

**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA**  
**Unidad Iztapalapa**  
División de Ciencias Biológicas  
y de la Salud

**Doctorado en Ciencias Biológicas**



Casa abierta al tiempo

**El sistema urogenital y caracteres  
sexuales secundarios de los peces**

**TESIS**

Que para obtener el grado de  
**DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Presenta

**ABRAHAM KOBELKOWSKY DÍAZ**

Director de Tesis:

**Dr. José Luis Arredondo Figueroa**

Asesores:

**Dra. María del Carmen Uribe Aranzábal**

**Dr. César Flores Coto**

**México, D.F.**

**Enero de 2005**

El Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Padrón de Posgrados de Excelencia del CONACYT, y cuenta con el apoyo del mismo Consejo, con el convenio PFP-20-93.

El jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de las Unidades Iztapalapa y Xochimilco aprobó la tesis que presentó

**Abraham Kobelkowsky Díaz**

el día 28 de enero de 2005

Sinodales:

Presidente

**Dr. José Luis Arredondo Figueroa**

\_\_\_\_\_

Secretaria

**Dra. María del Carmen Uribe Aranzábal**

\_\_\_\_\_

Vocal

**Dr. César Flores Coto**

\_\_\_\_\_

Vocal

**Dr. Edmundo Díaz Pardo**

\_\_\_\_\_

Vocal

**Dr. Armando Ferreira Nuño**

\_\_\_\_\_

COMITÉ TUTORIAL

Director de tesis:

**Dr. José Luis Arredondo Figueroa**

Profesor Titular C, Universidad Autónoma  
Metropolitana, Unidad Iztapalapa

Asesores:

**Dra. María del Carmen Uribe Aranzabal**

Profesora, Facultad de Ciencias, Universidad  
Nacional Autónoma de México

**Dr. César Flores Coto**

Investigador, Instituto de Ciencias del Mar y  
Limnología, Universidad Nacional Autónoma de  
México

Sinodales:

**Dr. Armando Ferreira Nuño**

Profesor Titular C, Universidad Autónoma  
Metropolitana, Unidad Iztapalapa

**Dr. Edmundo Díaz Pardo**

Investigador, Facultad de Ciencias Naturales,  
Universidad Autónoma de Querétaro



## Indice general

Resumen	I
Abstract	II
Introducción	1
Objetivos	5
Materiales y métodos	12
Resultados	12
Relaciones topográficas del riñón	12
Diversidad morfológica de los riñones	15
Diversidad de las gónadas	22
Diversidad del sistema de conductos urogenitales	29
Caracteres sexuales secundarios	35
Discusión	42
Conclusiones	54
Literatura citada	56
Glosario	62
Publicaciones relacionadas con la tesis	66

## RESUMEN

Se analizó el sistema urogenital de 76 especies de peces, correpondiendo una a los Agnatha, seis a los Elasmobranchii y 69 a los Teleostei. Se describe el patrón morfológico de cada una de las clases de peces, seleccionando a la lamprea de Chapala *Lampetra spadicea*, a la raya mariposa *Gymnura micrura* y al ronco *Bairdiella chrysoura*, como representantes de cada uno de las mismas. Se describen las relaciones topográficas de los riñones de cada una de las especies seleccionadas. se describe la diversidad de formas de los riñones, los ovarios, los testículos y del sistema de conductos urogenitales, encontrándose una mayor diversidad en los Teleostei. Se identifican en la lamprea tanto el pronefros como el mesonefros. Se reconoce la fusión de riñones en las especies de tiburones y su separación en las rayas. Dentro de los teleósteos se identifican varios grados de fusión de los riñones. Sobresale la situación morfológica de los riñones de los Siluriformes, en los que se presenta un riñón anterior y otro posterior. Se reconocen en los teleósteos superiores como los principales factores morfológicos que producen la separación de los riñones en lóbulos anteriores, a la interposición de los músculos retractores dorsales de las branquias y al anclaje de la vejiga natatoria a las vértebras precaudales. Se observaron variaciones anatómicas en las gónadas con relación a su número, forma, tamaño relativo, simetría y grado de fusión. Se reconoce una diversidad de caracteres sexuales dimórficos, siendo los más complejos los correspondientes a estructuras relacionadas con la fertilización interna y la viviparidad, así como también a la separación de los ojos en el lenguado *Bothus robinsi*.

## ABSTRACT

The morphology of the urogenital system of 76 species of fishes was analyzed (one of Agnatha, six of Elasmobranchii, 69 of Teleostei). In order to describe the morphological patterns of each class *Lampetra spadicea*, *Gymnura micrura* and *Bairdiella chrysoura* were selected. The kidney topographic relationships of each species were described. The diversity of kidneys, ovaries, testicles and urogenital ducts is described. The highest diversity is found among Teleostei. Both pronephros and mesonephros are identified in the lamprey. The kidneys are fused together in sharks, while they are separated in rays. A variety of grades of separation of kidneys is shown in the teleostean. The separation of kidneys in the Siluriformes is the most noticeable feature among the teleostean. As main features causing the separation of the anterior lobes, the muscles *retractores dorsales* and the anchorage of the swim bladder were identified. A variety of anatomical variations in gonads, in relation with number, shape, relative size, symmetry and grade of fusion were observed. A diversity of dimorphic sexual characters were recognized, being the most complex those related to the internal fertilization and the viviparity, as well as the corresponding to the eye separation in the flounder *Bothus robinsi*.

## INTRODUCCION

Los peces constituyen ligeramente más de la mitad del total de 48,170 especies vivientes de vertebrados (Nelson, 1994). Se estima que existen cerca de 24,618 especies de peces y 23,550 de tetrápodos y se calcula que puede llegar a sumar cerca de 28,500 especies de peces vivientes.

La diversidad conocida de especies vivientes de peces excede la de los taxa fósiles conocidos. Se cuentan 57 órdenes de peces vivientes, con 482 familias, 4,258 géneros y 24,618 especies.

De acuerdo con el criterio adoptado por Nelson (1994), los Vertebrata se dividen en las dos superclases: Agnatha y Gnathostomata.

La superclase Agnatha, caracterizada por la ausencia de mandíbulas, de aletas pélvicas y de centros vertebrales, y con uno o dos canales semicirculares verticales en cada oído interno, el esqueleto de las branquias fusionado al neurocráneo, las aberturas branquiales en forma de poros mas que de hendiduras y la mayoría con exoesqueleto, se divide en las clases Myxini, Pteraspidomorphi y Cephalaspidomorphi. Anteriormente se consideraba la clase Cyclostomata, que comprendía los Myxiniformes (peces bruja) y los Petromyzontiformes (lampreas); y la clase Ostracodermi, que incluía los agnatos fósiles.

La Clase Gnathostomata se caracteriza por tener mandíbulas, huesos endocondrales, pares de miembros, tres canales semicirculares, centros vertebrales, arcos branquiales no fusionados al neurocráneo, las branquias abiertas al exterior mediante hendiduras o abertura opercular, y el exoesqueleto óseo rara vez presente. Dentro de esta clase se encuentran según Nelson (1994), las clases Placodermi, Chondrichthyes, Acanthodii, Sarcopterygii y Actinopterygii. Antes se agrupaban a los sarcopterigios y los actinopterigios en la clase Osteichthyes.

De los Agnatha con representantes actuales se encuentran los Myxini y los Cephalaspidomorphi. De los Myxiniformes se reconoce a la familia Myxinidae con 6 géneros y 43 especies. De los Cephalaspidomorphi se reconoce a los Petromyzontiformes o "lampreas", con 6 géneros y 41 especies vivientes.

De las clases de Gnathostomata con representantes actuales, los Chondrichthyes incluyen 10 órdenes, 45 familias, 170 géneros y cerca de 846 especies vivientes; los

Sarcopterygii incluyen 4 géneros y 7 especies vivientes; y los Actinopterygii incluyen 42 órdenes, 431 familias, 4,075 géneros y 23,681 especies vivientes.

Dentro de los Actinopterygii, se encuentra el grupo más numeroso y diverso de todos los vertebrados, los Teleostei, con cerca de 23 637 especies, colocadas en 38 órdenes.

Dentro la alta riqueza de peces de la fauna mexicana se encuentran representantes de los principales grupos taxonómicos. Así de las 4 clases de peces vivientes, solo está ausente la de los Sarcopterygii (celacantos y dipnóos); la clase Cephalaspidomorphi está representada por la única familia de lampreas; de los 9 órdenes de Elasmobranchii están representados 8; de las cuatro subdivisiones de Teleostei, están representadas 3, y de sus 38 órdenes, están representados 30.

Aunque en los vertebrados en general, y los peces en particular, las funciones de excreción y reproducción no tienen nada en común, morfológicamente los sistemas excretor y reproductor están íntimamente asociados (Romer, 1962), debido a que ambos se originan en áreas del mesodermo cercanas entre sí en la cavidad celómica.

Siendo los órganos de excreción los riñones, estos tienen como sus dos funciones principales la excreción y la osmorregulación, mientras que las gónadas producen gametas.

Mientras que los teleósteos excretan amoniaco como producto nitrogenado, el cual es tóxico, los condríctios excretan urea, que es reabsorbida en un segmento del túbulo renal (Lacy & Reale, 1999), con el objeto de ser casi isosmóticos en el mar.

Los peces presentan cuatro estrategias osmorreguladoras (Moyle & Cech, 1988): la primera corresponde a los Myxiniformes o peces bruja, los cuales son marinos y no regulan osmóticamente; la segunda estrategia corresponde a los condríctios marinos, los cuales son isosmóticos; la tercera es la de los teleósteos marinos, los cuales son hiposmóticos, beben agua de mar y excretan el exceso de sales por el epitelio branquial; la cuarta la muestran los teleósteos y condríctios dulceacuícolas, los que son hiperosmóticos y a los que continuamente difunde el agua, la que es excretada como orina diluida por los riñones. Las lampreas las cuales tienen una fase larvaria dulceacuícola y una fase adulta marina, son hiperosmóticas en agua dulce e hiposmóticas en el mar (Morris, 1972).

Las estructuras reproductoras básicas son las gónadas, los ovarios y los testículos, las que producen los ovocitos y los espermatozoides respectivamente. De la unión de estos se inicia una nueva generación.

Ambas gónadas, los ovarios y los testículos son órganos típicamente pareados, que están generalmente suspendidos desde el techo de la cavidad visceral por mesenterios, en estrecha relación con los riñones. Durante la época de reproducción los ovarios se observan como estructuras grandes y amarillentas, que pueden representar del 30% al 70% del peso del cuerpo, mientras que los testículos son órganos blanquecinos que generalmente no rebasan el 12% del peso corporal (Moyle & Cech, 1988). Solo algunas especies son hermafroditas por presentar ovotestis.

Mientras que las diferencias sexuales internas son evidentes, externamente es difícil distinguir el sexo de la mayoría de los teleósteos. Muchos teleósteos son desovadores masivos, que no muestran dimorfismo sexual externo, mientras que en el otro extremo del espectro se encuentran los dimórficos o dicrómicos sexuales, muchos de los cuales tienen estructuras de fertilización.

Los peces presentan numerosos patrones de comportamiento reproductivos, que se pueden clasificar en tres categorías generales (Balon, 1984): los no protectores de los huevos y juveniles (desovadores en sustrato abierto y los que esconden la cría), los protectores (los que seleccionan el sustrato y los que forman nido), y los portadores (externos e internos).

Debido a que las adaptaciones de los huevos, embriones, larvas y juveniles de una especie reflejan el comportamiento reproductivo y ecología de los progenitores, su historia de vida se divide en los períodos embrionario, larvario, juvenil y adulto (Balon, 1984).

Los riñones de los peces en general son descritos por Gerard (1954), Young (1962), Romer (1962) y Lagler y col. (1977). De las lampreas por Morris (1972); los de los condríctios por Lacy y Reale (1999), Gilbert (1973), Castro (1983) y Kobelkowsky (2004b) y los de los teleósteos por Ogawa (1961), Gambaryan (1988) y Kobelkowsky (1999, 2000a).

Aunque son numerosos los trabajos sobre la biología reproductiva de especies de peces, es escasa la literatura sobre la morfología de las gónadas. Las gónadas de los peces en general han sido estudiadas por Gerard (1954), Young (1962), Romer (1962) y Lagler y col. (1977); mientras que las de las lampreas fueron descritas por Hardisty

(1971). Las gónadas de los condríctios en general son descritas por Dodd (1983), Gilbert (1973), Gerard (1954), Castro (1983), Pratt (1988), Castro (1988) y Hamlett (1999) y Kobelkowsky (2004b); en cambio las de los teleósteos son analizadas por Nagahama (1983) y Chiasson (1980). Las gónadas de especies de teleósteos son descritas por Kobelkowsky (1999, 2000a, 2004a, 2004c).

Entre los relativamente numerosos trabajos sobre aspectos histológicos de las gónadas de los teleósteos, se encuentran: Nelson (1975), Grier y col. (1980), Cyrus & Blaber (1984), Garg (1987), Rosenblum (1987), Sadovy & Shapiro (1987), Micale y col. (1987), Grier & Collette (1987), Husinger y col. (1988), De Jong y col. (1989), Seiwald & Patzner (1989), Rasotto y col. (1992), Riel & Greven (1992), Lahnsteiner y col. (1994), Lahnsteiner y col. (1993a), Lahnsteiner y col. (1993b), Rasotto (1993), Stoumboudi y col. (1993), Cinquetti (1997), Grier (2000), Bruslé-Sicard y col. (1994), Suzuki y col. (2000), Barni y col. (2001), Lau & Sadovy (2001), LoNostro y col (2003).

El mayor número de publicaciones sobre aspectos morfológicos de los peces correponden a especies de latitudes holárticas, donde la diversidad de estos vertebrados es baja. Son escasos los trabajos sobre la morfología de especies de peces de la República Mexicana, que por encontrarse en un intervalo latitudinal amplio, su ictiofauna es muy diversa.

Considerando la alta diversidad de peces en México y a la necesidad de proporcionar información de los aspectos macroscópicos del riñón, los ovarios, los testículos y sus sistemas de conductos, que se utilice en los estudios de biología reproductiva, biología pesquera y fisiología renal, el presente estudio pretende exhibir los patrones morfológicos del sistema urogenital y su diversidad.

## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la diversidad morfológica del sistema urogenital y de los caracteres sexuales secundarios de los peces.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

Describir la anatomía de los riñones y de su sistema de conductos de las especies representativas de los principales taxa de peces.

Interpretar las principales tendencias evolutivas de la forma de los riñones.

Describir la forma de las gónadas y su sistema de conductos de especies representativas de los principales taxa de peces.

Conocer los principales aspectos de la morfología reproductiva de los peces.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Obtención de ejemplares**

Los ejemplares utilizados en este trabajo corresponden a tres categorías:

a) Ejemplares pertenecientes a la Colección de Peces del Laboratorio de Peces, del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

b) Ejemplares colectados en el litoral del Golfo de México y del Océano Pacífico, lagunas costeras de ambos litorales, ríos y lagos, mediante el uso de varias artes de pesca.

c) Ejemplares proporcionados por el Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina del Departamento de Hidrobiología (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa), el Laboratorio de Ictiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (Instituto Politécnico Nacional), Laboratorio de Bentos y Laboratorio de Pesquerías del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (Universidad Nacional Autónoma de México).



## **Preparación de ejemplares**

La mayoría de los ejemplares se fijaron en formaldehído al 10%, previa incisión en el vientre. Se lavaron con agua corriente durante dos días. Se conservaron en alcohol etílico al 70%. La fijación del sistema urogenital de algunas especies se hizo con el fijador de Zamboni.

Para la observación del esqueleto sexual de ejemplares pequeños, se transparentaron con potasa (KOH) al 4% y se tiñeron con Alizarina Roja.

## **Análisis anatómico**

Con el objeto de analizar el sistema urogenital completo, se seleccionaron especies representativas de las clases Cephalaspidomorphi (*Lampetra spadicea* Bean), Chondrichthyes (*Gymnura micrura* (Bloch & Schneider)) y Actinopterygii (*Bairdiella chrysoura* (Lacepède)).

