mediante el programa Imaging.

RESULTADOS

Cavidad visceral

La cavidad visceral o peritoneal de los batoideos es deprimida y está delimitada en su parte anterior por el septo transversal y la cintura escapular; en su parte posterior termina más atrás de la cintura pélvica; lateralmente la delimitan los cartílagos metapterigios de las aletas pectorales, y en su parte dorsal la columna vertebral y los músculos axiales. El extremo posterior de la cavidad visceral se continúa en dos pequeños conductos ventrales, que abren al exterior mediante un par de poros abdominales, ubicados a los lados de la cloaca y en la zona más posterior de ésta (Fig. 5 y 11).

El mayor volumen de la cavidad visceral lo ocupa el tracto o tubo sistema digestivo y sus glándulas anexas. En la porción izquierda de la cavidad visceral se localizan el esófago y el estómago. El bazo se encuentra dentro de la vuelta del estómago. En la porción derecha de la cavidad se ubican el duodeno, intestino espiral, recto y glándula rectal (Fig. 4).

Tanto el recto como la glándula rectal están suspendidos por el mesenterio dorsal, quedando libre el resto del tracto digestivo.

El hígado es deprimido y forma dos pequeños lóbulos anteriores situados generalmente sobre la cintura escapular, y forma, asimismo, dos o tres amplios lóbulos posteriores, que cubren totalmente al esófago y a la mayor porción del estómago e intestino, además del páncreas y el bazo. El páncreas se localiza entre la porción pilórica del estómago y el duodeno (Fig. 4).

La cavidad visceral es ovalada en *D. sabina*, *G. micrura*, *R. texana* y *N. brasiliensis*, mientras que es circular en *U. jamaicensis* y *U. chilensis*. La cavidad visceral de *R. lentiginosus* es aproximadamente triangular.

El hígado tiene dos lóbulos posteriores en *D. sabina*, *G. micrura*, *U. jamaicensis*, *U. chilensis* y *N. brasiliensis*, mientras que tiene tres lóbulos en *R. lentiginosus* y *R. texana*.

El estómago de *N. brasiliensis*, *D. sabina*, *U. jamaicensis* y *U. chilensis* tiene forma de U, mientras que en *R. lentiginosus* y *R. texana* tiene forma de J. Es notable la forma en S del recto de *R. texana*.

Sistema urogenital

El resto de la cavidad visceral está ocupada por el sistema urogenital, que es de carácter pareado y aplanado dorsoventralmente (Fig. 6 y 12). Tanto los ovarios como los testículos se encuentran asociados a los órganos epigonales, de función hemopoyética.

Las gónadas femeninas están suspendidas por la mesovaria, mientras que las masculinas por la mesorquia.

En las hembras las trompas de Falopio rodean al esófago y se abren en un orificio denominado ostium, en la parte ventral del hígado. En el extremo posterior de cada trompa de Falopio se forma la glándula oviducal, de la que se continúa el oviducto propiamente dicho. Cada oviducto se abre de forma independiente a la cloaca.

En los machos, los epidídimos se localizan cerca del extremo anterior de los riñones. Estas estructuras se continúan hacia atrás como conductos deferentes, los cuales se adosan a la superficie ventral de los riñones, con un trayecto sinuoso. En su porción posterior los conductos deferentes se diferencian en vesículas seminales y sacos espermáticos.

Ambos riñones se localizan extraperitonealmente, en la parte posterior del techo de la cavidad visceral, a ambos lados de la columna vertebral. Son órganos alargados, de forma irregular (aunque en algunas especies tienen una forma triangular definida) y su aspecto, dependiendo de las especies, puede ser multilobulado o liso. La superficie ventral de los riñones tiene la impresión de los conductos sexuales y del intestino, además de contar con una coloración más oscura debido a la mayor vascularización que posee (Fig. 7 y 13).

Los conductos urinarios que salen de la masa renal se unen gradualmente entre sí, hasta formarse los conductos urinarios accesorios, localizados generalmente en el borde interno de cada riñón, y que se abren al techo de la cloaca, mediante una o dos papilas urinarias,

dependiendo del sexo y la especie. Los conductos urinarios (secundarios) se manifiestan más en la superficie ventral que en la dorsal de los riñones.

Sistema urogenital de *D. sabina*.

En *D. sabina* sólo el oviducto izquierdo es funcional, el cual se observa más ancho que el derecho (Fig. 8). Ambos oviductos abren de manera independiente en la cloaca. En los machos, ambos conductos deferentes poseen el mismo grosor y se diferencian en sacos espermáticos que abren de manera independiente a la cloaca (Fig. 14).

Los riñones de *D. sabina*, son de aspecto multilobulado y de forma triangular alargada, muestran una serie de ramificaciones del conducto urinario que provienen de los lóbulos renales y que se unen a un conducto urinario accesorio principal ubicado en la parte interna del riñón.

Mientras que ventralmente los riñones poseen grandes cantidades de lóbulos, en su superficie dorsal, muestran una reducción considerable en la cantidad de los mismos, así como el número de ramificaciones del conducto urinario accesorio también disminuye en dichas especies (Fig. 9 y 15).

Aspectos comparativos del sistema excretor en los Batoidea. (Tabla I).

Los riñones en *N. brasiliensis*, *R. texana*, *U. jamaicensis* y *U. chilensis* son de aspecto liso y las ramificaciones del sistema de conductos urinarios es escasa (Fig. 17a, c, d, e), mientras que en *R. lentiginosus*, *D. sabina* y *G. micrura* los riñones son lobulados y el sistema de conductos urinarios es más complejo (Fig. 17b, f, g).

Las especies de rayas que muestran un notable dimorfismo sexual de los riñones son *R. lentiginosus* y *R. texana*, consistente en una mayor longitud de los mismos en los machos y su estrecha relación con el sistema reproductor.

Es especialmente notable en *N. brasiliensis* la ubicación externa del conducto urinario accesorio principal, que implica la trayectoria oblicua del mismo hacia la cloaca (Fig. 17a).

En hembras y machos de *D. sabina* los conductos urinarios accesorios izquierdo y derecho, se abren a la cloaca mediante una papila urinaria común (Fig. 10 y 16). En *G. micrura*, *U. jamaicensis*, y *R. texana* la abertura de los conductos urinarios accesorios en las hembras se realiza mediante dos papilas urinarias y en los machos mediante una papila urogenital; la condición en machos es similar en el resto de las especies; además las hembras de *R. lentiginosus*, *U. chilensis* y *N. brasiliensis*, coinciden con una sola papila, igual que las hembras de *D. sabina*.

En todos los batoideos, las papilas se ubican en el techo de la cloaca.

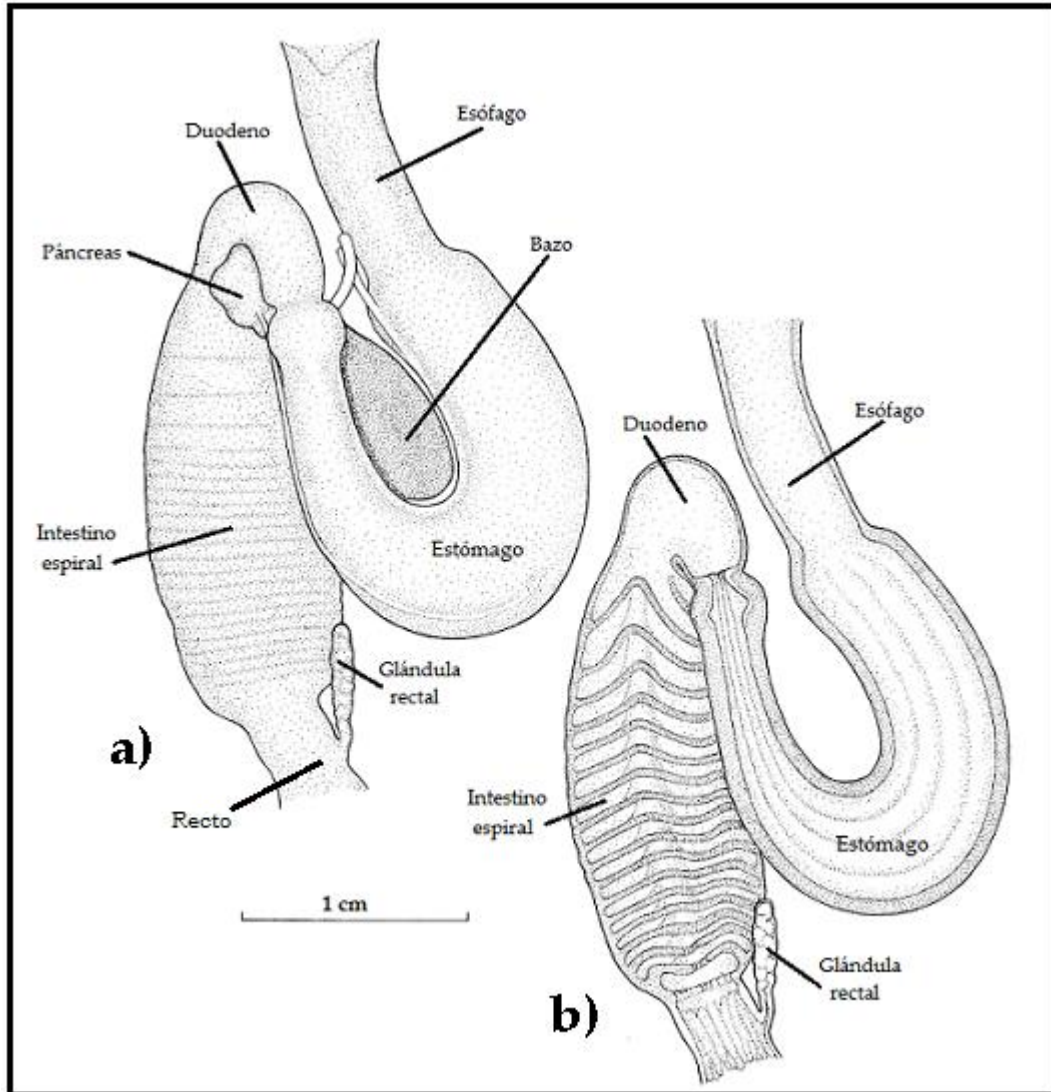


Figura 4. Sistema digestivo de *D. sabina*. **a)** Vista ventral. **b)** Con un corte frontal. Modificado de Kobelkowsky (2004c)