La selección de las especies se hizo con base en su presencia y abundancia en los cuerpos de agua de México. La única especie mexicana de lamprea es *L. spadicea*, la cual es endémica del sistema Lerma-Chapala y es considerada la especie más meridional del hemisferio norte. Debido a la falta de ejemplares de tiburones se seleccionó a la raya *G. micrura* como representante de los condríctios, considernado que aproximadamente el 50 % de las especies de condríctios vivientes son Rajiformes. Esta raya se distribuye desde Bahía de Chesapeake, Estados Unidos hasta Brasil, desde Senegal hasta Congo y desde India hasta Borneo (McEachran & Seret, 1990). Se seleccionó al ronco *B. chrysoura* por tener las características morfológicas generales del orden más grande de osteíctios (Perciformes) y por su amplia distribución geográfica. Se distribuye desde Conecticut hasta el sur de Florida y por las costas del Golfo de México hasta Laguna de Términos, Campeche (Chao, 1978).

Asimismo, se seleccionaron especies que mostraron algún carácter especial relacionado con el sistema urogenital, o con caracteres sexuales secundarios.

Con el objeto de exponer el sistema urogenital de la lamprea, los tiburones y las rayas, se retiró la piel y la musculatura del piso de la cavidad visceral. Se seccionó transversalmente tanto el esófago como el recto, con el objeto de retirar el sistema digestivo.

Asimismo, con el objeto de exponer el sistema urogenital de los osteíctios comprimidos, se retiró la pared izquierda del cuerpo, mediante el siguiente procedimiento:

Se descamó el costado izquierdo del cuerpo, desde el opérculo hasta el inicio de la aleta anal.

Se retiraron la piel y la musculatura axial hasta descubrir las costillas epipleurales y pleurales.

Se desarticularon ambos tipos de costillas y se retiró el peritoneo parietal, descubriéndose así la cavidad visceral.

En los osteóctios que mostraron la ubicación de los riñones desde la base del neurocráneo, se les aplicó además el siguiente procedimiento:

Se retiró el opérculo izquierdo con el objeto de descubrir las branquias.

Se quitaron las laminillas branquiales, los músculos dorsales, las arterias branquiales eferentes y el nervio vago, con el objeto de exponer los lóbulos renales anteriores.

Se desprendió el ligamento de Baudelot, de su inserción al cleitrum, para retirar la cintura escapular y su musculatura.

Se retiró el sistema digestivo mediante una sección seccionando transversal tanto del esófago y el recto y, cortando los mesenterios y los vasos sanguíneos que salen y entran a este sistema. La vejiga natatoria se retiró desprendiéndola de su anclaje a la columna vertebral o a las costillas pleurales, y seccionando además el conducto neumático en los teleósteos inferiores.

La toma de medidas se realizó mediante el uso de un calibrador Helios de carátula con precisión de 0.2 mm.

### **Análisis histológico**

En ciertas especies se practicó la técnica histológica en riñones y en gónadas, para lo cual se fijaron en el campo los órganos con Formaldehído al 10% o con solución de Zamboni Modificado.

### **Descripción anatómica**

Con el objeto de ubicar topográficamente a los riñones, las gónadas, y los correspondientes conductos, se describió la esplanología de las especies representativas de cada clase (*Lampetra spadicea*, *Gymnura micrura* y *Bairdiella chrysoura*).

En dichas especies se establecieron las relaciones morfológicas de los riñones y de las gónadas con el esqueleto, la musculatura, el sistema digestivo, y con la vejiga natatoria en el caso de presentar este órgano.

Asimismo, se describió la organografía de la cavidad visceral en las especies con modificaciones importantes con relación a las especies representativas, como las notablemente deprimidas, comprimidas o anguiliformes.

Se describió la forma general de los riñones y las gónadas en sus aspectos lateral y ventral y en algunos casos en sección transversal.

Se describieron los conductos urinarios y reproductores, así como también las estructuras anexas, tales como vejiga urinaria, glándulas seminales, músculos y vasos sanguíneos.

### **Ilustraciones**

Las ilustraciones se hicieron principalmente mediante el uso de un tubo de dibujo o cámara lúcida acoplada a un microscopio estereoscópico Leica Wild M3Z. En algunos casos se tomaron fotografías de estructuras mediante una cámara fotográfica de 35 mm acoplada al microscopio estereoscópico.

A partir de las imágenes de la cámara lúcida o de las fotografías se obtuvieron los principales rasgos de las estructuras anatómicas, trazándolos a lápiz sobre papel vegetal (albanene). La definición de los detalles de las estructuras se hizo observando directamente el órgano, a simple vista o bajo el microscopio. A continuación se entintaron los detalles, con un estilógrafo Staedtler.

Los dibujos entintados se transfirieron a una computadora personal mediante un scanner Epson Pefection 636, a archivos tiff. Los nombres de las partes se adicionaron mediante un programa Imaging.

### **Especies examinadas**

El análisis anatómico de los sistemas excretor, reproductor femenino y reproductor masculino, se realizó en un número (anotado en la lista de especies, delante del nombre) variable de ejemplares, de acuerdo con la constancia observada de la morfología de las estructuras, y de la disponibilidad de los especímenes.

Considerando a los Teleostei como el grupo de mayor riqueza de especies, se analizaron representantes de los

principales superórdenes, de acuerdo con el siguiente diagrama, modificado de Nelson (1994):

Se analizaron 928 ejemplares correspondientes a 76 especies, las cuales se ordenan taxonómicamente bajo el criterio de Nelson (1994):

**Clase Cephalaspidomorphi**

Orden Petromyzontiformes

*Lampetra spadicea* Bean (Petromyzonidae) (10)

**Clase Chondrichthyes**

Orden Carcharhiniformes

*Carcharhinus longimanus* (Poey) (Carcharhinidae) (3)

*Carcharhinus* sp. (Carcharhinidae) (1)

Orden Rajiformes

*Raja texana* Chandler (Rajidae) (10)

*Dasyatis sabina* (LeSueur) (Dasyatidae) (20)

*Urotrygon chilensis* (Urolophidae) (20)

*Gymnura micrura* (Bloch) Gymnuridae) (20)

**Clase Actinopterygii**

Orden Elopiformes

*Elops saurus* Linnaeus (Elopidae) (5)

Orden Anguilliformes

*Ophichthus gomesi* (Castelnau) (Ophichthidae) (2)

Orden Clupeiformes

*Harengula jaguana* Poey (Clupeidae) (10)

*Brevoortia patronus* Goode (Clupeidae) (30)

*Dorosoma cepedianum* (LeSueur) (Clupeidae) (10)

*Anchoa mitchilli* (Valenciennes) (Engraulidae) (30)

*Cetengraulis edentulus* (Cuvier) (Engraulidae) (10)

Orden Cypriniformes

*Notropis boucardi* (Cyprinidae) (5)

*Cyprinus carpio* (Cyprinidae) (5)

*Megalobrama amblycephala* (Cyprinidae) (10)

Orden Characiformes

*Astyanax fasciatus* (Characidae) (30)

*Brycon guatemalensis* (Characidae) (6)

*Bramocharax dorioni* (Characidae) (3)

Orden Siluriformes

*Ictalurus balsanus* (Ictaluridae) (30)

*Ictalurus punctatus* (Ictaluridae) (6)

*Cathorops melanopus* (Gunther) (Ariidae) (20)

*Ariopsis felis* (Mitchill) (Linnaeus) (Ariidae) (20)

*Bagre marinus* (Mitchill) (Ariidae) (10)

*Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae) (5)

Orden Salmoniformes

*Onchorhynchus mykiss* (Salmonidae) (2)

Orden Aulopiformes

*Synodus foetens* (Linnaeus) (Synodontidae) (5)

Orden Batrachoidiformes

*Opsanus beta* Goode & Bean (10)

*Porichthys porosissimus* (Valenciennes) (10)

Orden Lophiiformes

*Ogcocephalus radiatus* (Mitchill) Ogcocephalidae) (5)

Orden Mugiliformes

*Mugil cephalus* Linnaeus (Mugilidae) (10)  
*Mugil curema* Valenciennes (Mugilidae) (10)

Orden Atheriniformes

*Chirostoma humboldtianum* (Atherinopsidae) (10)  
*Membras vagrans* (Valenciennes) (Atherinopsidae) (10)  
*Menidia beryllina* (Cope) (Atherinopsidae) (10)

Orden Beloniformes

*Strongylura marina* (Walbaum) (Belonidae) (10)  
*Strongylura notata* (Poey) (Belonidae) (10)  
*Strongylura timucu* (Walbaum) (Belonidae) (10)  
*Hyporhamphus roberti* (Valenciennes) (Hemirhamphidae) (6)

Orden Cyprinodontiformes

*Gambusia regani* Hubbs (Poeciliidae) (30)  
*Gambusia affinis* (Baird & Girard) (Poeciliidae) (10)  
*Poeciliopsis infans* (Poeciliidae) (20)  
*Belonesox belizanus* Kner (Poeciliidae) (6)  
*Goodea atripinnis* Jordan (Goodeidae) (40)

Orden Gasterosteiformes

*Syngnathus scovelli* (Evermann & Kendall) (Syngnathidae) (40)

Orden Synbranchiformes

*Synbranchus marmoratus* (Synbranchidae) (2)

Orden Scorpaeniformes

*Scorpaena plumieri* Bloch (Scorpaenidae) (2)  
*Prionotus evolans* (Linnaeus) (Triglidae) (4)  
*Prionotus maculatus* (Triglidae) (4)

Orden Perciformes

*Centropomus undecimalis* (Bloch) (Centropomidae) (10)  
*Micropterus salmoides* (Centrarchidae) (5)  
*Lutjanus griseus* (Linnaeus) (Lutjanidae) (20)  
*Eugerres plumieri* (Cuvier) (Gerreidae) (10)  
*Eucinostomus argenteus* Baird & Girard (Gerreidae) (10)  
*Diapterus auratus* Ranzani (Gerreidae) (10)  
*Gerres cinereus* (Walbaum) (Gerreidae) (10)  
*Conodon nobilis* (Haemulidae) (2)  
*Bairdiella chrysoura* (Lacepède)(Sciaenidae) (20)  
*Bairdiella ronchus* (Cuvier & Valenciennes)(Sciaenidae) (20)  
*Stellifer lanceolatus* (Holbrook)(Sciaenidae) (10)  
*Scinoscion nothus* (Holbrook) (Sciaenidae) (4)  
*Menticirrhus americanus* (Linnaeus) (Sciaenidae) (4)  
*Micropogonias undulatus* (Linnaeus) (Sciaenidae) (6)  
*Petenia splendida* (Cichlidae) (6)  
*Thalassoma lucasanum* (Labridae) (2)  
*Gobionellus hastatus* Girard (Gobiidae) (10)

Orden Pleuronectiformes

*Bothus robinsi* Jutare (Bothidae) (70)  
*Citharichthys spilopterus* Gunther (Paralichthyidae) (40)  
*Syacium papillosum* (Linnaeus) (Paralichthyidae) (5)  
*Achirus lineatus* (Linnaeus) (Achiridae) (20)  
*Trinectes maculatus* (Bloch & Schneider) (Achiridae) (20)  
*Gymnachirus texae* (Gunther) (Achiridae) (20)  
*Symphurus plagiusa* (Linnaeus) (Cynoglossidae) (20)  
*Symphurus civitatus* Ginsburg (Cynoglossidae) (5)

## RESULTADOS

### Relaciones topográficas del riñón

#### Cephalaspidomorphi

La cavidad visceral de la lamprea *Lampetra spadicea* es alargada, angosta (Fig. 1) y de sección ovalada. Está ocupada por el sistema urogenital y por el sistema digestivo. Este está constituido por el hígado y el intestino, sin formarse estómago.

En el adulto de *L. spadicea* los riñones son órganos alargados, fijados al techo de la cavidad visceral, correspondiendo el primer tercio al pronefros (Figura 2 a), y el resto al mesonefros (Fig. 2 b). Ventralmente al pronefros y entre los dos mesonefros se localizan las gónadas.

El mesonefros de *L. spadicea* está formado por dos riñones acintados. Cada mesonefros lleva en su borde inferior el conducto arquinéfrico. Ambos conductos arquinéfricos se continúan hacia atrás hasta conectarse a la papila urogenital, que sobresale ligeramente de la cloaca.

#### Chondrichthyes

La cavidad visceral de la raya mariposa *Gymnura micrura* es dorsoventralmente aplanada y tiene un aspecto ventral ovalado (Fig. 4). Está anteriormente delimitada por el septo transversal y la amplia barra coracoides de la cintura escapular; lateralmente está delimitada por los cartílagos metapterigios de las aletas pectorales; y posteriormente termina más atrás de la barra isquípública de la cintura pélvica.

El mayor volumen de la cavidad visceral lo ocupa el tracto digestivo con sus glándulas anexas, y en segundo término el sistema urogenital, el cual es de carácter pareado.

Los dos riñones se encuentran extraperitonealmente en el techo de la parte posterior de la cavidad visceral, a ambos lados de la columna vertebral (Fig. 5 c). Son aplanados, de forma triangular y de aspecto multilobular (Figs. 6, 7).

La superficie del borde interno está modificada principalmente por el paso de los oviductos en las hembras y de los conductos deferentes en los machos. Asimismo, el riñón derecho tiene la impresión del intestino espiral.

Los numerosos conductos urinarios parten de los lóbulos renales y finalmente se unen a un solo conducto urinario accesorio, ubicado en el borde medial del riñón (Figs. 6 c, 7 c).

Los dos conductos urinarios accesorios se continúan hacia atrás para alcanzar la cloaca, donde se abren en las hembras, en dos pequeñas papilas urinarias (Fig. 6 d), mientras que en los machos se abren mediante una sola abertura en el extremo de la papila urogenital (Fig. 7 d, e). Tanto las papilas urinarias como la urogenital se ubican en el techo de la cloaca.

### Actinopterygii

En el ronco *Bairdiella chrysoura* la mayor parte de la cavidad visceral está ocupada por la vejiga natatoria (Fig. 8). Ventralmente a ésta se ubican el tracto digestivo de tipo carnívoro, el hígado, el bazo y las gónadas. Las gónadas se localizan ventral a la cámara posterior de la vejiga natatoria y dorsal al intestino. En los machos se desarrollan los llamados músculos sonoríferos (Fig. 8 a), que cubren gran parte de la cámara posterior de la vejiga natatoria.

Los riñones son extraperitoneales y están colocados desde la parte posteroventral del neurocráneo, discurriendo ventralmente a las vértebras precaudales, hasta el primer arco hemal y el primer pterigióforo anales.

La vejiga natatoria se encuentra dividida por una constricción o diafragma en una cámara posterior, grande y terminada en punta, y una cámara anterior, pequeña, dividida en dos lóbulos laterales (Figs. 8, 9, 10).

Ambos riñones, izquierdo y derecho se fusionan en gran parte de su longitud, dejando por delante los llamados lóbulos renales anteriores (Fig. 10 b).

La separación de ambos lóbulos renales es debida al paso de los músculos *retractores dorsales* de las branquias, que se originan en los huesos faringobranquiales y se insertan en las primeras vértebras (Fig. 9B a). La separación de los lóbulos es incrementada por una serie de modificaciones de las primeras cuatro vértebras y del hueso basioccipital, que sirven de anclaje de la vejiga natatoria (Fig. 10 b). La presencia de los dos lóbulos de la cámara anterior de la vejiga natatoria, imprime en el plano vertical una notable curva a ambos lóbulos renales anteriores.



La forma de los riñones también es afectada por los siguientes factores: la presencia de los músculos dorsales de las branquias (*levatores interni* y *levator posterior*) que imprimen algunas concavidades laterales al lóbulo renal (Fig. 9 a); la posición del ganglio del nervio vago y sus ramas; el paso de los músculos *retractores dorsales* de las branquias, que marcan a los lóbulos renales unas escotaduras amplias hacia adentro (Fig. 10); las primeras dos costillas epipleurales determinan pequeños lóbulos (Figs. 9 b, c, d); el ligamento de Baudelot (Fig. 9 a), que sujeta al cleitrum y que marca una escotadura en la porción más delgada de cada lóbulo renal; los procesos transversos de las vértebras 2 y 3, los bordes de la vértebra 4 y del canal hemal de la vértebra 5, determinan ciertas ondulaciones del riñón (Fig. 10 b).

El resto del riñón, el cual es el resultado de la fusión de los órganos izquierdo y derecho, adquiere la forma del espacio que proporcionan las vértebras precaudales y de la primera caudal. En los bordes del riñón se notan pequeñas escotaduras, correspondientes a los procesos transversos.

Los conductos arquinéfricos se ubican en ambos bordes del riñón y se desprenden del extremo posterior de éste, descienden diagonalmente rodeando a cada lado la cámara posterior de la vejiga natatoria, hasta unirse con la vejiga urinaria (Fig. 8 b).

La vejiga urinaria forma dos lóbulos anteriores sobre las gónadas (Fig. 56 c), de los cuales generalmente el derecho es más largo. Asimismo, la vejiga se extiende posteriormente en forma triangular.

En la hembra se forma el conducto urinario común a partir del piso de la vejiga urinaria (Fig. 56 k). Dicho conducto se abre al exterior mediante una papila urinaria, inmediatamente detrás del orificio genital. En el macho, un orificio en el piso de la vejiga urinaria comunica mediante una papila al conducto urogenital (Fig. 56 l), que a su vez se abre al exterior por la papila urogenital.

La entrada de la vena caudal al riñón se hace al nivel de la última vértebra precaudal. Las venas cardinales posteriores izquierda y derecha recorren hacia delante los correspondientes lóbulos renales, y se unen con las venas cardinales anteriores en la parte inferior de cada lóbulo, formando las venas cardinales comunes izquierda y derecha. Estas a su vez se unen al seno venoso del corazón. La vena cardinal posterior derecha se observa más desarrollada (Fig. 10 b).

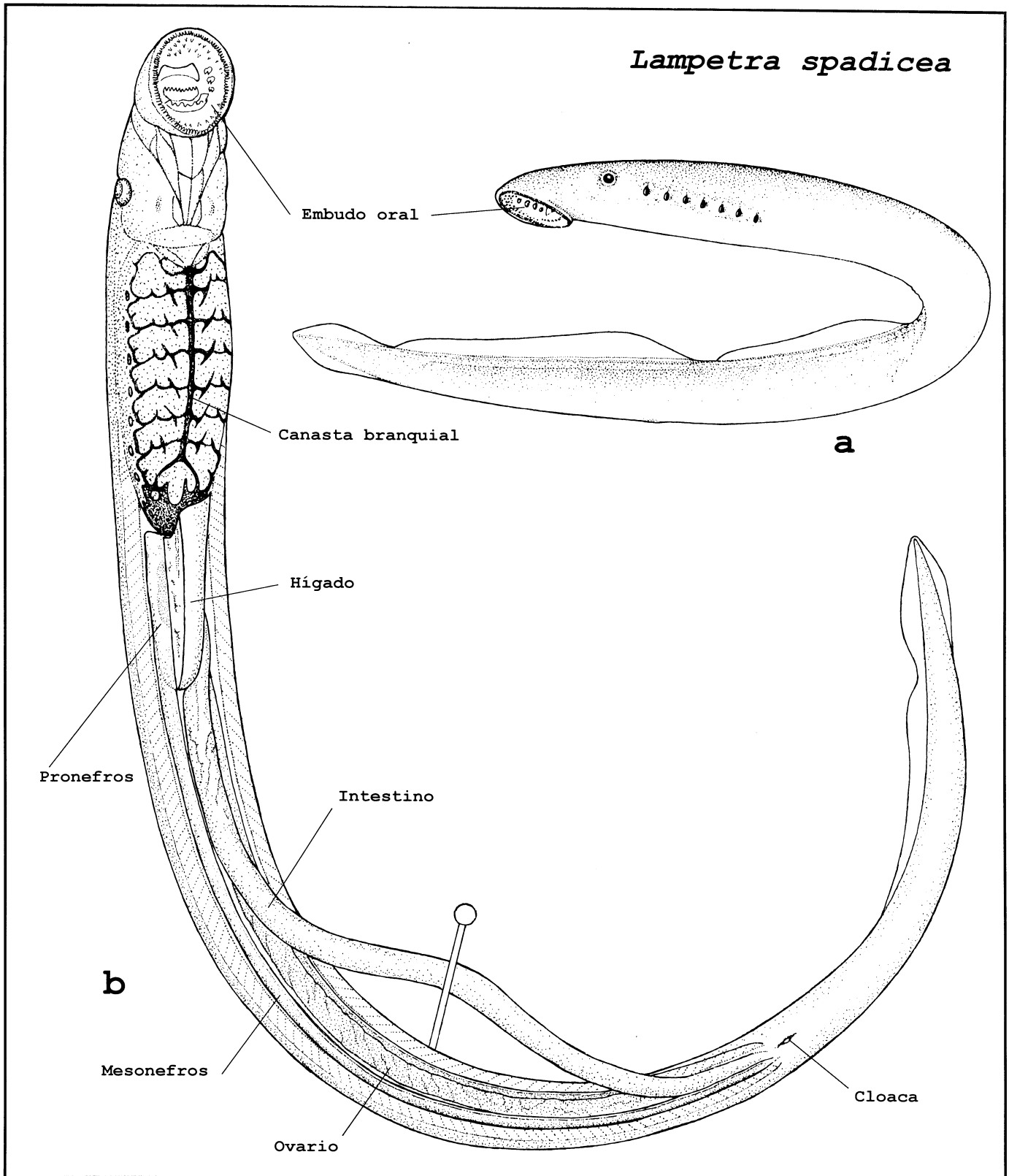


Figura 1. Organografía de la cavidad visceral de *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae).

*Lampetra spadicea*

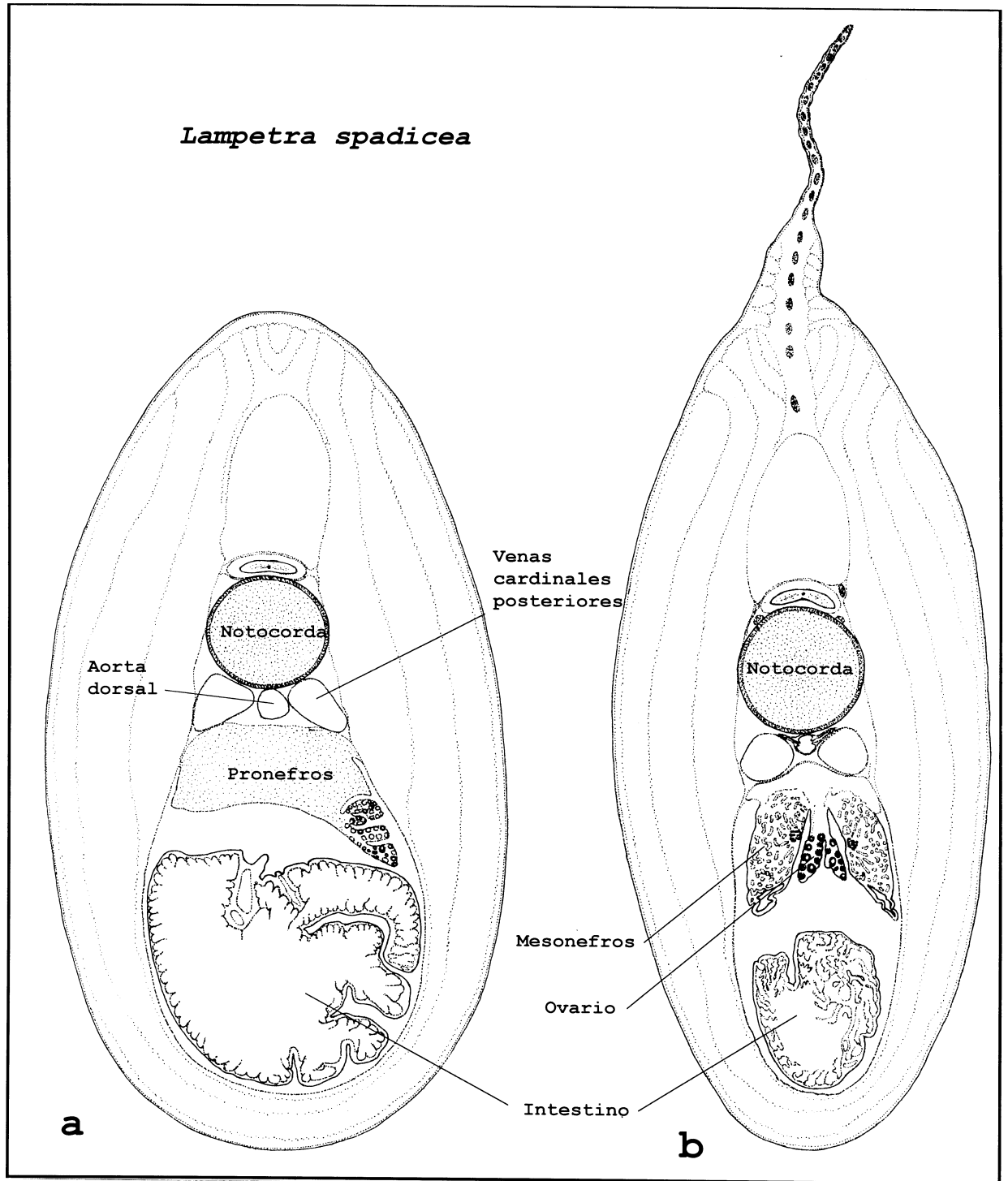


Figura 2. Cortes transversales de *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae). a) Al nivel del pronefros. b) Al nivel del mesonefros.

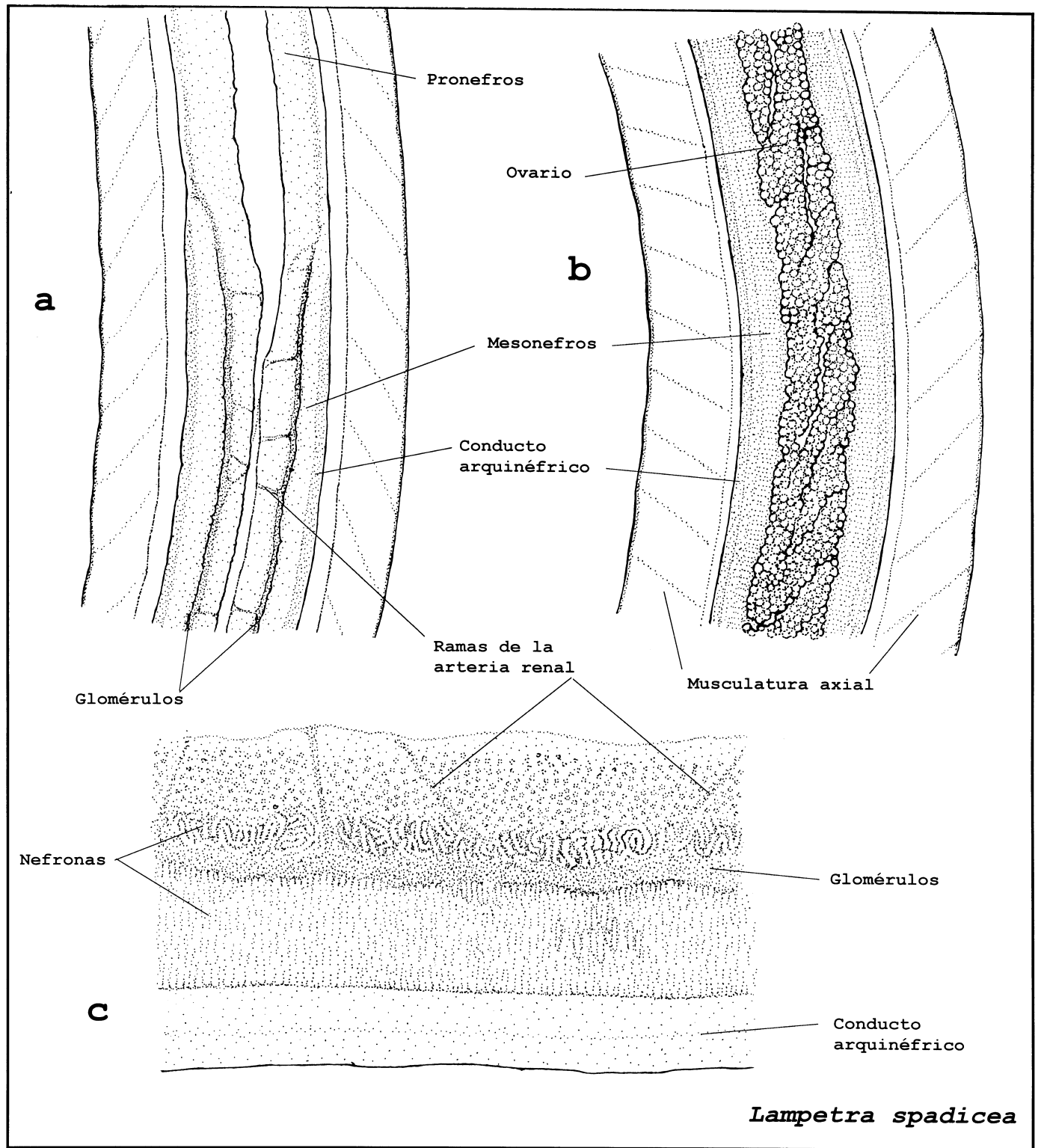


Figura 3. Riñones de *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae).  
 a) Vista ventral de la transición entre pronefros y mesonefros. b) Vista ventral del mesonefros y el ovario. c) Vista lateral interna del mesonefros.