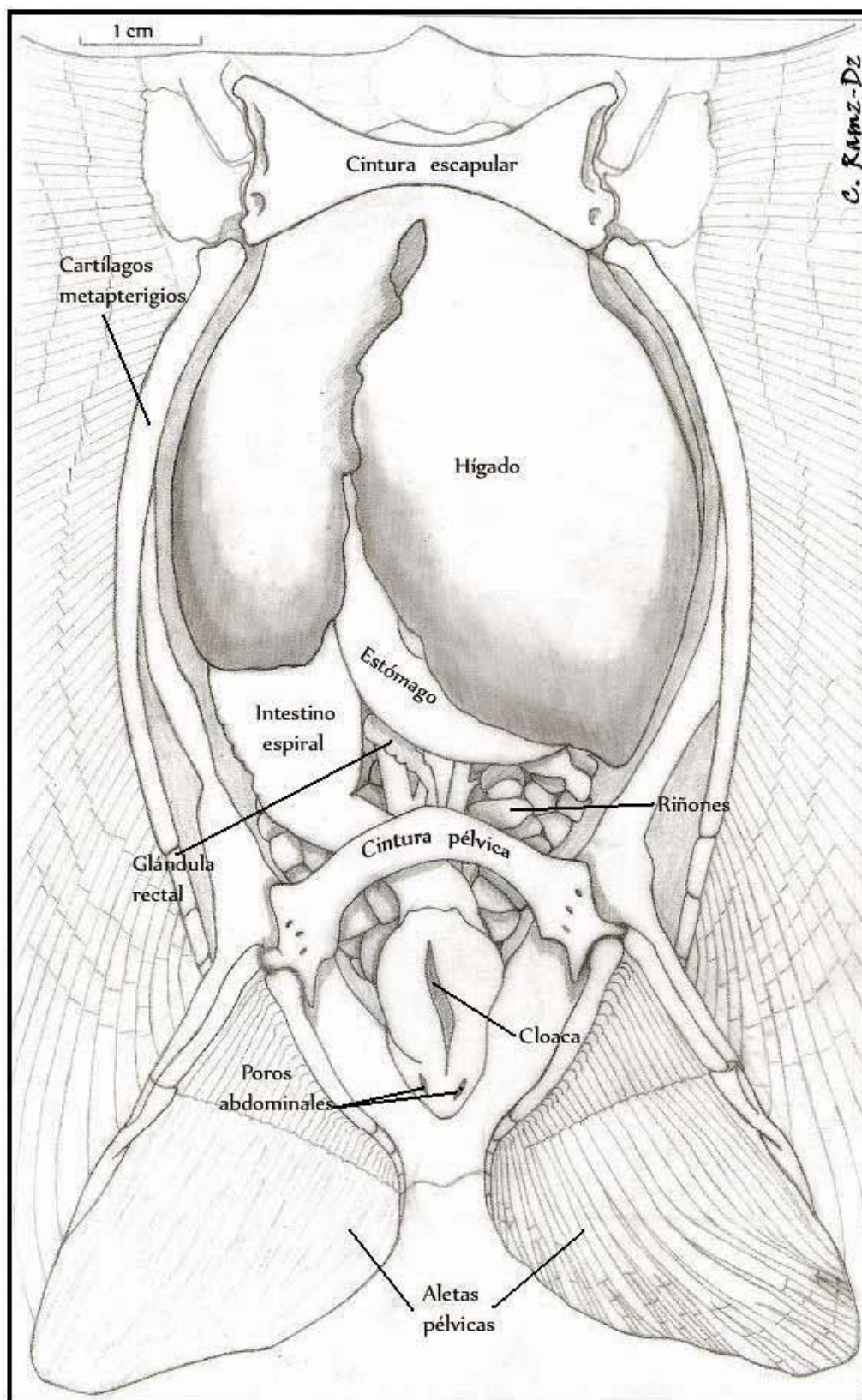


Figura 5. Organografía de la cavidad visceral de la hembra de *D. sabina*. Vista ventral.

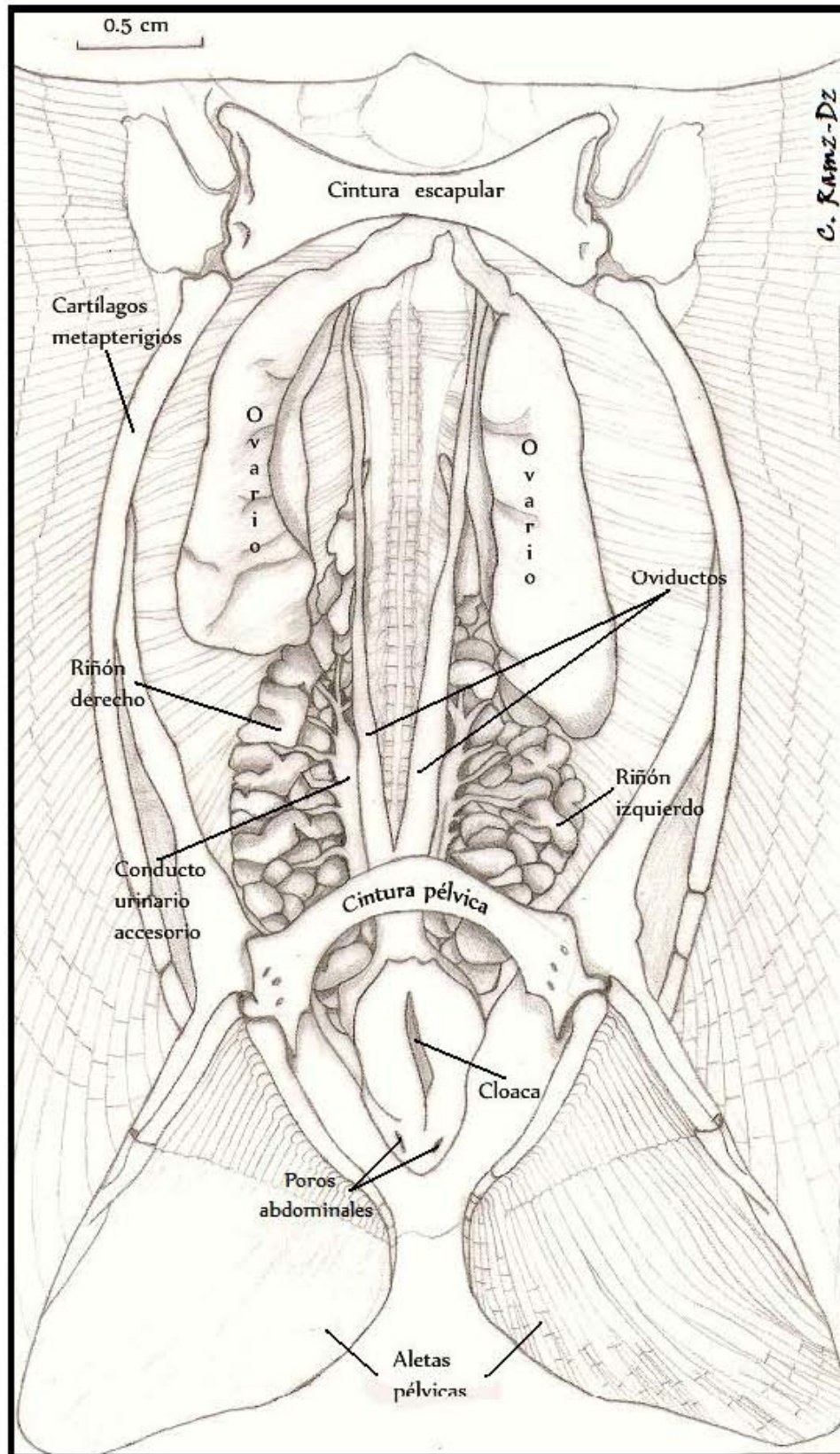


Figura 6. Vista ventral del sistema urogenital de la hembra de *D. sabina*, después de retirar el sistema digestivo.

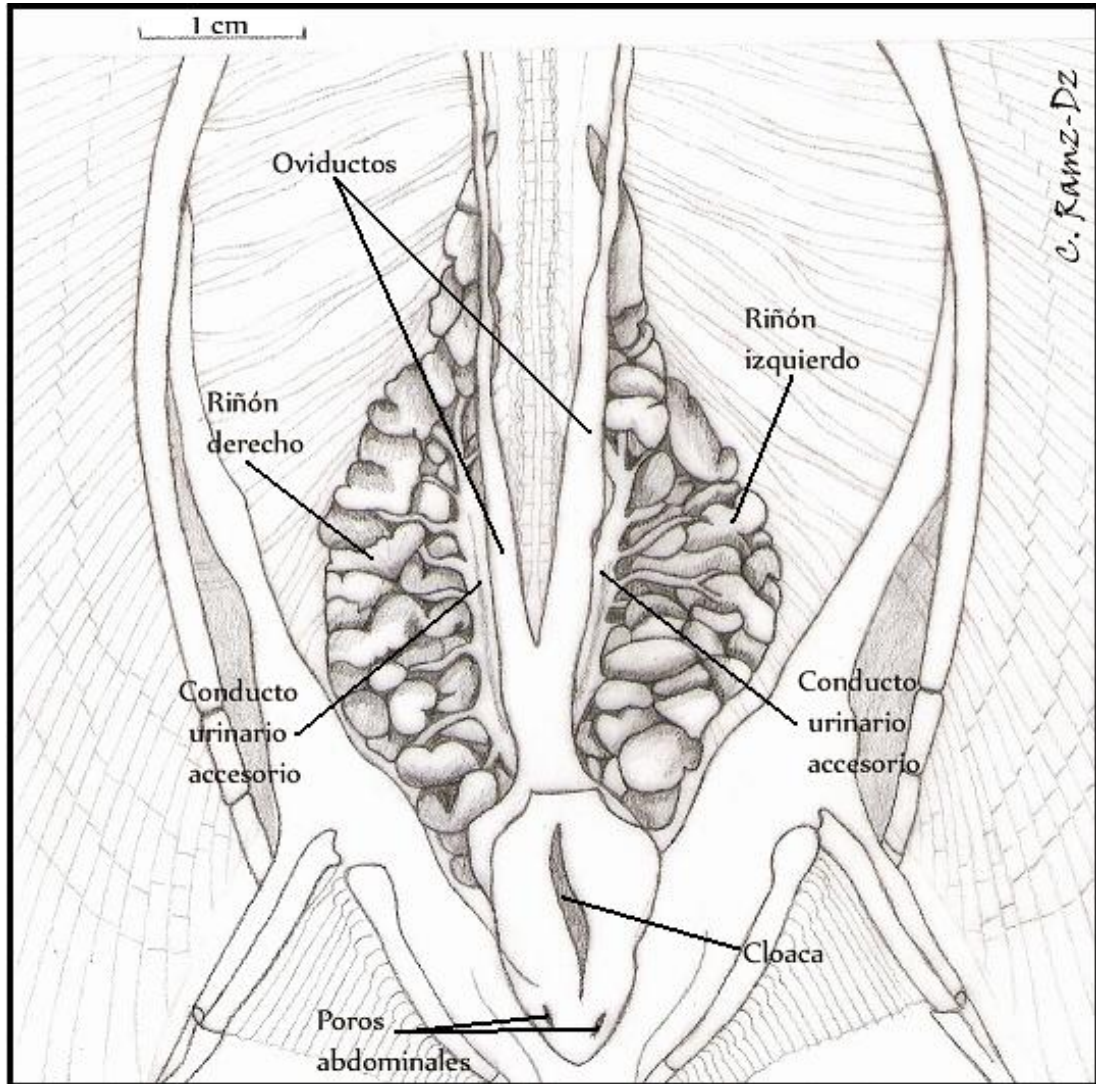


Figura 7. Vista ventral del sistema excretor y los oviductos de la hembra de *D. sabina*, después de retirar la cintura pélvica.