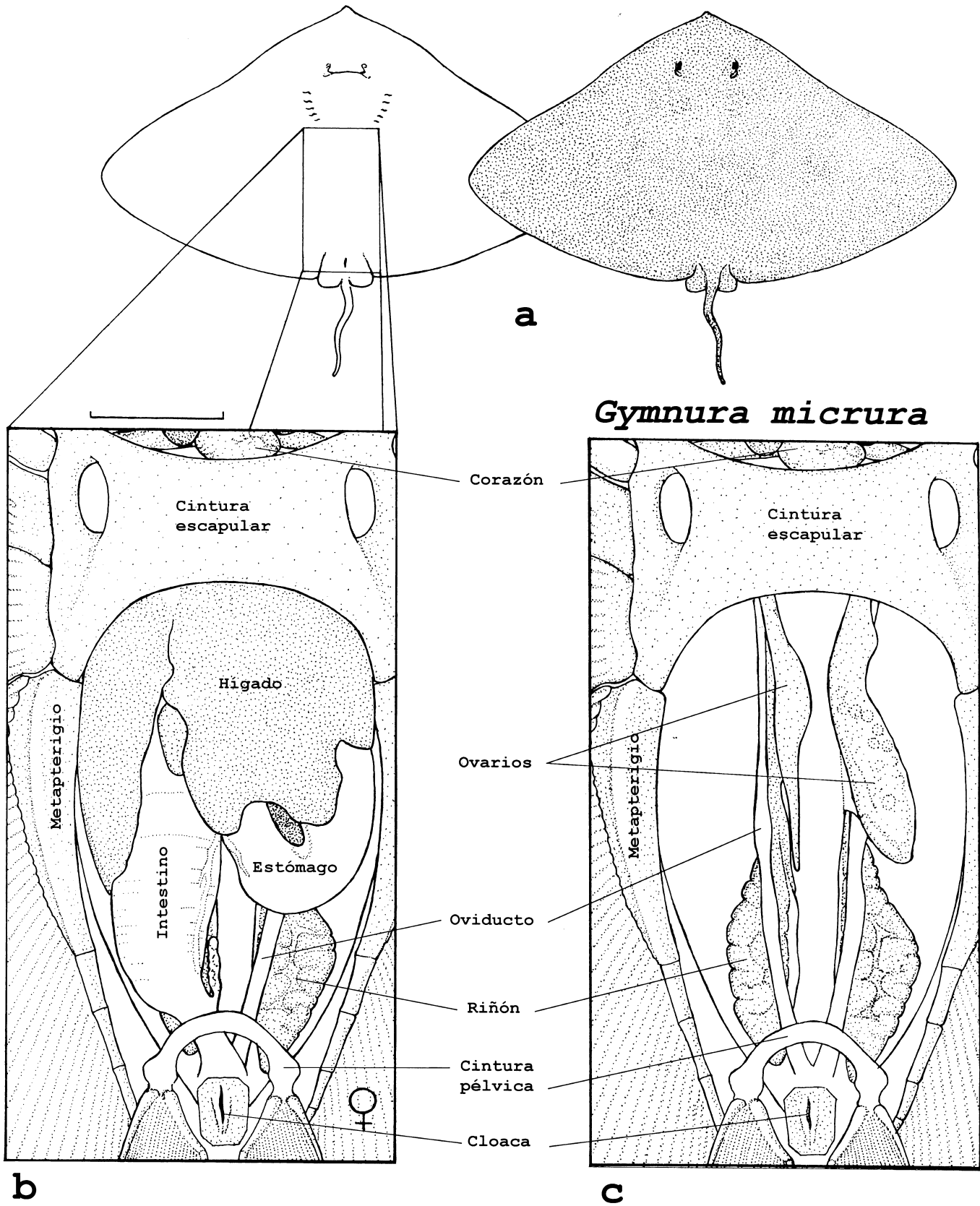


Figura 4. Organografía de la cavidad visceral de *Gymnura Micrura* (Gymnuridae). a) Vista ventral y dorsal del cuerpo. b) Vista ventral de la cavidad visceral. c) Aspecto del sistema urogenital.

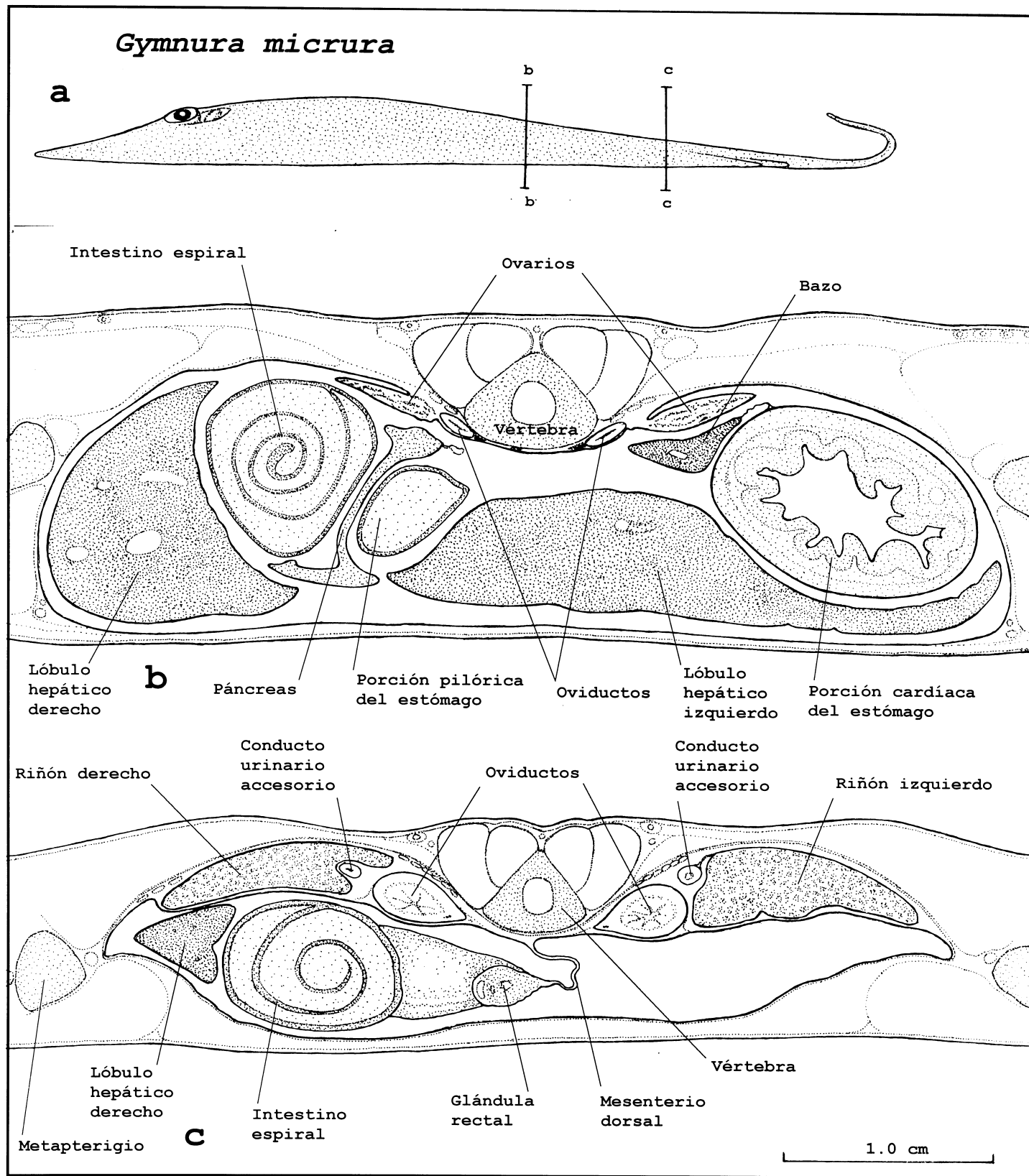


Figura 5. Organografía de la cavidad visceral de *Gymnura Micrura* (Gymnuridae). a) Localización de los cortes transversales: b) Sección b-b. c) Sección c-c.

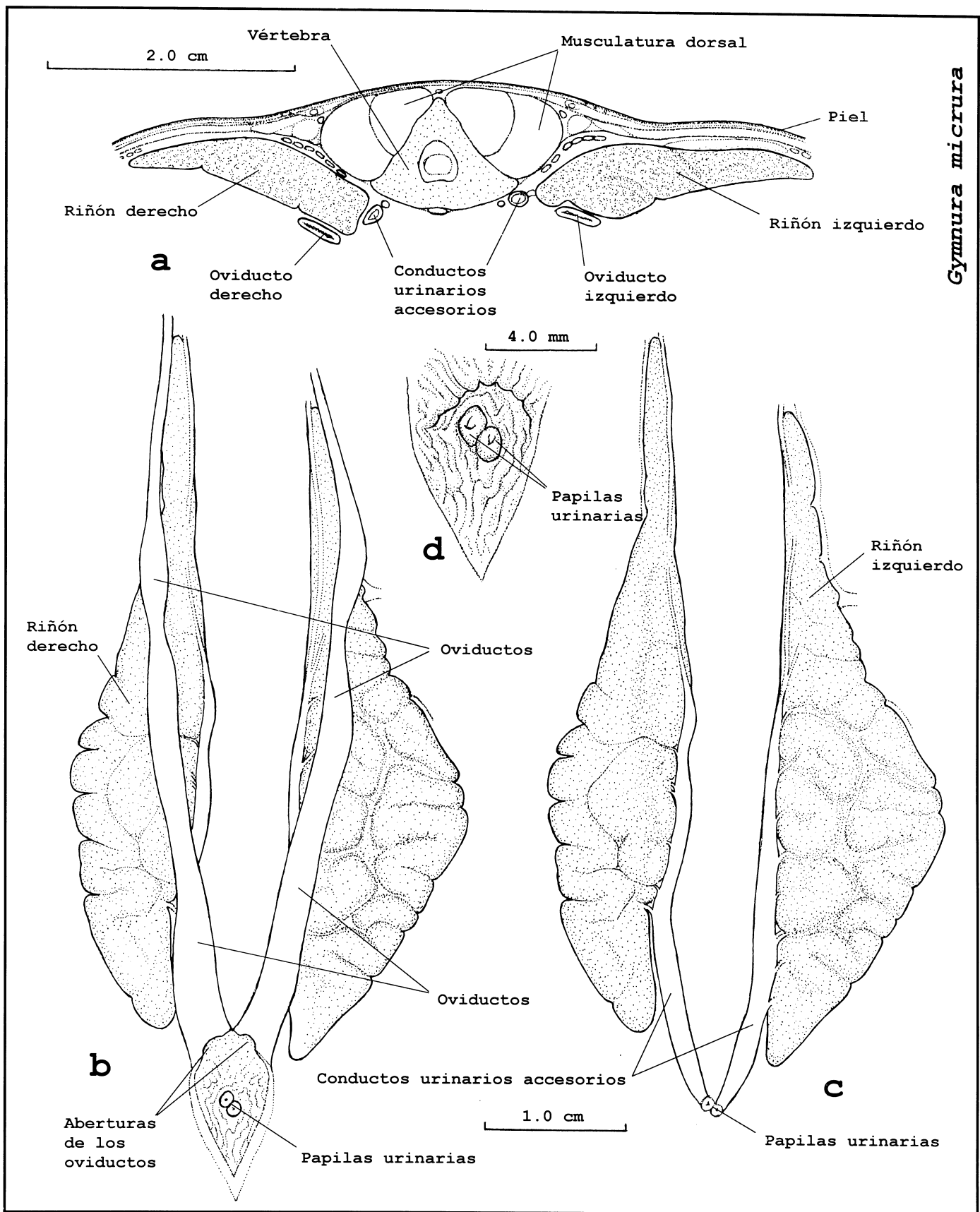


Figura 6. Morfología de los riñones de la hembra de *Gymnura micrura* (Gymnuridae). a) Corte transversal de parte del techo de la cavidad visceral. b) Vista ventral de los riñones y oviductos. c) Vista ventral de los riñones. d) Techo de la cloaca.

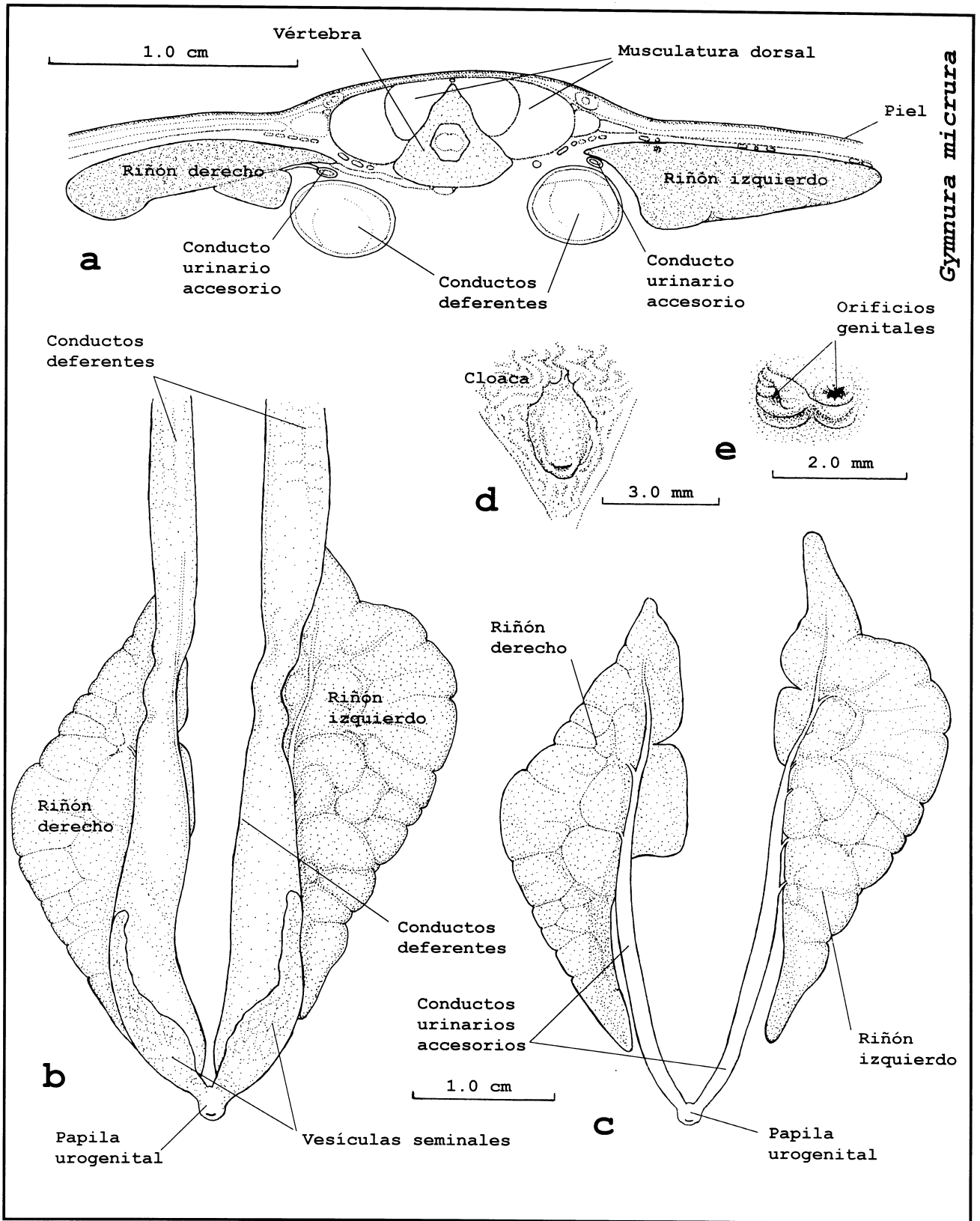


Figura 7. Morfología de los riñones del macho de *Gymnura Micrura* (Gymnuridae). a) Corte transversal de parte del techo de la cavidad visceral. b) Vista ventral de los riñones y conductos deferentes. c) Vista ventral de los riñones. d) Techo de la cloaca.



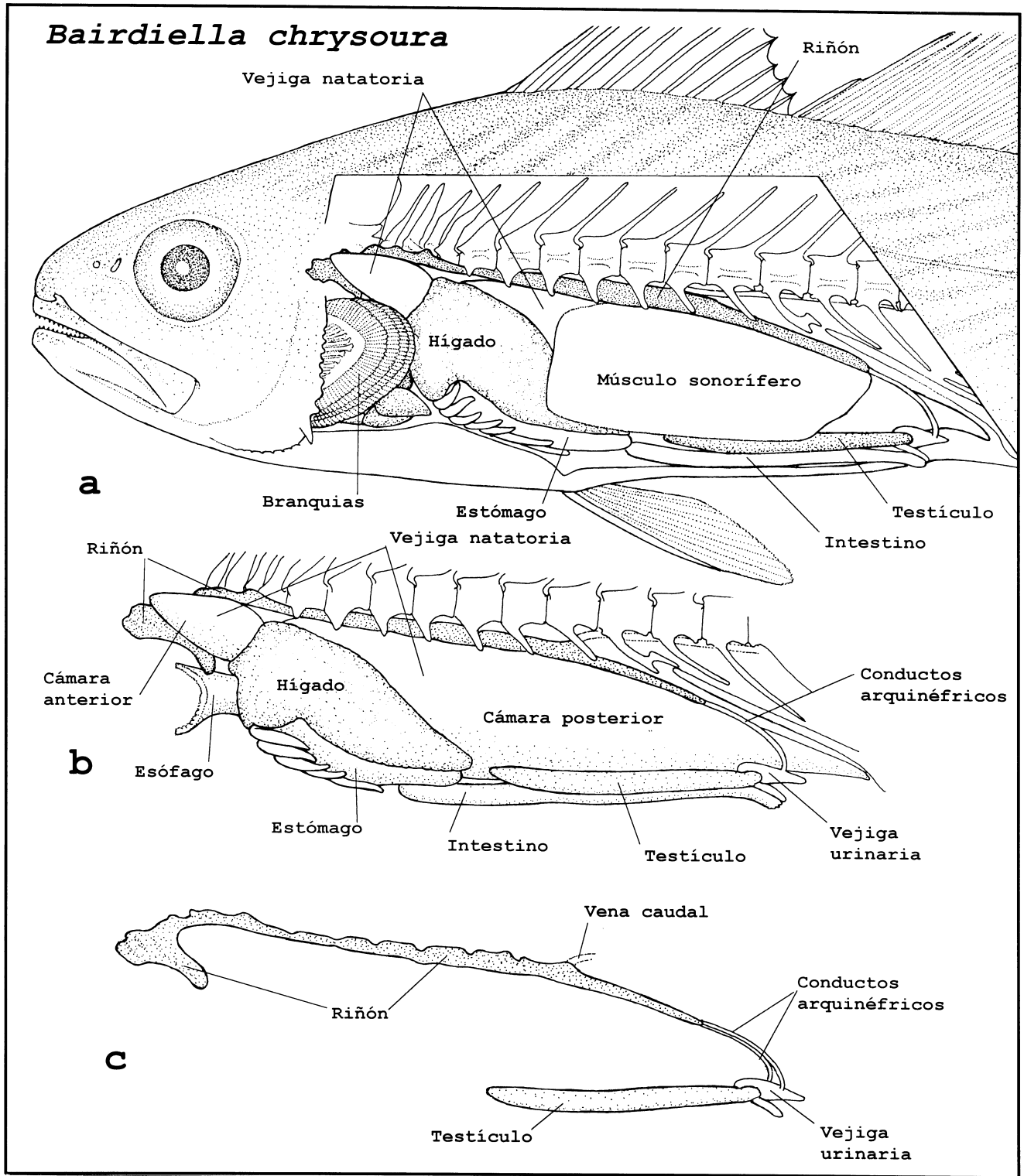
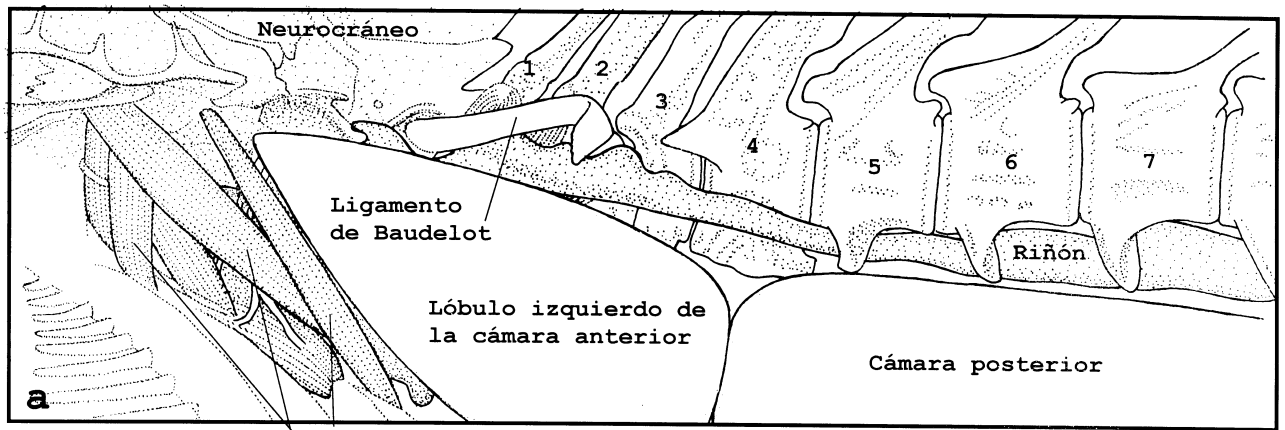


Figura 8. Organografía de la cavidad visceral del macho de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Organografía de la cavidad visceral en vista lateral. b) Aspecto de los órganos al retirar el músculo sonorífero. c) Sistema urogenital.



Levatores anteriores Levator posterior Retractores dorsales

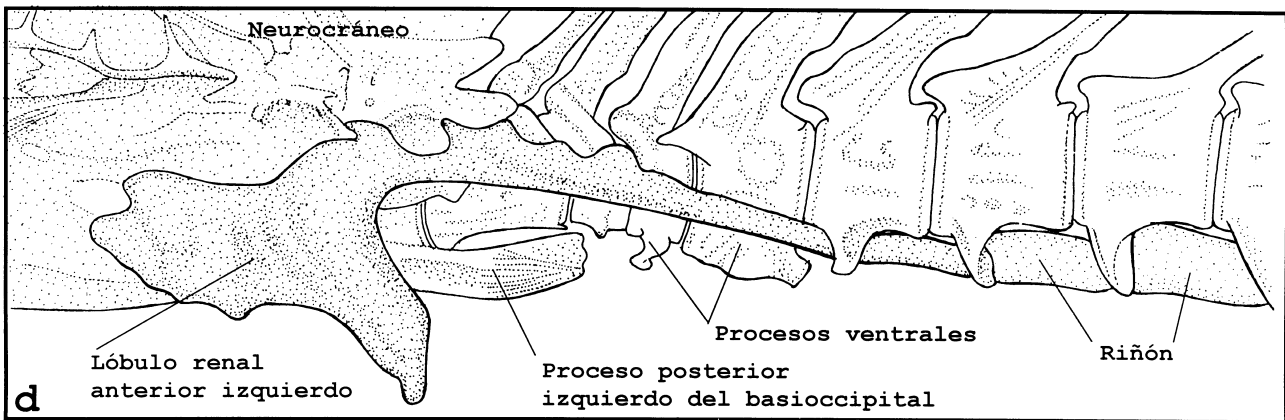
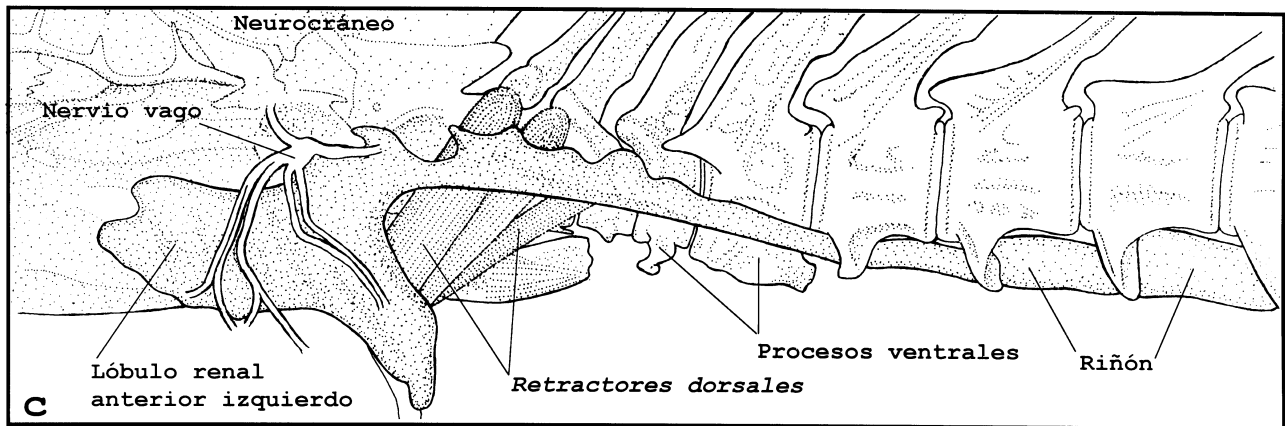


Figura 9. Relaciones topográficas de la parte anterior del riñón de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Aspecto al retirar la pared del cuerpo. b) Aspecto al retirar los músculos dorsales de las branquias. c) Aspecto al retirar la vejiga natatoria. d) Aspecto al retirar los músculos retractores dorsales y el vago.

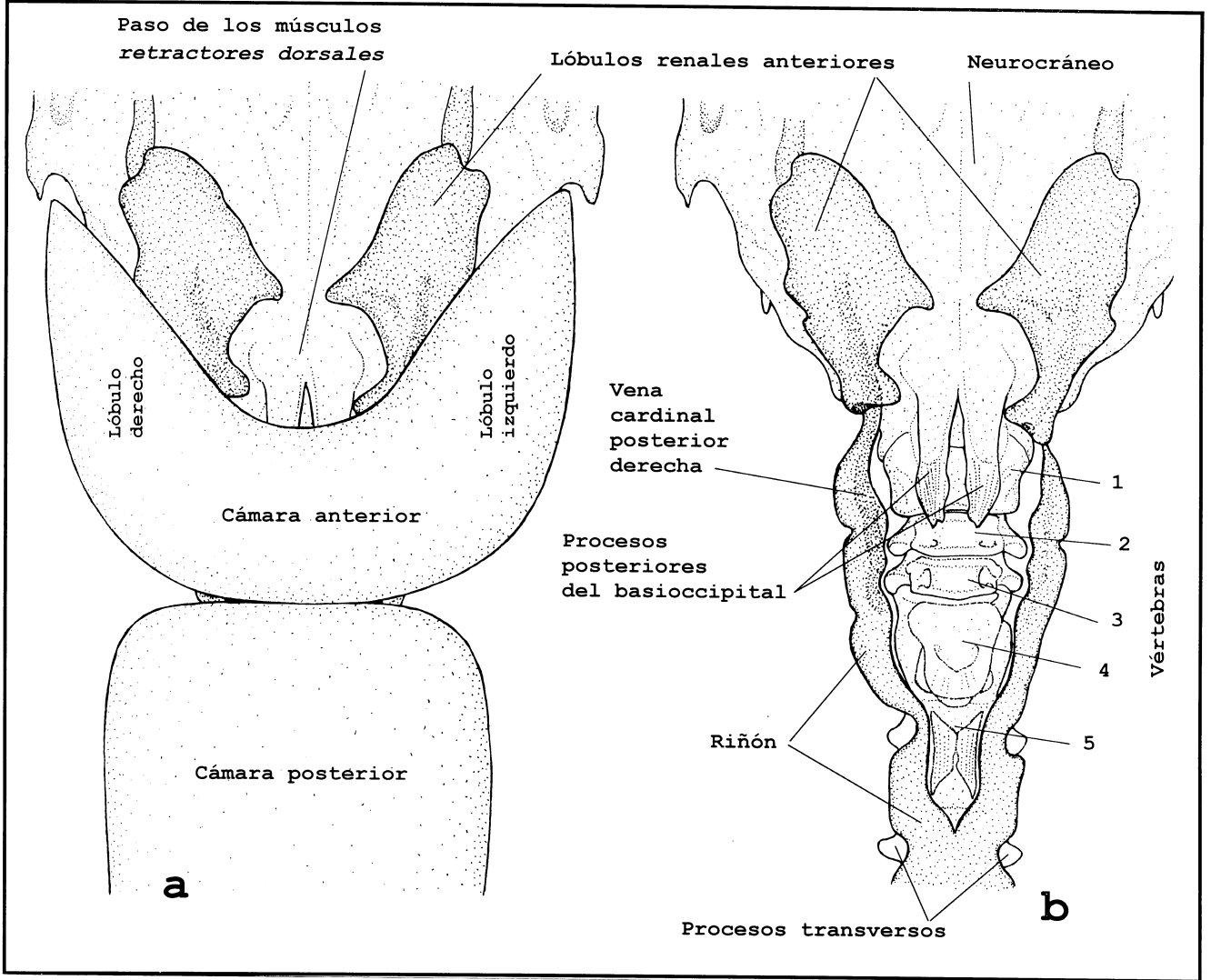


Figura 10. Relaciones topográficas del riñón y la vejiga natatoria de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Vista ventral de la parte anterior de la vejiga natatoria, los lóbulos renales y la región basal del neurocráneo. b) Aspecto al retirar la vejiga natatoria.

## **Diversidad morfológica de los riñones**

### **PRONEFROS**

El adulto de la lamprea *Lampetra spadicea* conserva el riñón pronéfrico, localizado en el primer tercio del techo de la cavidad visceral (Fig. 1). Es un solo cuerpo de tejido linfoide, que no presenta conductos (Fig. 2 a). Se continúa hacia atrás con los riñones mesonéfricos (Fig. 3 a).

### **MESONEFROS**

El resto de las especies de peces, tanto condríctios como osteíctios exclusivamente presentan riñones mesonéfricos, cuya diversidad morfológica se describe a continuación.

### **Multilobulados**

En las rayas *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina*, *Raja texana*, *Narcine brasiliensis* y *Gymnura micrura* los dos riñones se encuentran en el techo de la parte posterior de la cavidad visceral, a ambos lados de la columna vertebral. Son aplanados y de forma triangular. Su aspecto es multilobular (Fig. 13 b), con excepción de los de *Raja texana*, en la cual son de aspecto uniforme o liso (Fig. 13 a).

### **Riñones separados**

El riñón izquierdo se encuentra completamente separado del riñón derecho en todas las especies examinadas de Petromyzontiformes (Figs. 2 b, 3) y de Rajiformes, así como también en algunas especies de Teleostei como *Diodon hystrix* (Diodontidae) (Fig. 14), *Gambusia regani* (Poeciliidae) y *Ogcocephalus radiatus* (Ogcocephalidae).

En *G. regani* están colocados encima y a los lados del esófago. Del extremo posterior de cada riñón parte un conducto arquinéfrico que ventralmente recorre las vértebras precaudales y descienden hasta alcanzar la vejiga urinaria. En el macho los conductos arquinéfricos, descienden adosados al ligamento suspensorio y al complejo gonactinostal.

En *O. radiatus* los riñones están colocados en una posición notablemente anterior, a los lados de los músculos retractores dorsales de las branquias, que a su vez están a los lados de la columna vertebral. Los conductos

arquinéfricos corren a los lados de la columna vertebral hasta unirse con una amplia vejiga urinaria.

En *D. hystrix* (Fig. 14) los riñones son notablemente planos y están colocados a los lados de la columna vertebral. Cada riñón tiene la superficie ventral cóncava, la cual coincide con la superficie convexa de la pared del cuerpo y de un lóbulo anterior de la vejiga natatoria. Entre los lóbulos anteriores de la vejiga natatoria pasan los músculos retractores dorsales de las branquias. Cada conducto arquinéfrico parte de cerca del extremo posterior del riñón. Ambos conductos arquinéfricos pasan ventralmente a la musculatura caudal modificada, se encuentran en su parte posterior y se unen sin comunicar sus lumina, hasta llegar a la vejiga urinaria.

### **Riñones totalmente fusionados**

En los Squaliformes los riñones son alargados y se encuentran ampliamente fusionados entre sí, como en *Carcharhinus longimanus* (Fig. 11) y *Carcharhinus* sp. (Fig. 12). Incluidas en su tejido se encuentran las venas portarrenales (Fig. 11 b) y las venas cardinales posteriores (Figs. 11 a, 12 a).

Ambos riñones se fusionan entre sí en toda su longitud en los peces pipa, *Syngnthus scovelli* (Fig. 38 b), en los cuales la mayor masa renal se encuentra del lado derecho de la columna vertebral y contiene a la vena cardinal posterior derecha. La porción izquierda forma un surco en toda su longitud, en el cual se ubica la aorta dorsal.

En las especies de la familia Characidae, *Astyanax fasciatus* (Figs. 15, 16), *Bramocharax dorioni*, *Collosoma* sp., y *Brycon guatemalensis* ambos riñones se encuentran totalmente fusionados entre sí. Sin embargo, forman lóbulos renales laterales, que hacen contacto con el seno venoso del corazón (Figs. 15 a, 16 b) y desarrollan un lóbulo medio o "lóbulo cefálico" hacia delante por debajo del neurocráneo (Figs. 15, 16).