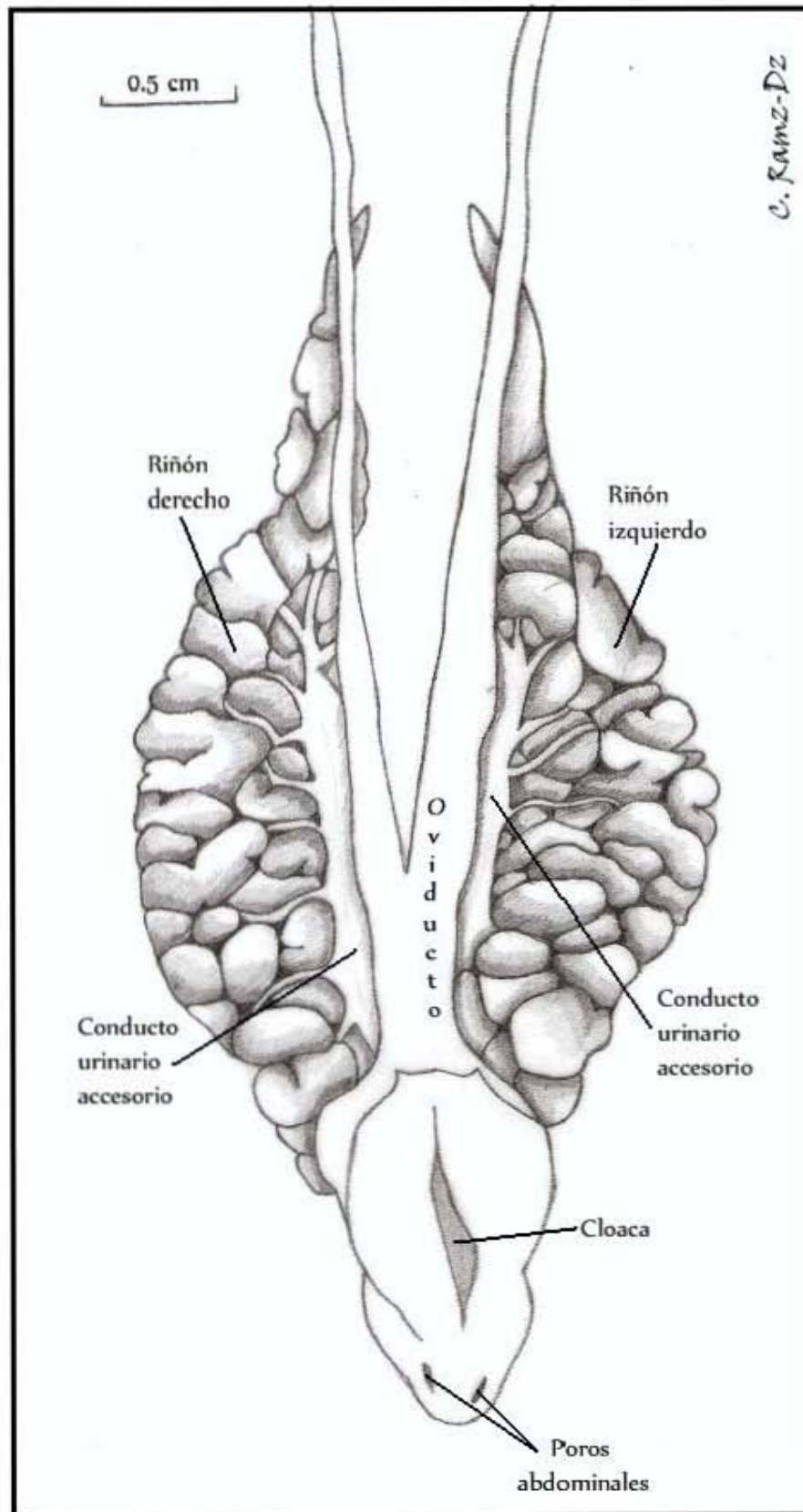
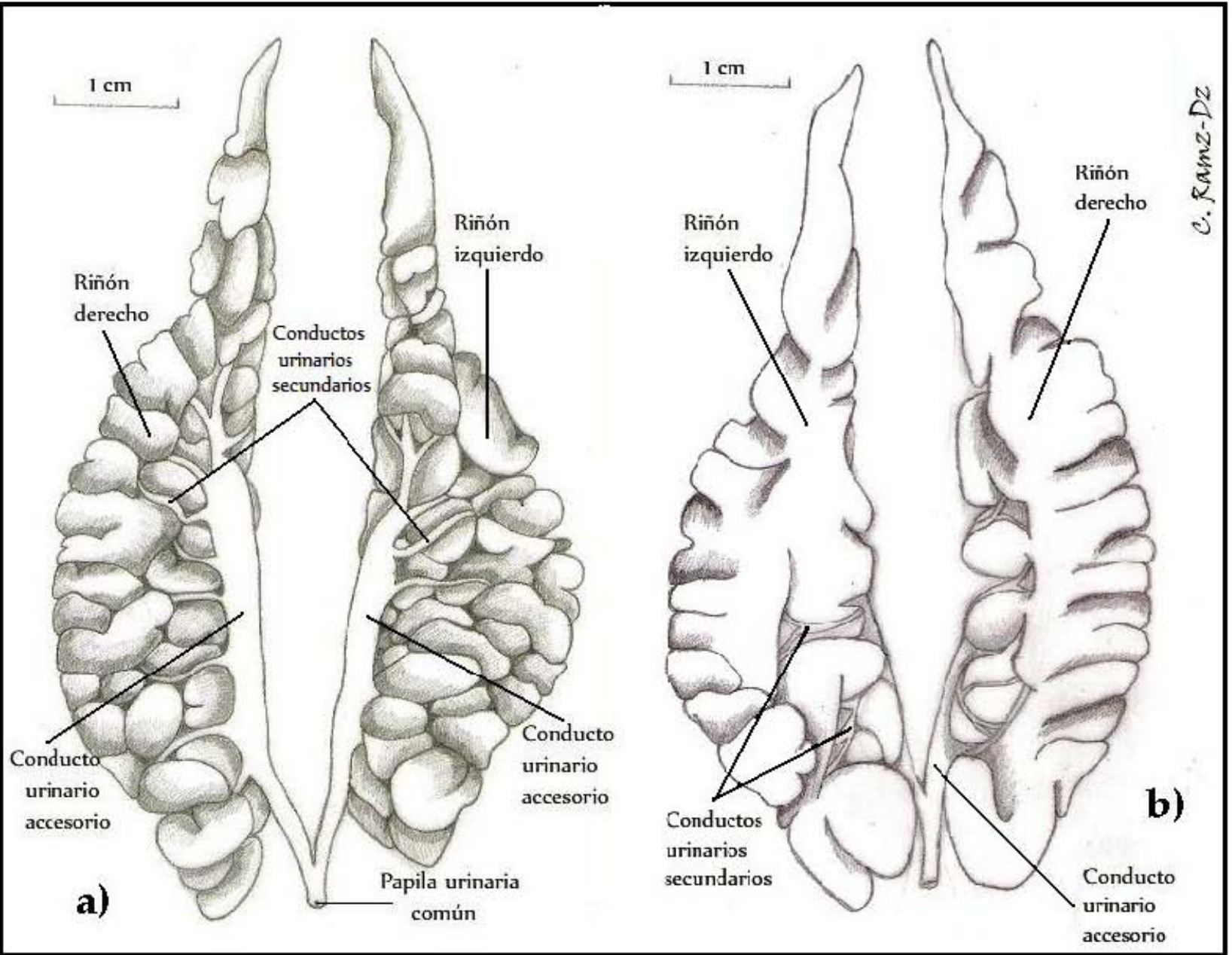


Figura 8. Vista ventral del sistema excretor y oviductos de *D. sabina*.



C. RAMÍREZ-DZ

Figura 9. Sistema excretor de la hembra de *D. sabina*.
a) Vista ventral. **b)** Vista dorsal.

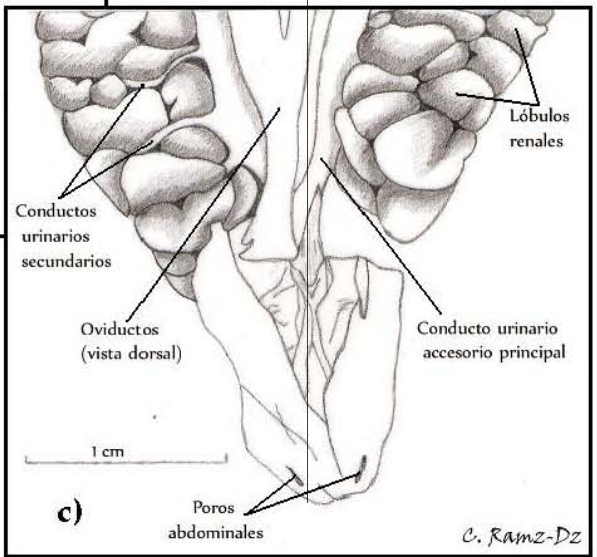
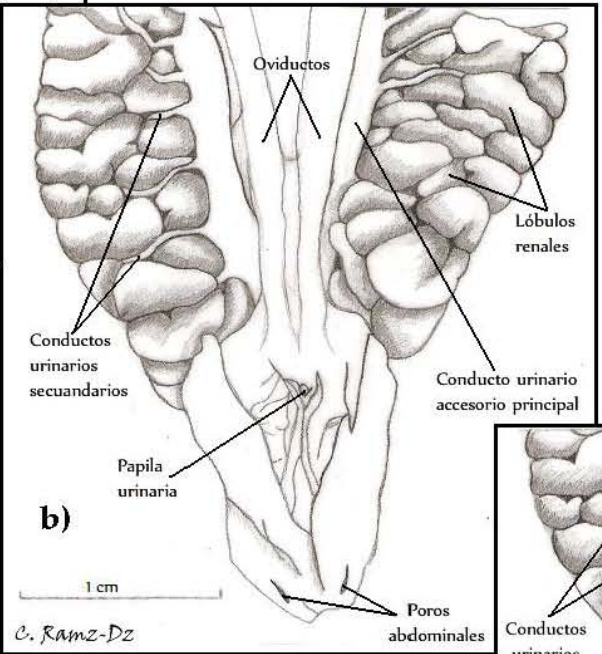
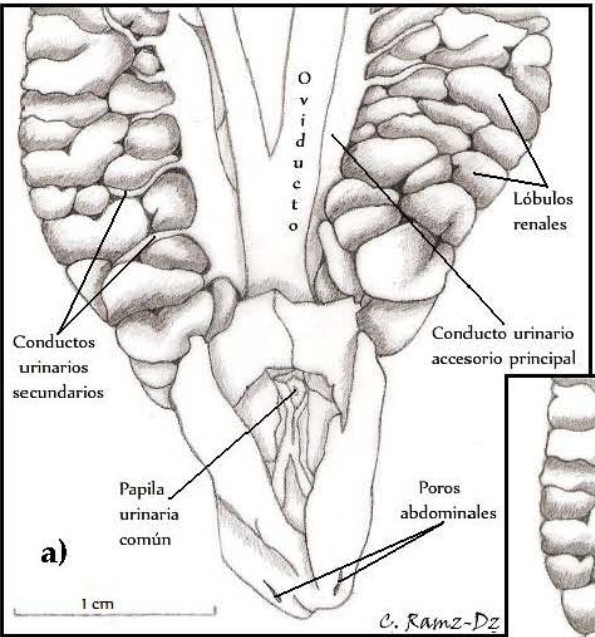


Figura 10. Ubicación de la papila urinaria en la hembra de *D. sabina*. **a)** Vista de la cloaca completa. **b)** Con un corte frontal de los oviductos. **c)** Con un corte longitudinal del conducto urinario hasta la papila urinaria común.