### **Riñones ampliamente fusionados y discontinuos**

En *Goodea atripinnis* (Fig. 17) la mayor masa del riñón constituye los lóbulos renales, separados entre sí por los músculos *retractores dorsales*. La aorta dorsal atraviesa la porción media del riñón y se coloca en el lado izquierdo de los centros vertebrales. Cada lóbulo renal tiene una punta orientada hacia atrás.

### **Riñones fusionados en sus dos últimos tercios**

Ambos riñones se fusionan entre sí en sus dos últimos tercios o más, quedando el resto formando los lóbulos renales anteriores, separados por los músculos *retractores dorsales* de las branquias (Fig. 10). Esta situación morfológica se encuentra en las siguientes especies examinadas:

*Centropomus undecimalis* (Centropomidae)  
*Micropterus salmoides* (Centrarchidae)  
*Lutjanus griseus* (Lutjanidae)  
*Eugerres plumieri* (Gerreidae)  
*Eucinostomus argenteus* (Gerreidae)  
*Diapterus auratus* (Gerreidae)  
*Gerres cinereus* (Gerreidae)  
*Conodon nobilis* (Haemulidae)  
*Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae)  
*Bairdiella ronchus* (Sciaenidae)  
*Stellifer lanceolatus* (Sciaenidae)  
*Scinoscion nothus* (Sciaenidae)  
*Menticirrhus americanus* (Sciaenidae)  
*Micropogonias undulatus* (Sciaenidae)  
*Petenia splendida* (Cichlidae)  
*Thalassoma lucasanum* (Labridae)  
*Gobionellus hastatus* (Gobiidae)

Estos músculos generalmente se insertan en las primeras tres vértebras como en *Lutjanus giseus* (Lutjanidae), *Achirus lineatus*, *Trinectes maculatus*, *Gymnachirus texae* (Achiridae), *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) y *Bothus robinsi* (Bothidae). En *Bairdiella ronchus*, *Bairdiella chrysoura* y *Stellifer lanceolatus*, dichos músculos se insertan además en el extremo proximal de las tres primeras costillas epipleurales.

### **Riñones fusionados en el último tercio**

En el peje sapo *Opsanus beta* (Batrachoididae) los riñones se inician a ambos lados del basioccipital y se extienden por las primeras siete vértebras. La amplia separación de los riñones en esta especie se debe a los músculos

*retractores dorsales* de las branquias y a su tendón, que se inserta en numerosas vértebras precaudales (Fig. 18 b). Dichos músculos ventralmente cubren las tres primeras vértebras, mientras que el tendón se inserta en las vértebras 4 a 8. Ambos riñones se fusionan entre sí desde el primer puente hemal (vértebra 8).

En la lisa *Mugil cephalus* y la lebrancha *Mugil curema* (Mugilidae) la separación de los lóbulos renales anteriores es producida tanto por los músculos *retractores dorsales* de las branquias como por el anclaje de la vejiga natatoria a las seis primeras vértebras precaudales (Fig. 19 c). En estas especies los retractores de las branquias solo se insertan en los costados de las primeras vértebras, mientras que la vejiga natatoria se fija a la parte ventral de los primeros seis cuerpos vertebrales.

En la anguila *Ophichthus gomesi* (Ophichthidae) (Fig. 20) el riñón es notablemente largo. Sus primeros dos tercios están separados entre sí y son delgados, mientras que la porción posterior al ano resulta de la fusión del riñón izquierdo con el derecho. En este último tercio son visibles los dos conductos arquinéfricos, los cuales mediante conductillos se unen a un conducto urinario común, el cual se orienta hacia delante hasta la papila urinaria, cerca del ano.

#### **Riñones con un lóbulo renal cefálico**

En las especies de la familia Characidae, *Astyanax fasciatus* (Figs. 15, 16), *Bramocharax dorioni*, *Collosoma* sp., y *Brycon guatemalensis* ambos riñones se encuentran totalmente fusionados entre sí. Sin embargo, forman lóbulos renales laterales, que hacen contacto con el seno venoso del corazón y además desarrollan un lóbulo medio hacia delante (lóbulo cefálico) por debajo del neurocráneo. Dicho lóbulo cefálico está constreñido por las arterias branquiales eferentes 3 y 4, que se unen en una raíz en cada lado (Fig. 15 b).

#### **Riñones con lóbulos renales intermedios**

En las especies de Cyprinidae con vejiga natatoria formada por dos cámaras, como *Notropis boucardi*, *Cyprinus carpio* y *Megalobrama amblycephala* (Fig. 21), la masa renal llena el espacio dorsal entre ambas cámaras. Así, queda formado en cada lado del riñón un lóbulo renal intermedio.

#### **Riñón con lóbulo renal posterior**

En la lacha *Brevoortia patronus* (Clupeidae) los riñones están ampliamente fusionados entre sí, aunque forman

lóbulos renales anteriores, los cuales están separados por la vejiga natatoria (Fig. 22 a). Posteriormente el riñón se extiende tanto por la parte anterior de las dos primeras espinas hemales, como por dentro de los tres primeros arcos hemales. Esta última parte tiene el aspecto de un lóbulo posterior.

En el góbido *Gobionellus hastatus* (Gobiidae) el riñón se extiende hasta el arco hemal de la primera vértebra caudal con el aspecto de un "lóbulo posterior" (Fig. 22 b).

En los lenguados de la familia Achiridae (*Achirus lineatus* (Fig. 24), *Trinectes maculatus* y *Gymnachirus texae*) ambos riñones se encuentran fusionados entre sí, con excepción de su extremo anterior donde se forman dos lóbulos renales anteriores, separados por los músculos *retractores dorsales* de las branquias. Estos lóbulos hacen contacto con los huesos cleitra de la cintura escapular y con el seno venoso del corazón.

El borde dorsal del riñón de estas especies tiene un aspecto escalonado, debido a la impresión impuesta por los procesos hemales de las vértebras precaudales. Estando ausente la vejiga natatoria, la superficie ventral del riñón hace contacto con el estómago.

El extremo posteroinferior del riñón se orienta hacia atrás, de manera extraperitoneal por el lado izquierdo o ciego del pez, formándose un lóbulo renal posterior, que proporciona el carácter asimétrico a este órgano (Fig. 23 b, c).

#### **Riñón con escotadura lateral**

En los lenguados de la familia Cynoglossidae, como *Symphurus plagiusa* (Fig. 24) y *Symphurus civitatus*, el riñón es triangular en su aspecto lateral. Forma dos lóbulos laterales, que están separados por los *retractores dorsales*, y que hacen contacto tanto con el seno venoso del corazón, como con los cleitra. Inmediatamente detrás del lóbulo lateral izquierdo se encuentra una discontinuidad o escotadura del riñón, ocupada por una fascia especial que sostiene al estómago desde algunas espinas hemales de vértebras precaudales Fig. 24 b, d).

#### **Riñón anterior + riñón posterior**

Los riñones en las familias de bagres Ictaluridae, Pimelodidae y Ariidae están divididos en un riñón anterior y un riñón posterior. El riñón anterior es relativamente



reducido y está restringido al espacio entre la vejiga natatoria y la base del neurocráneo, en posición ventral al hueso posttemporo-supracleitrum y la parapófisis anterior del complejo vertebral (Fig. 25 b, c).

El riñón anterior de Ictaluridae muestra una marcada escotadura posterior, para el paso de la arteria celiaca (Figs. 25 b, c), la cual se desprende de la aorta dorsal. En Ariidae, la arteria celiaca atraviesa al riñón anterior, mediante un canal (Fig. 27 a, b).

El riñón posterior es de forma triangular en las especies de Ariidae (Fig. 27), Pimelodidae (Fig. 49 b) y en *I. punctatus* (Fig. 28).

En *I. balsanus* el riñón posterior es discontinuo y no está en contacto con las vértebras (Fig. 25); su extremo anterior es cóncavo y forma un puente ventral al nivel de la constricción de las cámaras anterior y posterior de la vejiga natatoria. Desde este punto se continúa hacia atrás, bordeando la cámara posterior de la vejiga natatoria hasta fusionarse las partes derecha e izquierda en su extremo posterior. La porción derecha de este riñón se extiende ampliamente por la parte dorsolateral de la cámara posterior, proporcionando el carácter asimétrico al riñón posterior (Fig. 25 c).

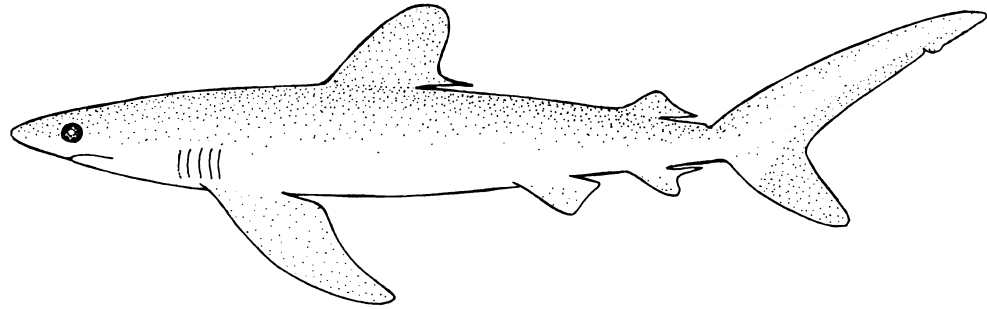
Bajo el extremo posterior del riñón posterior en las tres familias se observan los conductos arquinéfricos izquierdo y derecho (Figs. 25, 27, 28), los cuales se unen posteriormente entre sí, para formar el corto conducto urinario común. Este conducto se une a la vejiga urinaria, la cual es alargada en los ictalúridos, y está orientada hacia delante; su anchura disminuye hacia atrás hasta transformarse en un conducto que se abre al exterior mediante la papila urinaria. En los áridos, la vejiga urinaria es un ensanchamiento del mismo conducto urinario común (Fig. 27 b).

En las tres familias, la vena caudal se orienta hacia abajo, para penetrar dorsalmente al riñón posterior, y se continúa por la porción derecha del órgano, resultando en la vena cardinal posterior derecha, la cual recibe algunas ramas de este órgano. La vena cardinal posterior derecha abandona hacia delante al riñón posterior, pasando por el costado derecho de la columna vertebral y de la aorta dorsal (Fig. 25 b, 27 b). No se reconoce en este tramo la vena cardinal posterior izquierda.

Después de un recorrido libre la vena cardinal posterior derecha, penetra el surco lateral derecho del complejo

vertebral del aparato de Weber (Fig. 26 b, c) en Ictaluridae y el conducto lateral derecho en Ariidae del complejo vertebral (Fig. 27 c), hasta alcanzar al riñón anterior.

Desde el riñón anterior parten hacia el seno venoso del corazón las venas cardinales derecha e izquierda, siendo notablemente más gruesa la vena derecha.



*Carcharhinus longimanus*

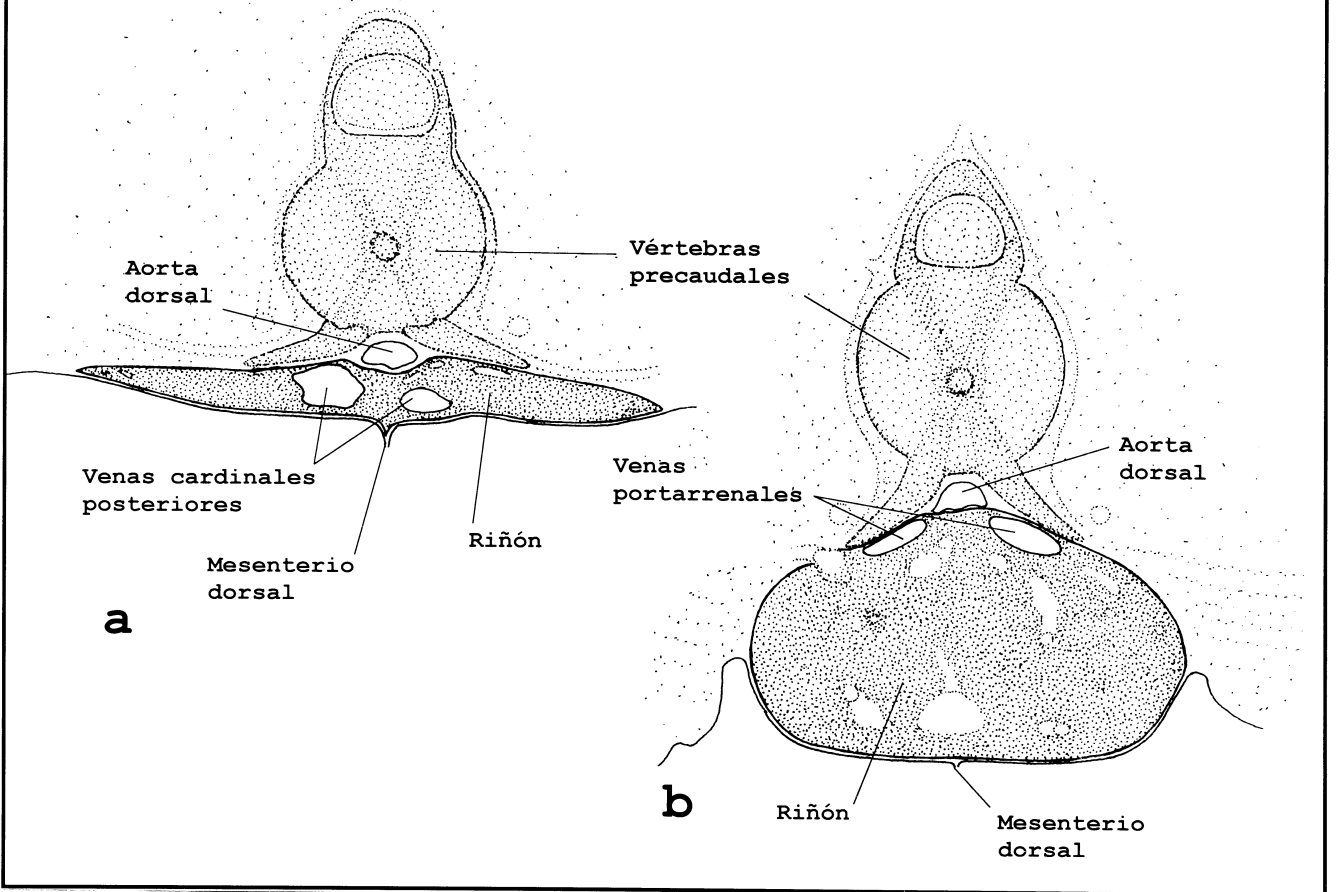


Figura 11. Riñón de *Carcharhinus longimanus* (Carcharhinidae). a) Corte transversal al nivel anterior. b) Corte transversal al nivel posterior.