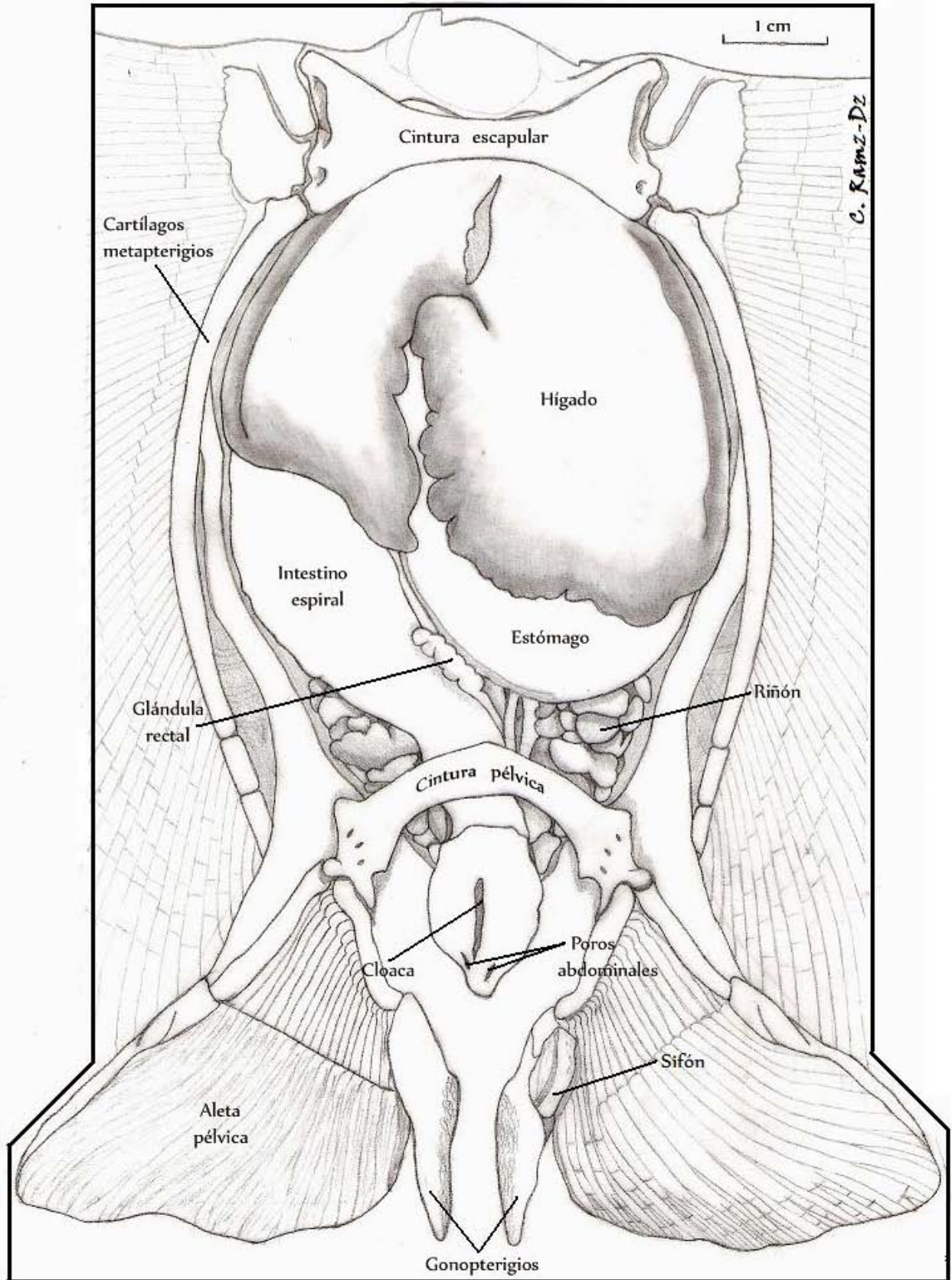


Figura 11. Organografía de la cavidad visceral del macho de *D. sabina*.

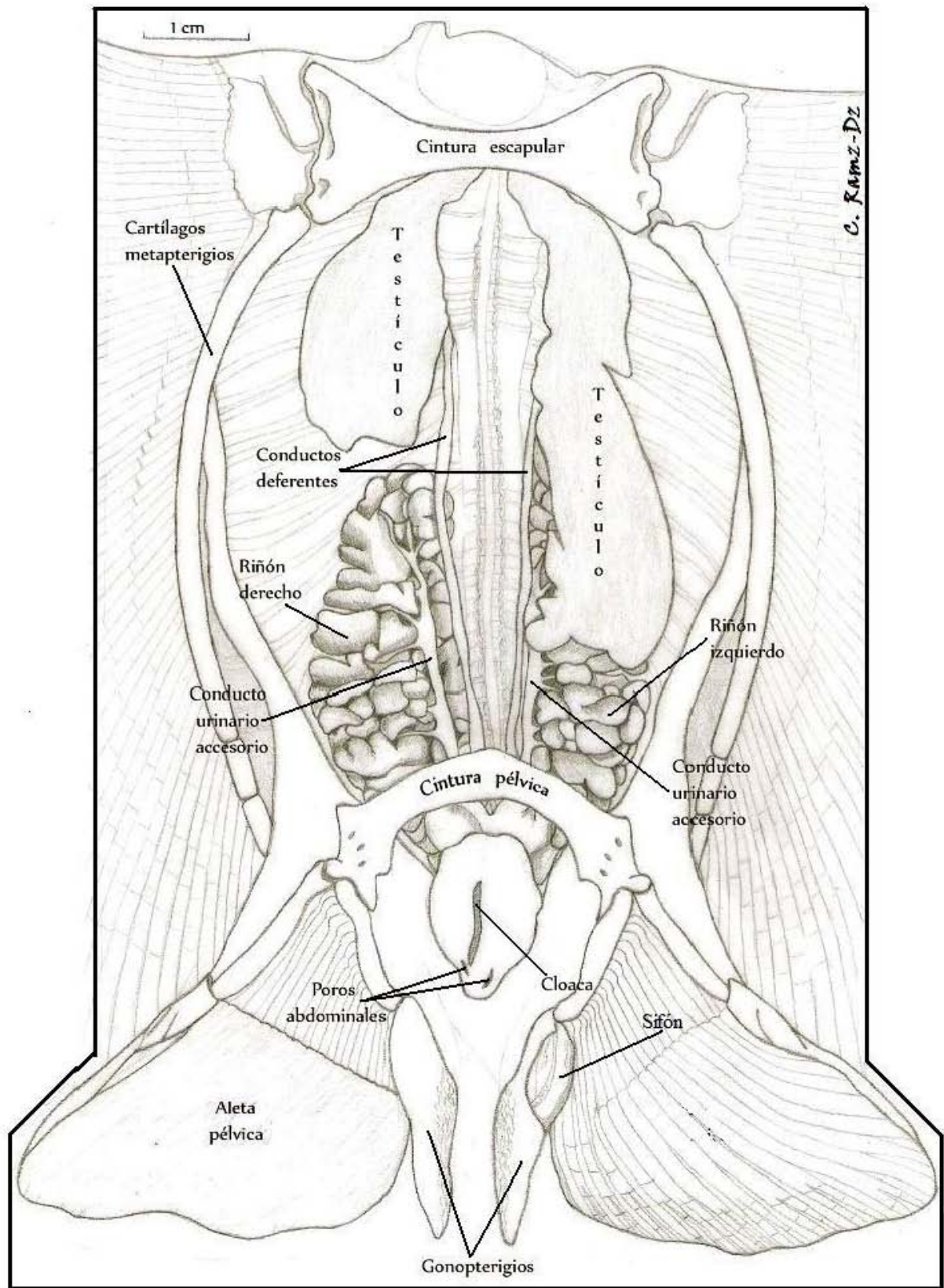


Figura 12. Vista ventral del sistema urogenital del macho de *D. sabina*, después de retirar el sistema digestivo.

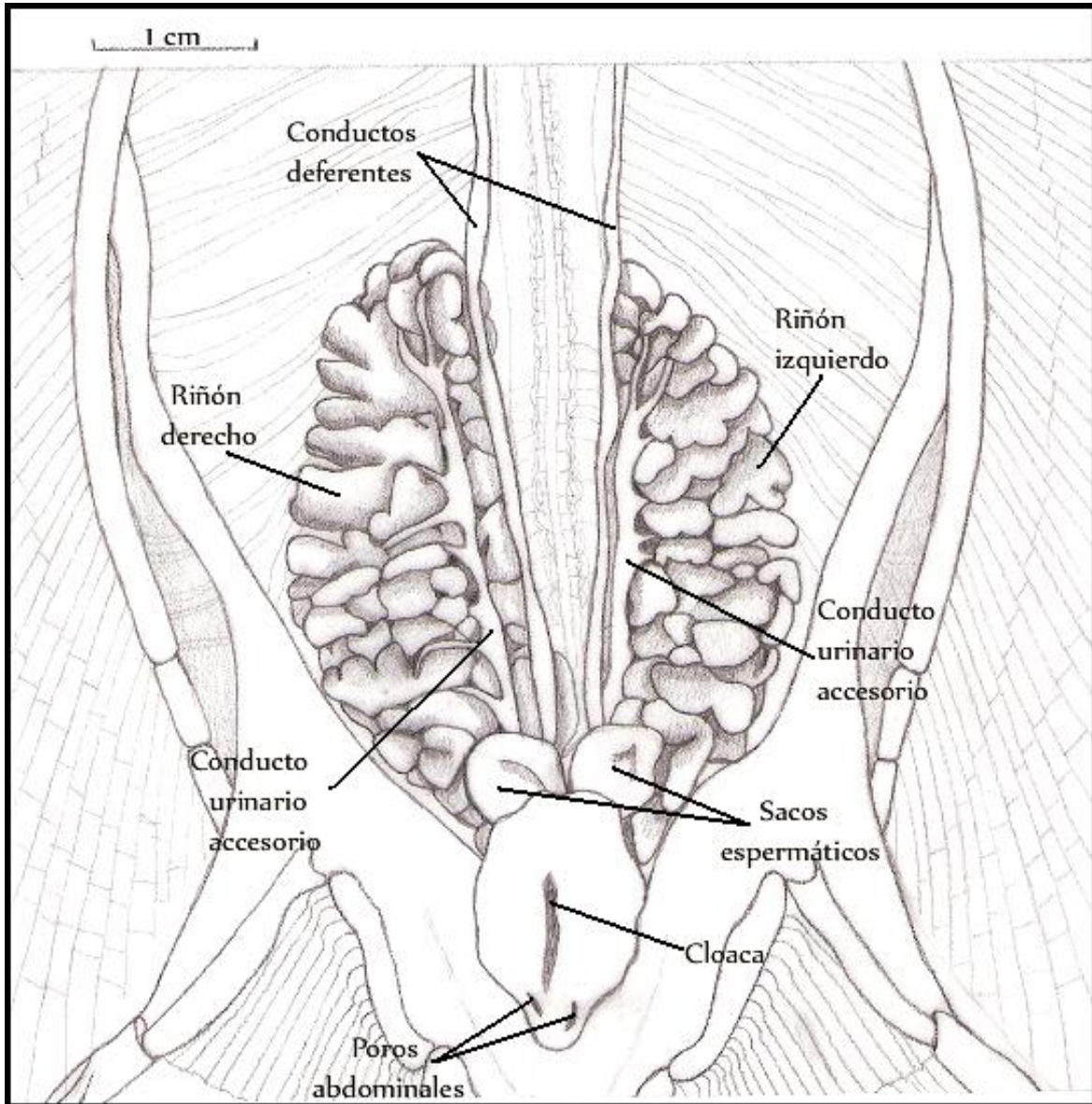


Figura 13. Vista ventral de sistema excretor y conductos deferentes del macho de *D. sabina*, después de retirar la cintura pélvica.