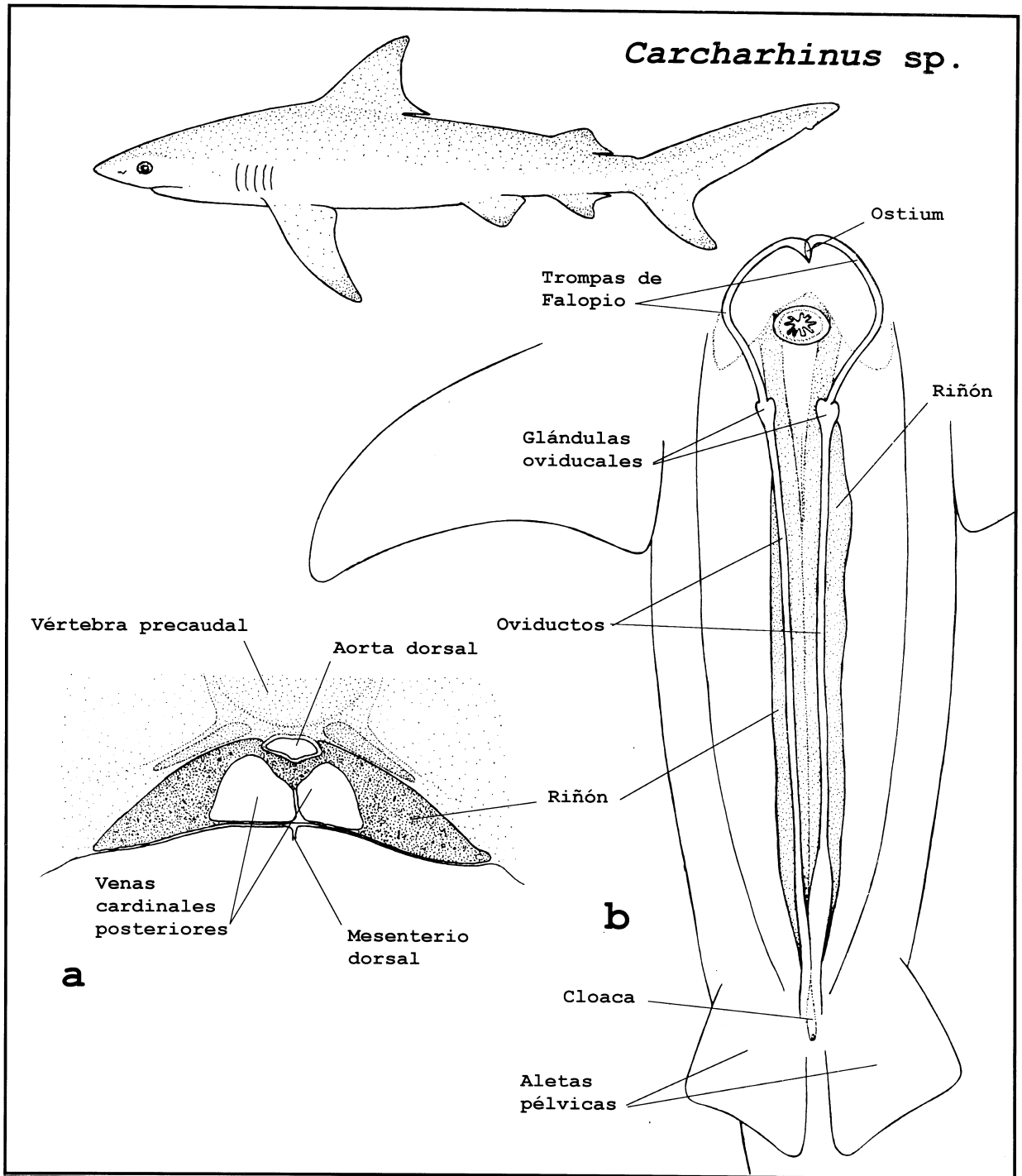


Figura 12. Riñón de *Carcharhinus* sp. (Carcharhinidae). a) Aspecto ventral de los oviductos y el riñón. b) Corte transversal del riñón en un nivel anterior.

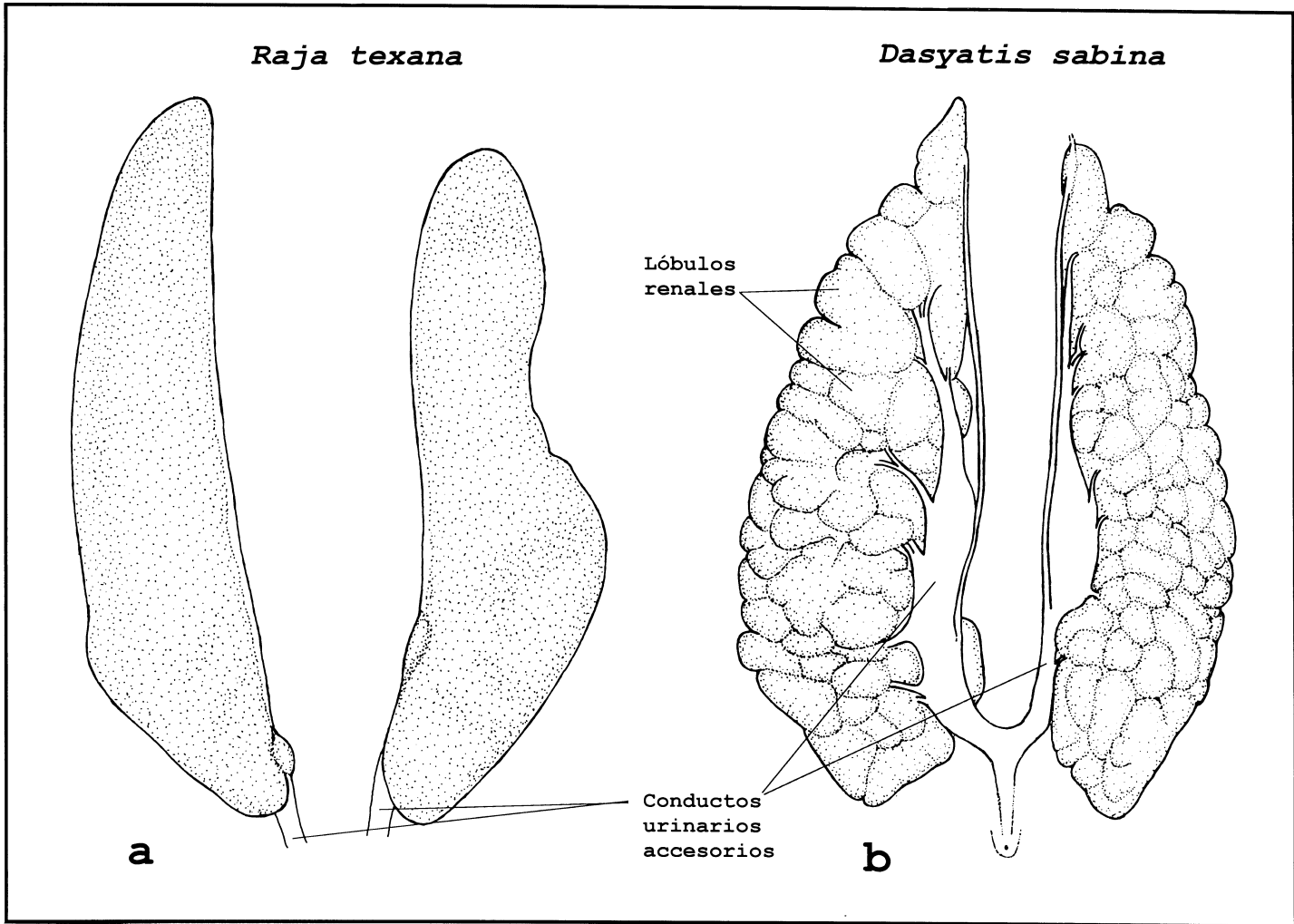
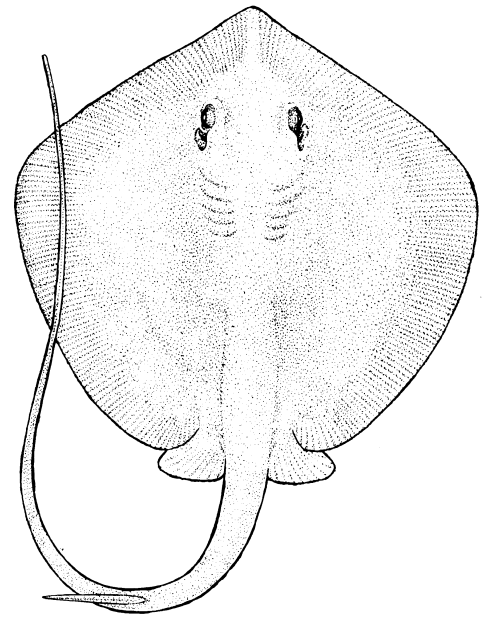
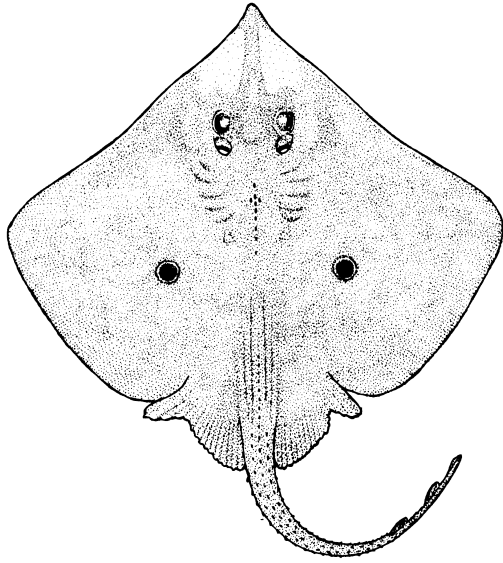


Figura 13. Riñones de Rajiformes. a) Vista ventral de los riñones de *Raja texana* (Rajidae). b) Vista ventral de los riñones de *Dasyatis sabina* (Dasyatidae).

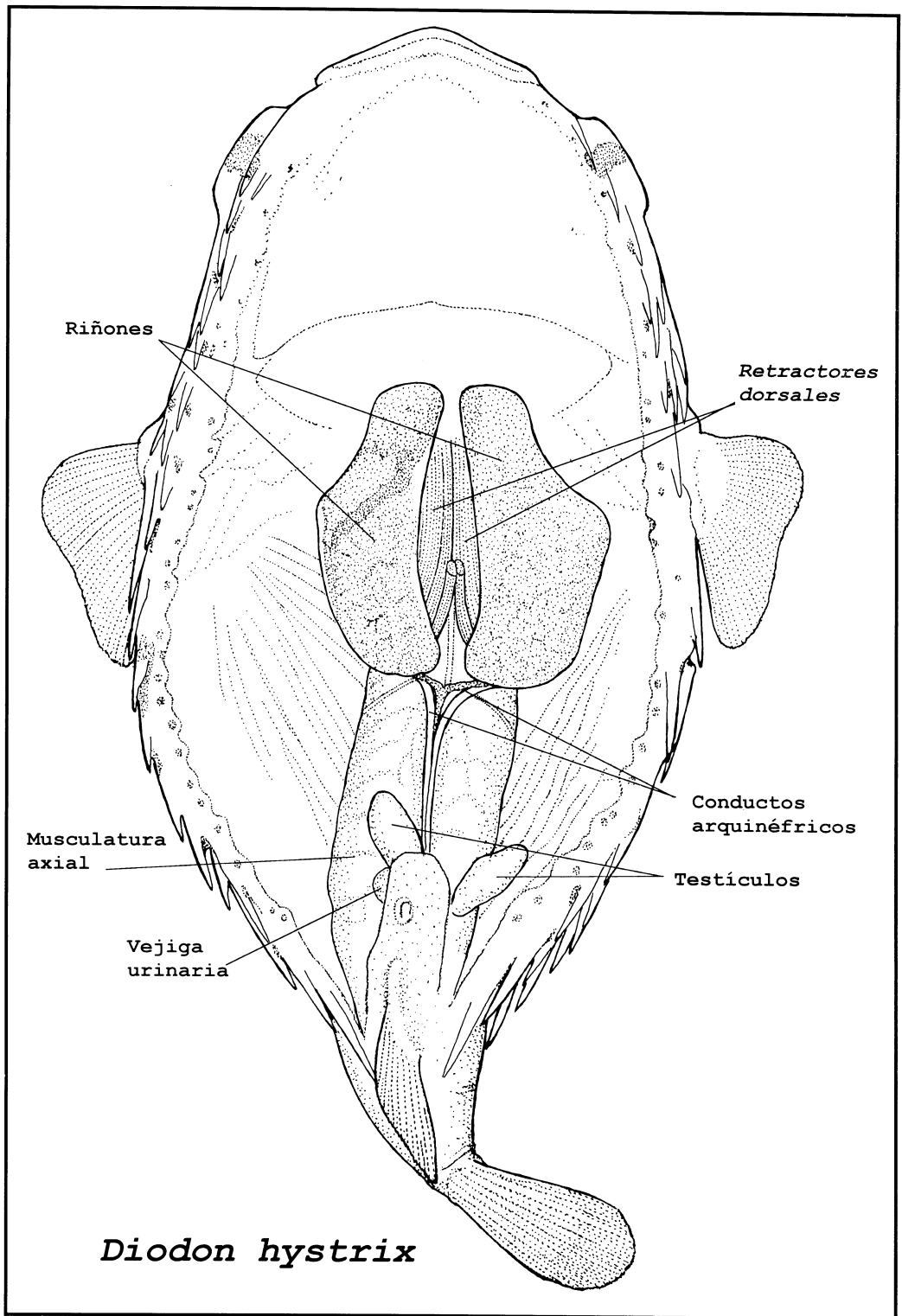


Figura 14. Riñones de *Diodon hystrix* (Diodontidae). Vista ventral.

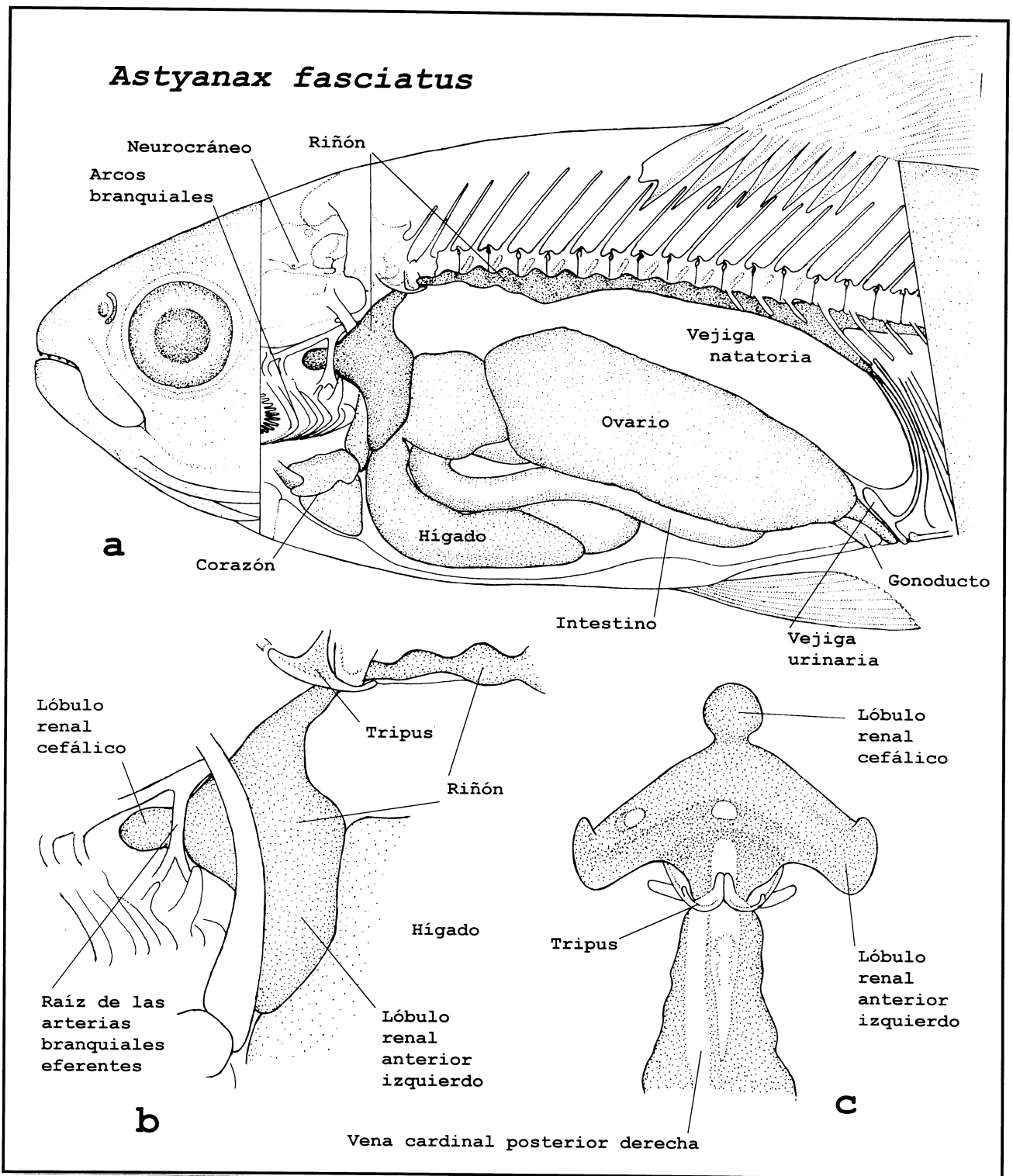


Figura 15. Riñón de *Astyanax fasciatus* (Characidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista lateral de la parte anterior del riñón. c) Vista ventral de la parte anterior del riñón.