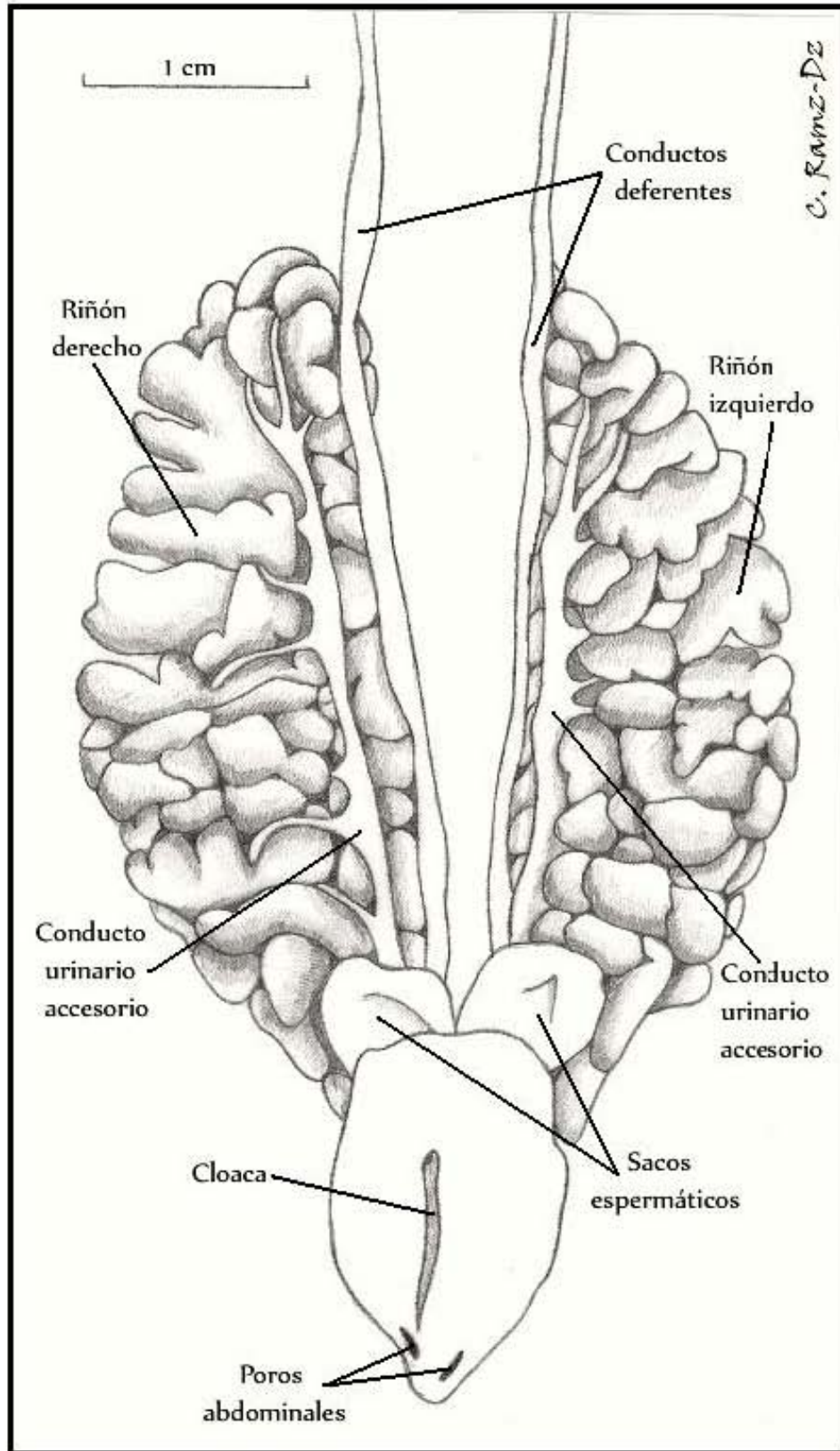


Figura 14. Vista ventral del sistema excretor y conductos deferentes del macho de *D. sabina*

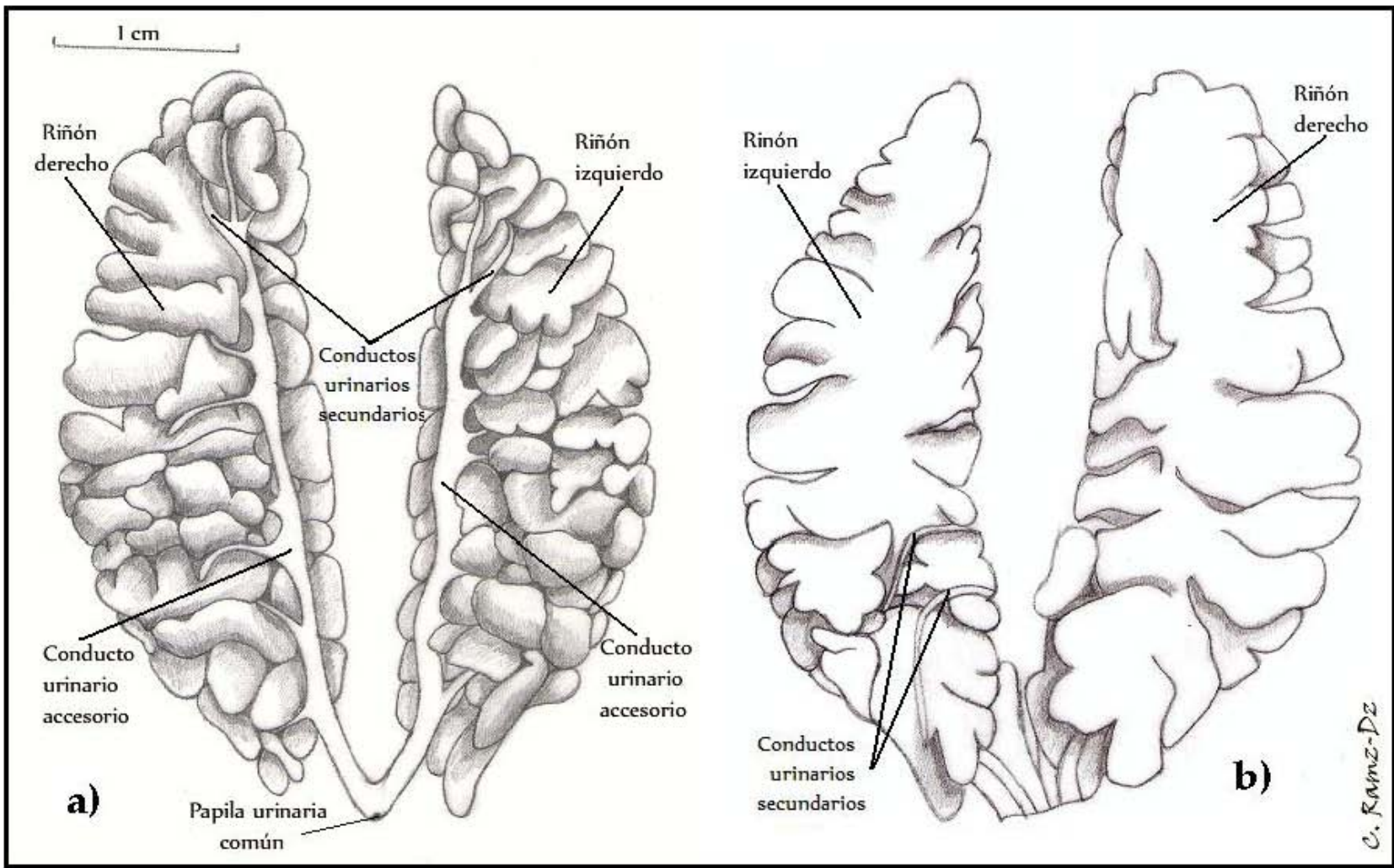


Figura 15. Sistema excretor del macho de *D. sabina*. a) Vista ventral.
b) Vista dorsal

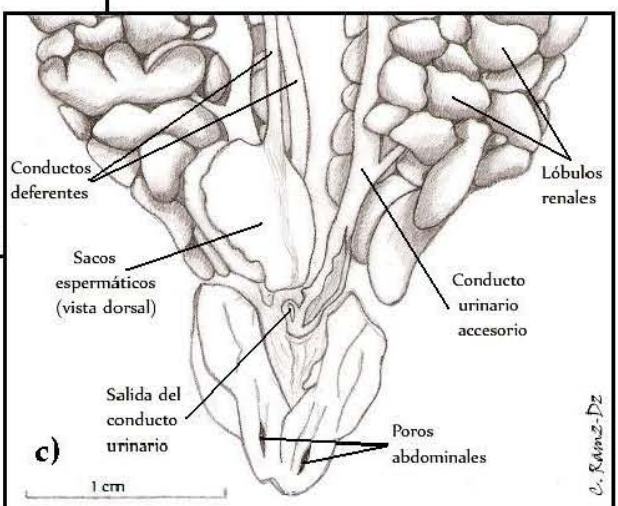
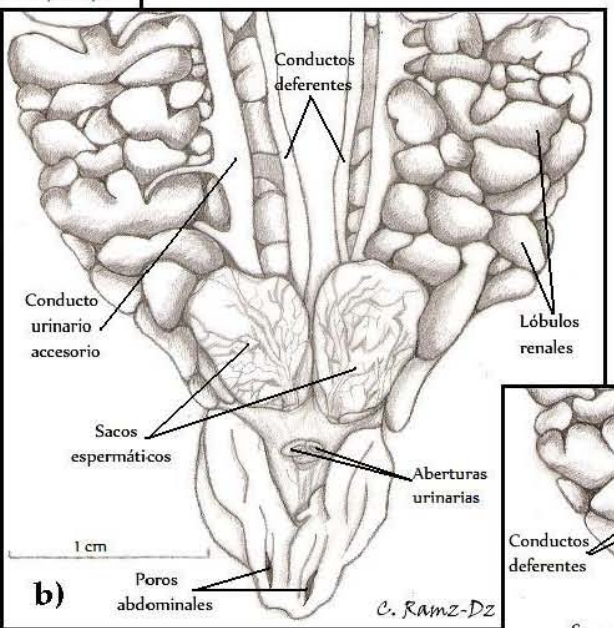
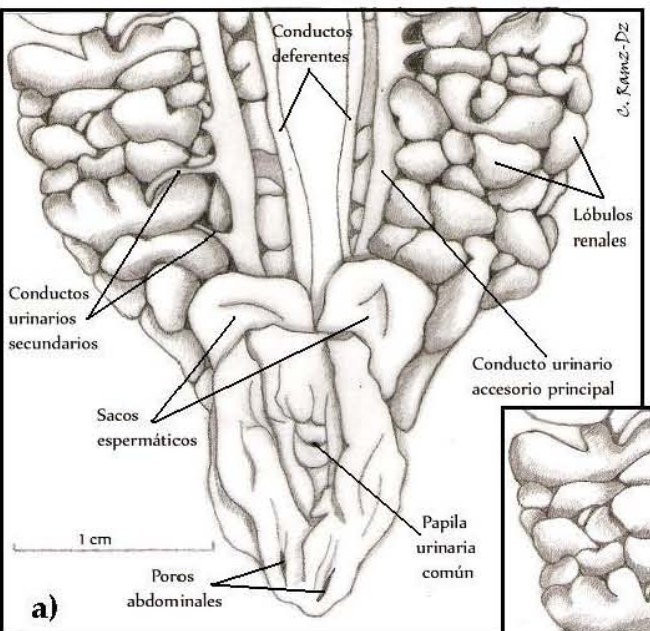


Figura 16. Ubicación de la papila urinaria del macho de *D. sabina*. **a)** Vista de la cloaca completa. **b)** Con un corte frontal de los sacos espermáticos. **c)** Con un corte longitudinal del conducto urinario hasta la papila urinaria común.

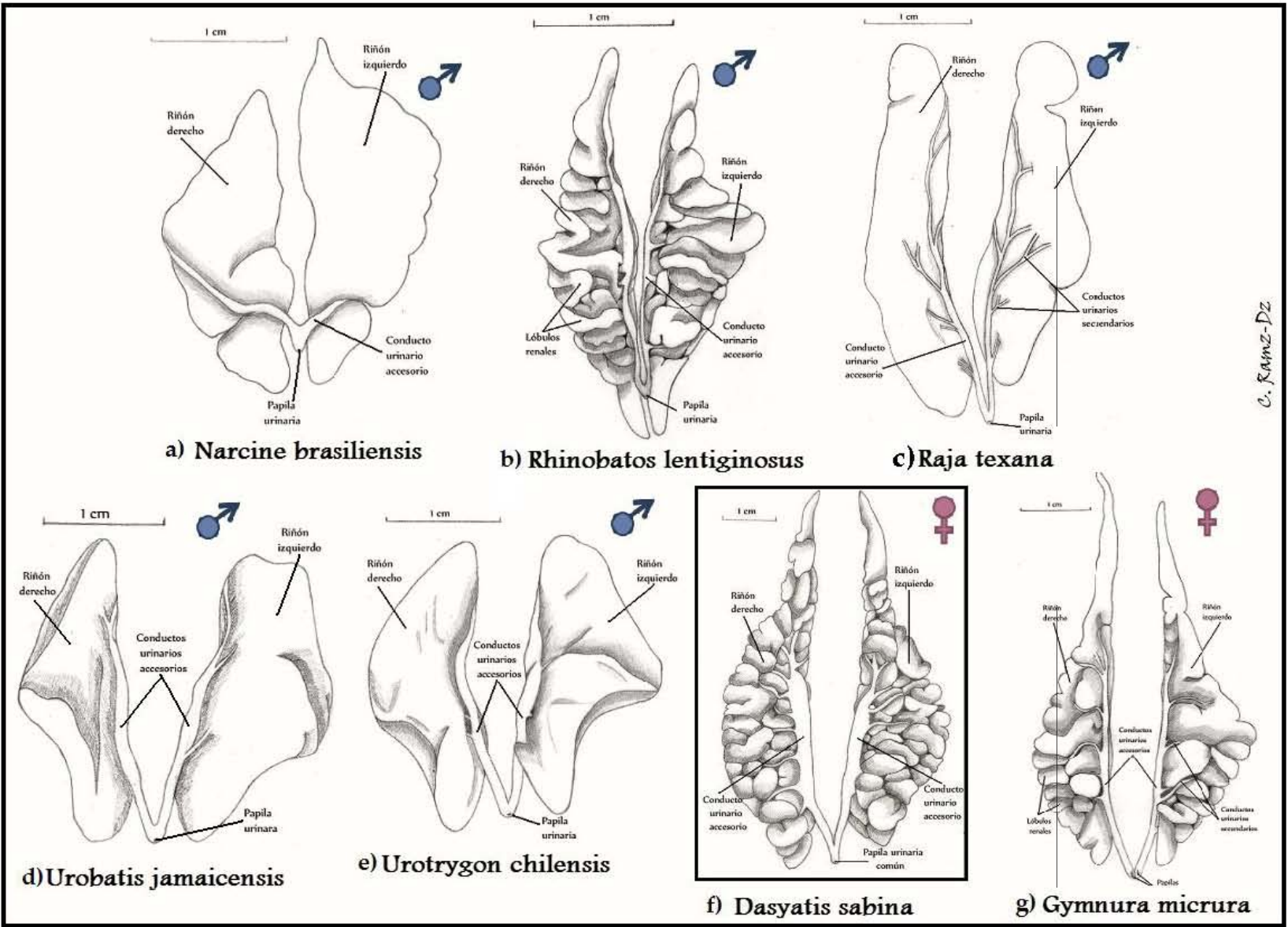


Figura 17. Comparación morfológica de los riñones y el sistema de conductos de las especies representativas de las familias de batoides en México.

Tabla I. Comparación de caracteres morfológicos de las especies representativas de batoideos.

	Narcinidae	Rhinobatidae	Rajidae	Urotrygonidae		Dasyatidae	Gymnuridae
	<i>N. brasiliensis</i>	<i>R. lentiginosus</i>	<i>R. texana</i>	<i>U. jamaicensis</i>	<i>U. chilensis</i>	<i>D. sabina</i>	<i>G. micrura</i>
Forma de la cavidad visceral	Ovalada	Aprox. triangular	Ovalada	Redonda	Redonda	Ovalada	Ovalada
Forma del riñón (hembras)	Liso, compacto y triangular	Lobulado, muy alargado casi hasta el borde de la cintura escapular	Liso, alargado, de forma irregular	Liso, muy compacto y triangular	Liso, muy compacto y triangular	Lobulado, redondeado, poco alargado	Lobulado, en forma de triángulo
Forma del riñón (machos)	Liso, compacto y triangular	Lobulado, muy alargado, en contacto con la glándula de Leydig	Liso, alargado, de forma irregular	Liso, muy compacto y triangular	Liso, muy compacto y triangular	Lobulado, poco alargado y de forma redondeada	Lobulado, en forma de triángulo
Conducto urinario accesorio	Externo, escasos conductos urinarios secundarios visibles	Interno, gran cantidad de conductos urinarios secundarios	Interno, gran número de conductos urinarios secundarios	Interno, escasos conductos urinarios secundarios visibles	Interno, escasos conductos urinarios secundarios visibles	Interno, engrosado, gran cantidad de conductos urinarios secundarios	Interno, gran cantidad de conductos urinarios secundarios
Aberturas a la cloaca (hembras)	1 papila urinaria	1 papila urinaria que llega a los oviductos	2 papilas urinarias que llegan a los oviductos	2 papilas urinarias	1 papila urinaria	1 papila urinaria	2 papilas urinarias
Aberturas a la cloaca (machos)	1 papila urogenital	2 aberturas urinarias que llegan a los conductos deferentes	1 papila urogenital	2 aberturas urinarias que convergen en la papila urinaria común	1 papila urogenital	2 aberturas urinarias que convergen en la papila urinaria común	1 papila urogenital

DISCUSIÓN

Es conocido que en los Batoidea, la cavidad visceral está delimitada tanto por las cinturas escapular y pélvica, como por los cartílagos metapterigios de las aletas pectorales; así como también su aspecto deprimido.

La forma ovalada de la cavidad visceral en *D. sabina* y *R. texana*, y la forma circular en *U. chilensis*, así como también la organización del sistema digestivo y sus glándulas anexas en las especies del presente estudio, corresponde a lo descrito por Kobelkowsky (2004c; 2010) en sus estudios del sistema digestivo.

La ubicación extraperitoneal de los riñones de los batoideos corresponde a la condición general de los peces (Evans *et al.*, 2004; Álvarez del Villar *et al.*, 2007; Kardong, 2012). Sin embargo, como los describen Gilbert (1973) en *Squalus acanthias*, además de Hickman & Trump (1969) y Lacy & Reale (1999) en otras especies, mientras que en tiburones son dos órganos alargados dentro de la cavidad y en contacto entre sí, ubicados ventralmente a la columna vertebral; en los batoideos examinados en el presente trabajo, se describen como dos órganos aplanados dorsoventralmente, localizados a ambos lados de la columna vertebral y en la porción posterior en la cavidad visceral.

Es especialmente notable la relación del aplanamiento del cuerpo y de la cavidad visceral con la forma aplanada de los riñones en los batoideos, al igual que el resto de los órganos viscerales que siguen la forma corporal general.

El análisis morfológico realizado en el presente estudio, permite reconocer dos tipos de riñones en los batoideos, a saber: liso y multilobulado. Ambas condiciones se presentan de forma independiente en las familias de un mismo orden, por lo que no se considera un carácter exclusivo de algún grupo, ni podría utilizarse como carácter en la clasificación de los Batoidea.

Con el presente estudio se confirma la condición lobulada del riñón de *G. micrura*, descrita anteriormente por Kobelkowsky (2004a; 2005); asimismo se difiere en la condición lobulada del riñón de *U. chilensis*, que Kobelkowsky (2005) menciona someramente. En

dicho estudio, sólo describe el aspecto general del riñón pero no analiza detalles sobre su sistema de conductos, ni su abertura hacia la cloaca.

Es especialmente relevante la ubicación del conducto urinario accesorio en *N. brasiliensis*, puesto que a diferencia del resto de las especies analizadas, su conducto urinario muestra una trayectoria del borde externo del riñón hacia la cloaca. Dicha condición no ha sido registrada previamente en la literatura, por lo que el presente trabajo aporta información relevante de la morfología de la especie, y lo anterior permite sustentar la marcada separación filogenética del orden Torpediniformes del resto de los Batoidea, al ser colocado en la parte basal del grupo, indicada por McEachran *et al.* (1996), McEachran & Aschliman (2004) y utilizada en la clasificación de Nelson (2006).

Es notable el marcado engrosamiento de ambos conductos urinarios accesorios en *D. sabina*, lo cual podría implicar que dicha especie pueda retener temporalmente la orina, de una forma similar a la vejiga urinaria de los teleósteos.

La apertura de los conductos urinarios accesorios, en los machos, es consistente en todas las especies analizadas y se realiza mediante una única papila urinaria, a diferencia de las hembras, en las que el número de papilas urinarias varía de uno a dos, dependiendo de la especie.

Ramírez *et al.* (2008), en su estudio sobre el sistema excretor de *D. guttata* y *N. bancroftii*, describen de manera somera el sistema; mencionando en ambas especies, la abertura de los conductos urinarios accesorios, que en hembras se realiza mediante dos papilas urinarias y en machos mediante una papila urogenital. Lo anterior difiere para *D. sabina* y *N. brasiliensis*, utilizadas en el presente trabajo, pues la abertura de los conductos urinarios accesorios se realiza mediante una papila urinaria tanto en hembras como en machos.

El número de papilas urinarias observados en las hembras de las rayas redondas (*Urobatis jamaicensis* y *Urotrygon chilensis*) podrían ser utilizados como carácter adicional en el análisis taxonómico de las familias Urotrygonidae, Urobatidae y Urolophidae.

CONCLUSIONES

En términos generales, la organización del sistema excretor de los Batoidea es la misma que la de los Selachii, al estar formado por dos riñones, de los que salen los conductos urinarios accesorios.

Mientras que en los seláceos ambos riñones son largos y están en contacto directo, en los batoideos están separados entre sí, son compactos y deprimidos.

Se reconocen dos tipos de riñón de las rayas, el de aspecto liso y el de aspecto lobulado; si bien ninguna de dichas condiciones es exclusiva de algún orden, valdría la pena averiguar las ventajas fisiológicas que aporta al organismo cada condición.

Es especialmente sobresaliente la condición de los riñones de *Narcine brasiliensis*, por la ubicación atípica de los conductos urinarios accesorios que van del borde externo del riñón hacia la papila urinaria común. Sobre este aspecto sería importante conocer si existe alguna diferencia funcional con respecto del resto de las especies.

Se identifica como un patrón morfológico de los machos de las rayas la presencia de una papila urinaria común, mientras que en las hembras el número de papilas varió de una a dos.

LITERATURA CITADA

- Acero, A., M. Grijalba-Bendeck, F. Moreno, K. Acevedo & E. González. 2008. Histología comparada del sistema reproductivo de cuatro especies de rayas caribeñas (Chondrichthyes: Batoidea). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 32(125): 571-586.
- Acevedo, K., J. Bohórquez-Herrera, F. Moreno, C. Moreno, E. Molina, M. Grijalba-Bendeck & P. Gómez-Canchong. 2007. Aspectos reproductivos de tres rajiformes capturados incidentalmente en la pesquería camaronera de arrastre en el Mar Caribe de Colombia. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 58: 219-225.
- Álvarez del Villar, J., T. Álvarez & S.T. Álvarez-Castañeda, 2007. *Diccionario de anatomía comparada de vertebrados*. Instituto Politécnico Nacional. México. 250 pp.
- Babel, J.S. 1967. Reproduction, life history and ecology of the round stingray, *Urolophus halleri* (Cooper). *Fisheries Bulletin of the California Department of Fish and Game*, 137: 104 pp
- Braccini, J. & G.E. Chiaramonte. 2002. Biología de la raya *Psammobatis externa* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). *Revista chilena de historia natural* 75(1):179-188
- Bonner, K. & G. Vincz. 1999. The testis and Spermatogenesis. Pp.: 171-200. En: *Hamlett W.C. (ed). Vol. 3. Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes*. USA.
- Callard, I.P., J.S. George & T.J. Koob. 1999. Endocrine control of the female reproductive system. Pp.: 283-300. En: *Hamlett W.C. (ed). Vol. 3. Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes*. USA.
- Carrier, J.C., H.L. Pratt, Jr. & J.I. Castro. 2004. Reproductive Biology of Elasmobranch. Pp.: 269-286. En: *Carrier, J.C., J.A. Musick & M.R. Heithaus (eds.) Biology of Sharks and their relatives*. USA.
- Castro-Aguirre, J.L. & H. Espinoza-Pérez. 1996. *Listados Faunísticos de México. VII Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha)*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 75 pp.
- Compagno, L.J.V., P.R. Last, B. Seret, & M.R. De Carvalho. 1999a. Pp.: 1397-1409. Batoid fishes. General remarks, key to families, and list of families and species occurring in the area. En: *Carpenter, K.E. & V.H. Niem (eds). Vol 3. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific*. Rome.

- Compagno, L.J.V. 1999b. Systematics and body form. Pp.: 1-42. En: *Hamlett, W.C. (ed). Sharks, skates and rays. The biology of Elasmobranch fishes.* Baltimore, USA.
- Compagno, L.J.V. 2008. Pelagic elasmobranch diversity. Pp.: 14-23. En: *M.D. Camhi, E.K. Pikitch & E.A (eds). Shark of the Open Ocean: biology, fisheries and conservation.* Babcock. England.
- Dean, M.N. & P.J. Motta. 2004. Anatomy and functional morphology of the feeding apparatus of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *Journal of Morphology* 262: 462-483.
- Dean, M.N., J.J. Bizzarro & A.P. Summers. 2007. The evolution of cranial design, diet, and feeding mechanisms in batoid fishes. *Integrative and Comparative Biology* 47(1): 70-81.
- Ebert, D.A., L.J.V. Compagno & P.D. Cowley. 2007. Aspects of the reproductive biology of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from southern Africa. *Oxford Journal*: 81-102.
- Eckert, R. 1988. *Fisiología Animal. Mecanismos y Adaptaciones.* Interamericana-McGraw-Hill. Madrid, España. 683 pp.
- Evans, D.H., Piermarini, P.M. & Keith, P.C. 2004. Homeostasis: osmorregulation, pH regulation and nitrogen excretion. Pp.: 247-263. En: *Carrier, J.C., J.A. Musick & M.R. Heithaus (eds.) Biology of Sharks and their relatives.* USA.
- Galíndez, E.J. & S. Estecondo. 2008. Histological remarks of the oviduct and the oviducal gland of *Sympterygia acuta* Garman, 1877. *Braz. J. Biol.*, 68(2): 359-365.
- González-Isáis, M. 2003. Anatomical comparison of the cephalic musculature of some members of the superfamily Myliobatoidea (Chondrichthyes): implications for evolutionary understanding. *The Anatomical Record* 271(A): 259-272.
- González-Isáis, M. & H.M. Montes. 2004. Comparative anatomy of the superfamily Myliobatoidea (Chondrichthyes) with some comment son phylogeny. *Journal of Morphology* 262: 517-535.
- Grijalba-Bendeck, M., A. Acero & E. González. 2008. Biología reproductiva de *Rhinobatos percellens* (Batoidea: Rajiformes) en el Caribe colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(3): 469-481.

- Hamlett, W.C. 1999. Male Reproductive System. Pp.: 444-470. En: *Hamlett W.C. (ed.) Sharks, skates and rays. The biology of Elasmobranch fishes.* Baltimore, USA.
- Hamlett, W.C. & T.J. Koob. 1999. Female Reproductive System. Pp.: 398-443. En: *Hamlett W.C. (ed.) Sharks, skates and rays. The biology of Elasmobranch fishes.* Baltimore, USA.
- Helfman, G.S., B.B. Collette, D.E. Facey & B.W. Bowen. 2009a. Part III. Taxonomy, phylogeny and evolution. Pp.: 169- 230. En: *The Diversity of Fishes. Biology, Evolution and Ecology.* New Jersey, USA.
- Helfman, G.S., B.B. Collette, D.E. Facey & B.W. Bowen. 2009b. Homeostasis. Pp.: 91-109. En: *The Diversity of Fishes. Biology, Evolution and Ecology.* New Jersey, USA.
- Hickman, C.P. Jr. & B.F. Trump. 1969. The kidney. Pp.: 91-227. En: *Hoar, W. S. & Randall, D. J. (eds.) Fish physiology. Excretion, ionic regulation and metabolism.* London, England.
- Hildebrand, M. 1995. Chapter 15: Excretory system and osmoregulation. En: *Analysis of vertebrate structure.* 4th edition. Canada
- Jobling, M. 1995. Osmotic and ionic regulation (water and salt balance). Pp.: 211-249. En: *Environmental biology of fishes. The Norwegian Collage of fishes science.* University of Tromso Norway. London, England.
- Johnson, M. R. & F.F. Jr. Snelson, 1996. Reproductive life history of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina* (Pisces, Dasyatidae) in the freshwater St. Johns River, Florida. *Bulletin of Marine Science* 59(1): 74-88.
- Kardong, K.V. 2012. The Urogenital System. Pp.: 545-624. En: *Vertebrates. Comparative Anatomy, Function, Evolution.* 6^a edición. New York, USA.
- Kobelkowsky, A. 2004a. El sistema excretor de la raya mariposa *Gymnura micrura* (Pisces: Rajiformes). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 75 (1): 185-192.
- Kobelkowsky, A. 2004b. Esplacnología de la raya mariposa *Gymnura micrura* (Rajiformes: Gymnuridae). *Vertebrata Mexicana* 14: 1-8.

- Kobelkowsky, A. 2004c. Sistema digestivo y dimorfismo sexual dentario de las rayas *Urotrygon chilensis* (Urolophidae), *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) y *Raja texana* (Rajidae). Pp.: 15-30. En: *Lozano V. M.L. & A.J. Contreras B. (eds.) Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Kokelkowsky, A. 2005. El sistema urogenital y caracteres sexuales secundarios de los peces. Tesis de grado. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F. 155 pp.
- Kobelkowsky, A. 2010. Anatomía comparada del sistema digestivo de las rayas *Urotrygon chilensis* y *Dasyatis sabina* (Myliobatiformes). *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 387-394.
- Kobelkowsky, A. 2012. Anatomía del corazón y las arterias branquiales aferentes de las rayas (Chondrichthyes: Batoidea). *Hidrobiología* 22 (1): 1-7.
- Koolman, J. & K.H. Röhm. 2004. *Bioquímica*. Madrid, España. 476 pp.
- Kyne, P.M. & C.A. Simpfendorfer. 2007. A collation and summarization of available data on deepwater chondrichthyans: biodiversity, life history and fisheries. En: *A report prepared by the IUCN SSC Shark Specialist Group for the Marine Conservation Biology Institute*. 137 pp.
- Lacy, E.R. & E. Reale. 1999. Urinary system. Pp.: 353-397. En: *Hamlett, W.C. (ed). Sharks, skates and rays. The biology of Elasmobranch fishes* Baltimore, USA.
- Lagler, K.E., J.E. Bardach & R.R. Miller. 1977. Excretion and osmótica regulation. Pp.: 262-278. En: *Ichthyology: the study of fishes*. University of Michigan. USA.
- Last, P.R. & G.K. Yearsley. 2002. Zoogeography and relationships of australasian skates (Chondrichthyes: Rajiidae). *Journal of Biogeography*, 29: 1627-1641
- Leible, M.D. (1988) Revisión de métodos para estudios taxonómicos de rayas (Rajiformes, Rajidae). *Gayana Zoología (Chile)* 52: 15-93
- Lovejoy, N.R. 1996. Systematics of myliobatoid elasmobranchs: with emphasis on the phylogeny and historical biogeography of neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae: Rajiformes). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 117: 207-257

- Lui, Q. & L.S. Demski. 1993. Clasper control in the round stingray, *Urolophus halleri* : lower sensorimotor pathways. *Environmental Biology of Fishes* 38: 219-230.
- Lutton, B.V., J. St. George, C.R. Murrin, L.A. Fileti & I.P. Callard. 1999. The Elasmobranch Ovary. Pp.: 237-281. En: Hamlett W.C. (ed). Vol. 3. *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes. Sharks, Batoids and Chimaeras*. USA.
- McEachran, J.D. & G.N. di Sciara, 1995. Peces Batoideos. Pp.: 745-786. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H.Niem (eds.). *Guia FAO para la identificacion de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental vol 2, vertebrados parte 1*. Departamento de pesca de la FAO y el Instituto de Investigación Senckenberg. Roma.
- McEachran, J.D., K.A. Dunn, & T. Miyake. 1996. Interrelationships of the batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidea). Pp: 63–84. En: M.L.J. Stiassny, L.R. Parenti, & G.D. Johnson (eds.). *Interrelationships of fishes*. Academic Press, San Diego.
- McEachran, J.D. & M.R. Carvalho. 2002. Batoid fishes. En: Carpenter, K. & E. Rome (eds.). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic, vol.1: Introduction mollusks, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras*. FAO.
- McEachran, J.D. & N. Aschliman. 2004. Phylogeny of Batoidea. Pp.: 79-109. En: Carrier, J.C., J.A. Musick & M.R. Heithaus (eds.). *Biology of sharks and their relative*. Florida, USA.
- Montes, H.M., 2001. Sistemática de las especies del género *Urotrygon* (Myliobatoidei: Urolophidae). Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 157 pp.
- Montes, H.M. & M. González-Isáis. 2007. Contribution to the knowledge of anatomy of species of genus *Mobula* Rafinesque 1810 (Chondrichthyes: Mobulinae). *The Anatomical Record* 290: 920-931.
- Moreno, F., J.M. Vázquez, F. Gil, R. Latorre, G. Ramírez, O. López, E. Roma & A. Arencibia. 1993. *Manual de prácticas de embriología veterinaria*. Universidad de Murcia, España.
- Moreno, F., K. Acevedo, M. Grijalba-Bendeck, A. Acero & J. Paramo. 2010. Reproducción de la raya eléctrica *Narcine bancroftii* (Torpediniformes: Narcinidae) en Santa Marta, Caribe colombiano. *Latin America Journal Aquatic Research* 38(1): 27-36.

- Musick, J.A., M.M. Harbin & L.J.V. Compagno. 2004. Historical zoogeography of the Selachii. Pp.: 33–78. En: *Carrier, J.C., J.A. Musick & M.R. Heithaus (eds.) Biology of Sharks and their relatives*. USA.
- Musick, J.A. & J.K. Ellis. 2005. Reproductive Evolution of Chondrichthyans. Pp.: 45-80. En: *Hamlett, W.C. (ed). Vol. 3. Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes. Sharks, Batoids and Chimaeras*. USA.
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the World*. New Jersey, USA. 622 pp.
- Nishida, K. 1990. Phylogeny of the order Myliobatoidei. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* 37: 1-108.
- Pantano-Neto, J. & A.M. Souza. 2002. Anatomia da musculatura orobrânquial associada à alimentação de duas espécies de raias de água doce (Potamotrygonidae: Elasmobranchii). *Avulsos do Instituto Pau Brasil* 2002 (5): 53-65.
- Payán, L.F. 2006. Aspectos taxonómicos y biológicos de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Pisces: Elasmobranchii) del Pacífico colombiano. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia.
- Piermarini, P.M. & D.H. Evans. 1998. Osmoregulation of the Atlantic stingray (*Dasyatis sabina*) from the freshwater Lake Jesup of the St. Johns River, Florida. *Physiological Zoology* 71(5): 553-560.
- Pirlot, P. 1976. Morfología evolutiva de los cordados. Universidad de Montreal. Barcelona.
- Ramírez, A., P. Palacios & D.J. Gaitán. 2008. Morfología del sistema excretor de la raya látigo *Dasyatis guttata* (Dasyatidae) y la raya eléctrica *Narcine bancroftii* (Narcinidae). Pp.: 229-233. En: *A. Díaz-Sánchez & C. Aguilar (eds.). III Simposium Nacional de Tiburones y Rayas*. SOMEPEC, UNAM, Alianza WWF-Telcel. México.
- Romer, A.S. & T.S. Parsons. 1978. *The vertebrate body*. Saunders Company. Philadelphia, USA.
- Silva, J.L. & N. Magalhães, 2009. A dorsal fold in *Gymnura micrura* (Bloch and Schneider, 1801) (Chondrichthyes: Gymnuridae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 52(2):479-482.
- Smith, L.S., 1991. Chapter 2: Osmoregulation. Pp.: 19-58. En: *Introduction to fish physiology*. Argente Laboratorios. USA.

- Torres, K. 2010. Técnicas morfométricas aplicadas al estudio taxonómico de rayas espinosas americanas del género *Urotrygon* (Batoidea: Urotrygonidae), del Pacífico Centro-Sur colombiano. Tesis. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle. Santiago de Cali, Colombia. 78 pp.
- Valadéz-González, C. 2007. Distribución, abundancia y alimentación de las rayas bentónicas de la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis doctoral. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México.
- Walker, B.K. & R.L. Sherman. 2001. Gross brain morphology in the yellow stingray, *Urobatis jamaicensis*. *Florida Scientist* 64 (4): 246-249.
- Weichert, C.K. 1970. *Anatomy of the Chordates*. McGraw-Hill Book Company. USA. 739 pp.
- White, W.T., M.E. Platell & I.C. Potter. 2001. Relationship between reproductive biology and age composition in *Urolophus lobatus* (Batoidea: Urolophidae). *Marine Biology* 138: 135-147.
- White, W.T., N.G Hall & I.C. Potter. 2002. Reproductive biology and growth during pre- and postnatal life of *Trygonoptera personata* and *T. mucosa*. *Marine Biology* 140: 699-712.

GLOSARIO

Ampulas de Lorenzini. Órganos vesiculares en forma de canales que abren al exterior en pequeños poros llenos de sustancia mucosa, distribuidos principalmente en la región cefálica de elasmobranquios, que funcionan como electrorreceptores.

Aplacentado. Especie o animal cuyas crías carecen de placenta.

Aparato genital. Tracto formado por el conjunto de estructuras cuya función es la formación de elementos reproductivos. Los órganos principales son los testículos, productores de espermatozoides y los ovarios que producen óvulos.

Bazo. Glándula vascular cerrada, formada por tejido linfático, es fuente importante de linfocitos, además de que separa los eritrocitos viejos y las materias extrañas de la sangre.

Cartílago de Meckel. Barra cartilaginosa derivada del primer arco faríngeo, que forma la mandíbula inferior de los vertebrados primitivos.

Cartílago metapterigio. Elemento esquelético cartilaginoso posterior, de los tres cartílagos que sostienen la base de las aletas pectorales en elasmobranquios.

Cartílago palatoc cuadrado. Cartílago en forma de barra que forma la mandíbula superior en elasmobranquios. En vertebrados superiores, el cartílago es sustituido por los maxilares y premaxilares.

Cavidad visceral. Espacio cerrado y hueco del cuerpo, que encierra a los órganos blandos.

Cavidad celómica. Espacio vacío del mesodermo que en estados embrionarios primitivos solamente encierra al tubo digestivo y corazón, más tarde encierra también a los riñones y pulmones.

Cloaca. Cámara común donde se vierten los conductos urinarios, el tubo digestivo y generalmente los órganos genitales; presente en la mayoría de los vertebrados excepto en peces teleostomos y mamíferos placentados.

Conductos deferentes. Tubo por el cual pasa el semen desde los testículos hasta el exterior. Su porción más anterior tiene funciones únicamente sexuales.

Conducto urinario accesorio. Conducto principal del riñón de los condríctios; recoge la orina y la elimina mediante su abertura a la cloaca. No es un conducto derivado del conducto de Wolff.

Cortina nasal. Protuberancia del epitelio en la pared de las fosas nasales.

Deprimido. Organismo, órgano o estructura cuyo diámetro vertical es menos que el horizontal. Aplanado dorsoventralmente.

Dimorfismo. Existencia de dos clases de individuos diferentes en cuanto a forma o apariencia, en una misma especie. Es sexual cuando los machos presentan un aspecto diferente al de las hembras.

Disco. Porción anterior de aspecto redondeado, constituido por la unión de la cabeza y el tronco con las aletas pectorales.

Duodeno. Parte inicial del intestino delgado, que se extiende desde la extremidad posterior del estómago; ahí desembocan, el conducto pancreático y el biliar.

Epidídimo. Porción anterior del conducto deferente y cercana al testículo de los condríctios, que transporta al esperma.

Escama placode. Dentículo tegumentario que en gran número cubre y protege la piel de los elasmobranquios. Su estructura es semejante a las de los dientes, poseen dentina.

Esófago. Conducto tubular, entre la faringe y el estómago, por el cual pasan los alimentos.

Espina. Proyección dura y puntiaguda de los tegumentos o de los huesos.

Esqueleto cartilaginoso. Conjunto de partes duras formadas por cartílago más o menos mineralizado, pero carente de células óseas. Aparato de sostén de elasmobranquios.

Estómago. Órgano hueco constituido de músculo membranoso. Delimitado por el esófago y el duodeno.

Extraperitoneal. Que se encuentra fuera de la cavidad peritoneal.

Glándula de Leydig. Glándula endocrina que se encuentra distribuida en el tejido conjuntivo entre los túbulos seminales del testículo; origina del mesénquima y carece de irrigación sanguínea particular.

Glándula nidamental. Glándula que produce el cascarón. Parte especializada del oviducto.

Gónada. Glándula sexual primaria productora de gametos (células germinales definitivas) y además fuente de muchas hormonas sexuales.

Gonopterigio. Modificación de las aletas pélvicas de los condríctios para la cópula.

Hemopoyético. Órgano o tejido formador de sangre, especialmente de glóbulos rojos.

Hendidura branquial. Abertura estrecha y larga entre los arcos branquiales que comunica a la faringe con el exterior. Cámara que rodea a las hemibranquias, 5-7 en elasmobranquios, y está separado por un tabique o pared interbranquial.

Hígado. La mayor glándula digestiva exógena que transforma la sangre proveniente del intestino. Órgano impar y relativamente asimétrico.

Histotrófo. Leche uterina producida por la mucosa de la cavidad uterina, que contiene sustratos metabólicos esenciales de los cuales se alimenta el embrión, una vez agotado su saco vitelino.

Intestino espiral. Dotado de una válvula o septo interior desarrollado en espiral para incrementar la superficie de absorción del órgano.

Lecitotrófico. Desarrollo ovovivíparo en el que los huevos tienen gran cantidad de vitelo.

Lobulado. Órgano o apéndice dividido en porciones redondeadas.

Matotrófico. Tipo de desarrollo vivíparo en el que el embrión cuenta con una placenta o leche uterina para su nutrición.

Mesenterio. Membrana procedente del peritoneo celómico, por donde pasan vasos sanguíneos y nervios que conectan con órganos viscerales. Membrana de sostén en la cavidad del cuerpo.

Mesorquia. Parte del peritoneo que cubre y sostiene a los testículos.

Mesovaria. Membrana que sostiene a los ovarios dentro de la cavidad visceral.

Monofilético. Taxón que viene en una sola línea de ascendientes.

Musculatura axial. Músculos de la parte central del cuerpo, que en animales acuáticos es la más importante pues sirve para la locomoción.

Narina. Orificio externo del conducto nasal.

Nefrona. Unidad básica y funcional de los riñones.

Nictitante. Membrana más o menos transparente que se extiende sobre la córnea, por debajo de los párpados (superior e inferior).

Opistonefros. Aparato excretor definitivo de adultos que es derivado de la porción intermedia del tejido nefrogénico.

Órgano epigonal. Órgano hemopoyético asociado a las gónadas de los condrictios.

Osmorregulación. Control y mantenimiento de la concentración interna de sales en el organismo u órgano.

Ostium. Abertura interna en el extremo anterior del oviducto de los condrictios.

Ovario. Órgano genital primordial femenino. Estructura que forma los óvulos.

Ovíparo. Tipo de desarrollo en el que los embriones se desarrollan en cápsulas o huevos fuera del cuerpo materno.

Ovovivíparo. Tipo de desarrollo embrionario en el que los huevos fecundados son retenidos en el interior del oviducto y después de la eclosión, los embriones son expulsados fuera de la madre.

Óvulo. Gameto femenino maduro y no fecundado.

Papila urinaria. Elevación pequeña y cónica de la epidermis, con la abertura del conducto urinario.

Papila urogenital. Elevación pequeña y cónica de la epidermis, con la abertura del orificio urogenital.

Píloro. Porción del tracto digestivo donde se une el estómago con el intestino delgado.

Riñón. Cada uno de los dos cuerpos que secreta la orina, situados a cada lado de la región lumbar, detrás del peritoneo. Órgano excretor y osmorregulador que consta de numerosas nefronas.

Sacos espermáticos. Divertículos formados a partir del extremo de los conductos deferentes de los condrićtios.

Sistema Excretor. Conjunto de estructuras cuya función es regular la presión osmótica y eliminar los desechos metabólicos del organismo. El principal órgano es el riñón.

Testículo. Órgano sexual primario en machos. Secreta semen y hormonas.

Válvula espiral. Tiene como función, aumentar la superficie interior del intestino sin prolongar la longitud del órgano.

Vesículas seminales. Modificaciones posteriores de los conductos deferentes.

Vivíparo. Tipo de desarrollo en el que el embrión permanece dentro de la madre, donde recibe nutrición materna hasta que completa su desarrollo.

LISTA DE FIGURAS y TABLAS

FIGURA 1. Esquema general del sistema urogenital de machos	8
FIGURA 2. Esquema general del sistema urogenital de hembras	10
FIGURA 3. Esquema general del riñón opistonefro	10
FIGURA 4. Sistema digestivo de <i>Dasyatis sabina</i>	21
FIGURA 5. Organografía de la cavidad visceral de la hembra de <i>Dasyatis sabina</i>	22
FIGURA 6. Sistema urogenital de la hembra de <i>D. sabina</i>	23
FIGURA 7. Sistema excretor y oviductos de <i>D. sabina</i> , sin la cintura pélvica	24
FIGURA 8. Sistema excretor y oviductos de la hembra de <i>D. sabina</i>	25
FIGURA 9. Sistema excretor de la hembra de <i>D. sabina</i> en vista ventral y dorsal.	26
FIGURA 10. Ubicación de la papila urinaria en la hembra de <i>D. sabina</i>	27
FIGURA 11. Organografía de la cavidad visceral del macho de <i>D. sabina</i>	28
FIGURA 12. Sistema urogenital del macho de <i>D. sabina</i>	29
FIGURA 13. Sistema excretor y conductos deferentes del macho de <i>D. sabina</i> , sin la cintura pélvica	30
FIGURA 14. Sistema excretor y conductos deferentes de <i>D. sabina</i>	31
FIGURA 15. Sistema excretor del macho de <i>D. sabina</i> en vista ventral y dorsal.	32
FIGURA 16. Ubicación de la papila urinaria en el macho de <i>D. sabina</i>	33
FIGURA 17. Comparación morfológica del sistema excretor de las especies representativas de los batoideos	34
TABLA I. Cuadro comparativo de los caracteres morfológicos de las especies representativas de batoideos	35