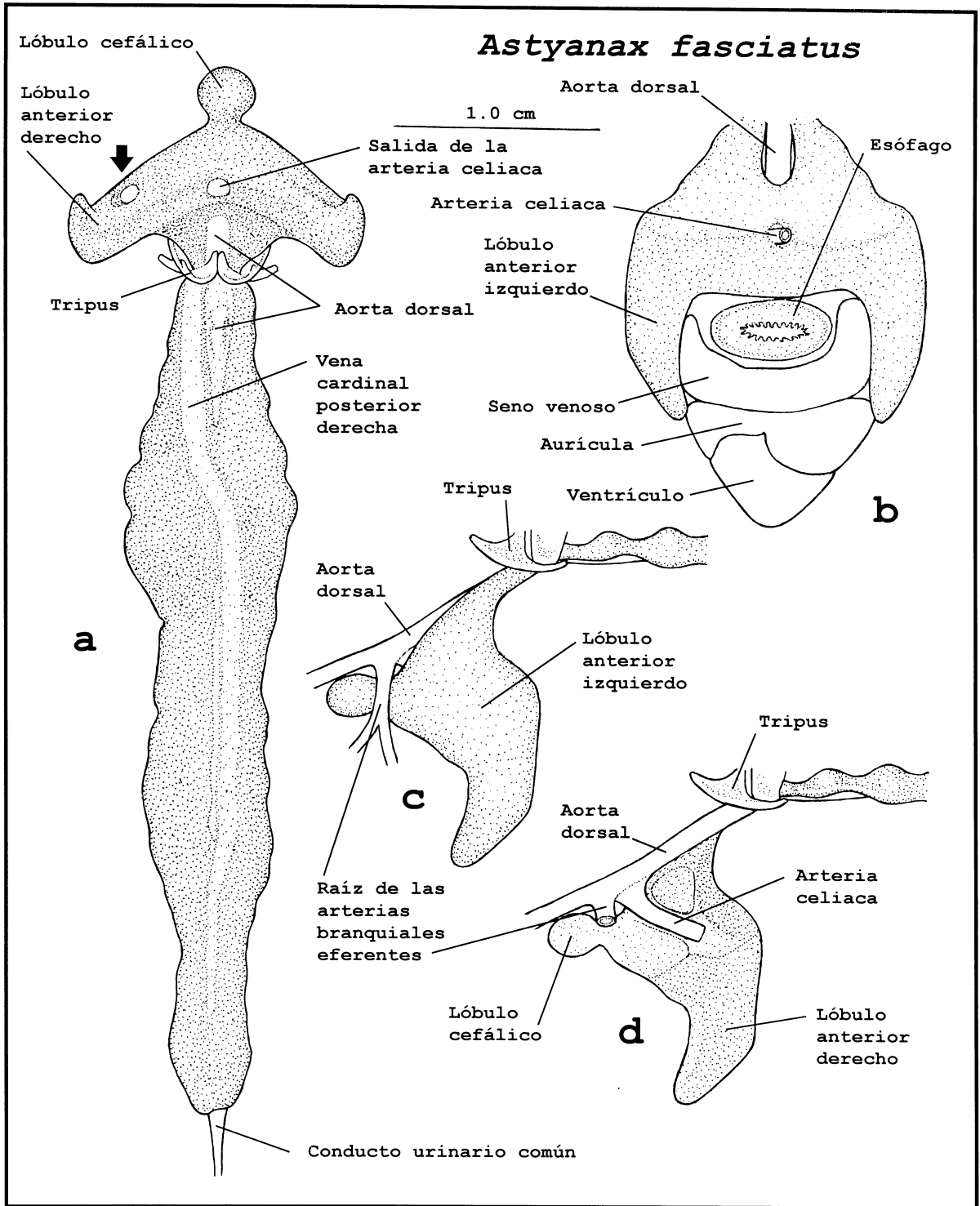


Figura 16. Riñón de *Astyanax fasciatus* (Characidae). a) Vista ventral del riñón. b) Vista posterior del riñón y del corazón. c) Vista lateral izquierda de la porción anterior del riñón. d) Vista lateral del corte sagital de la parte anterior del riñón.



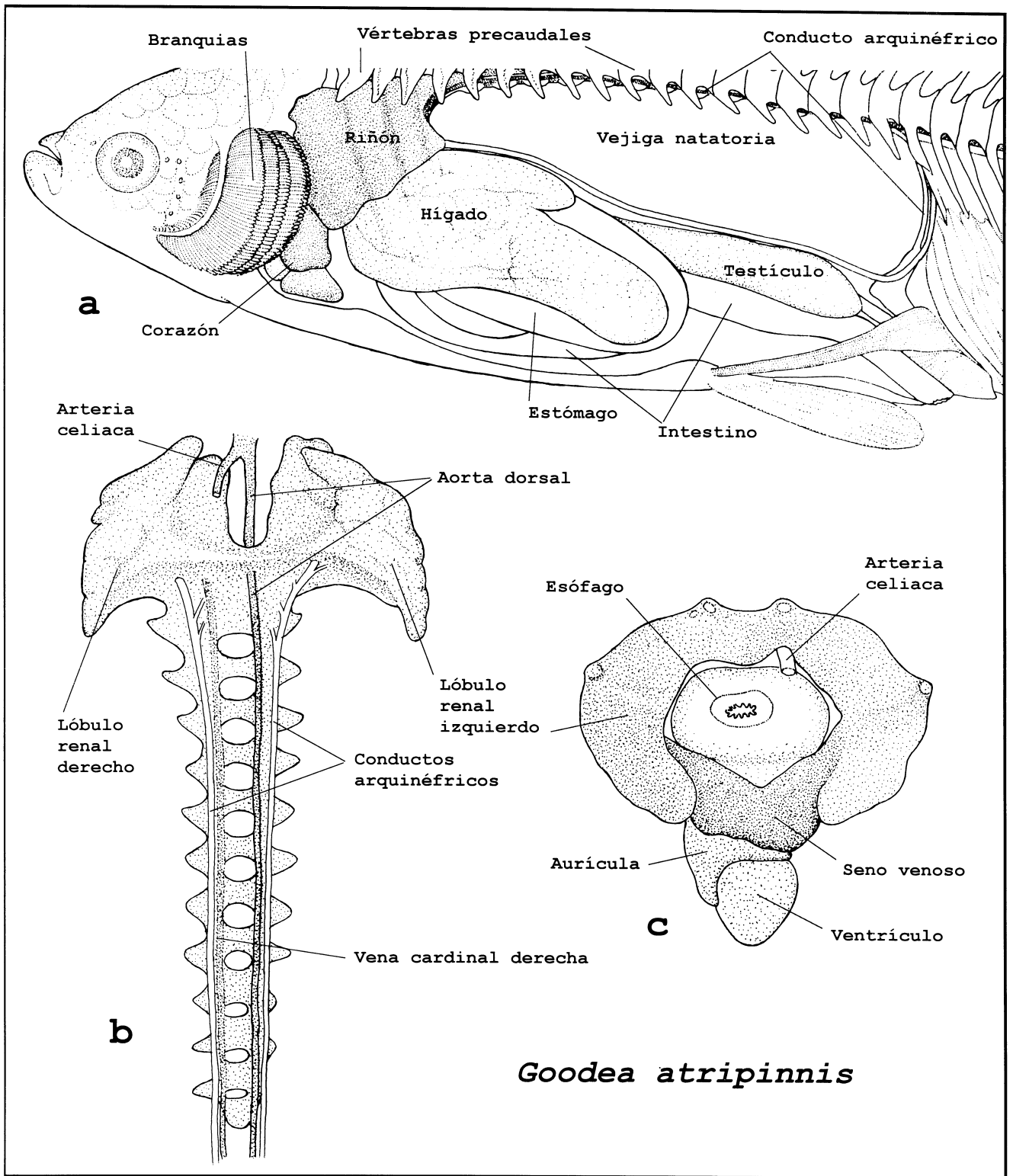


Figura 17. Riñón de *Goodea atripinnis* (Goodeidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista ventral del riñón. c) Vista posterior del riñón y el corazón.

*Opsanus beta*

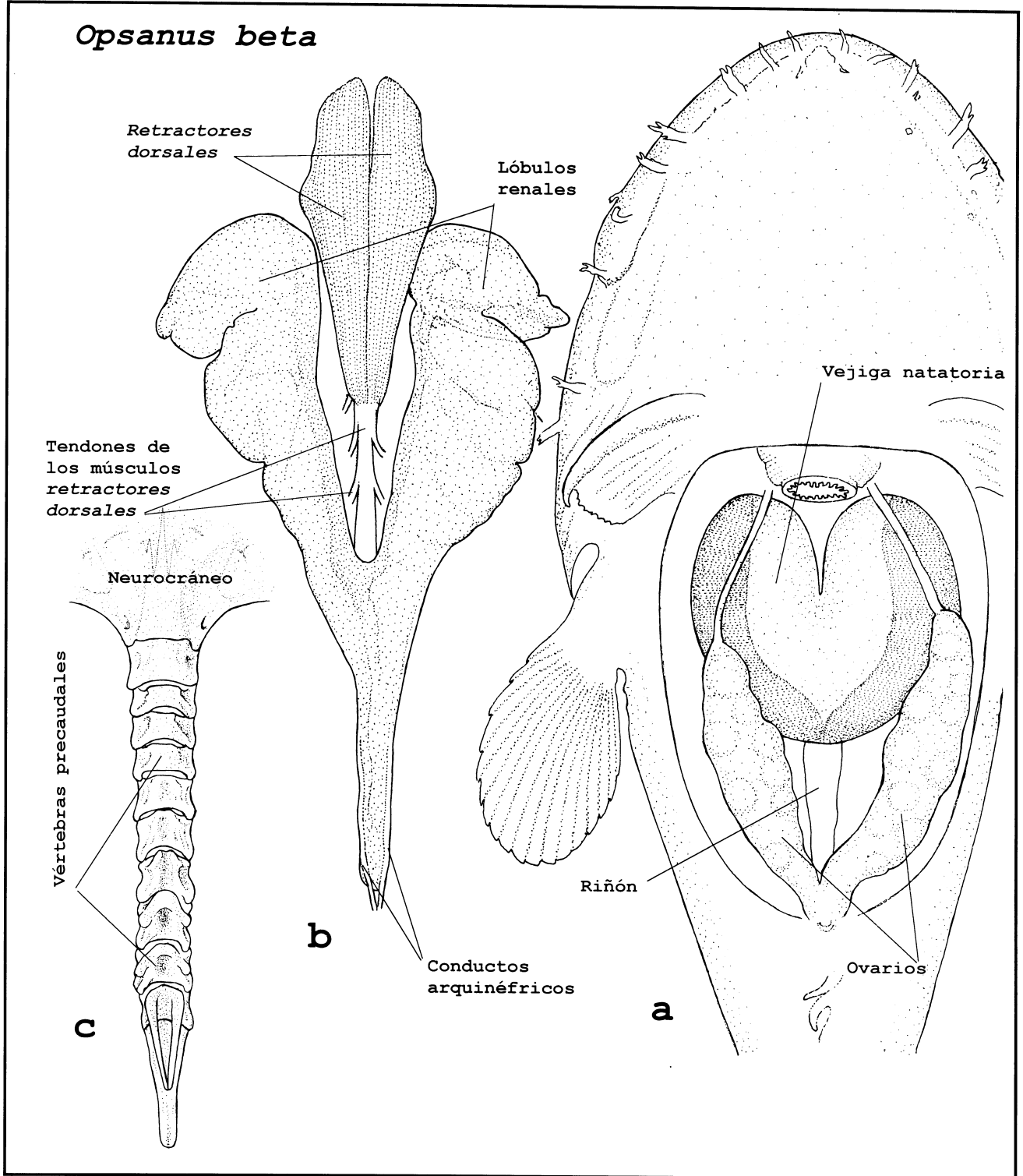
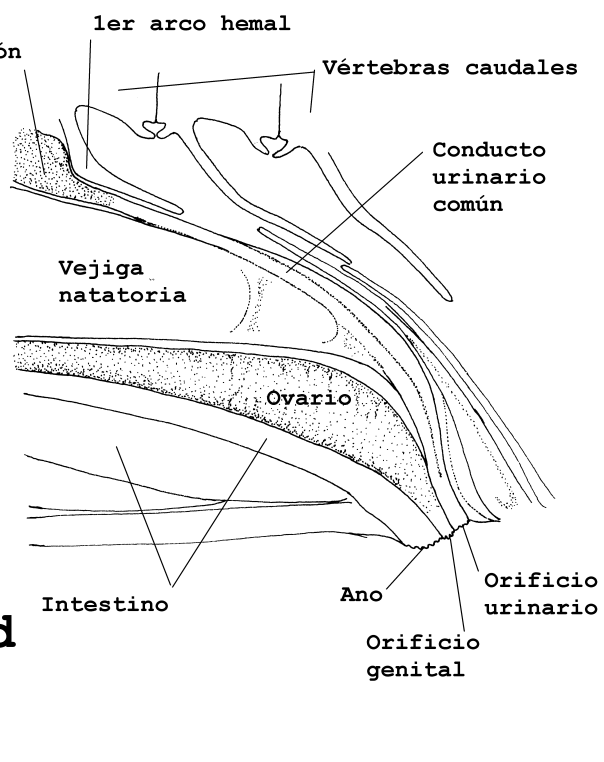
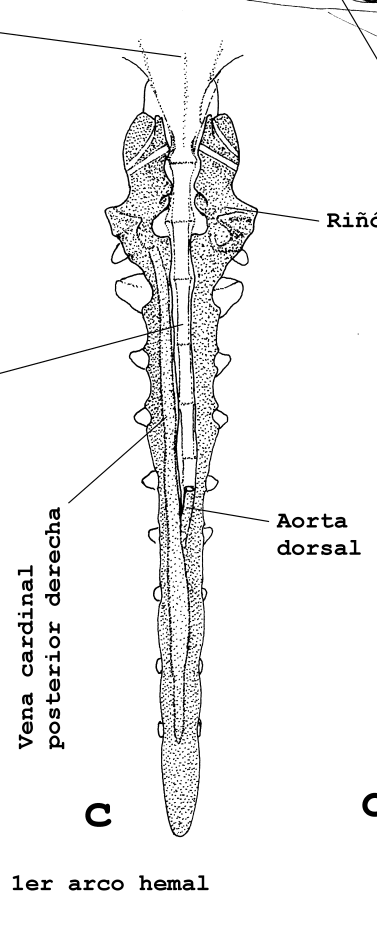
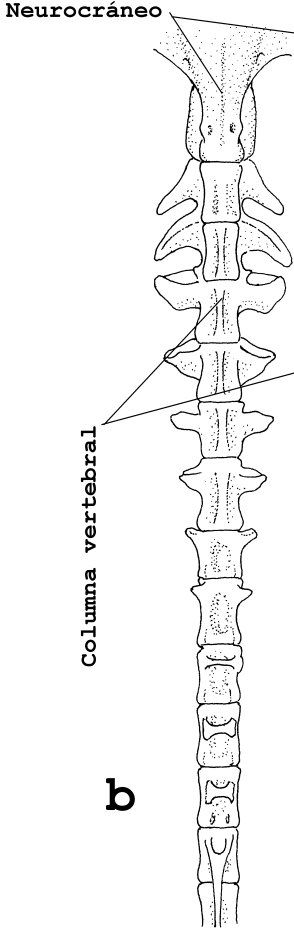
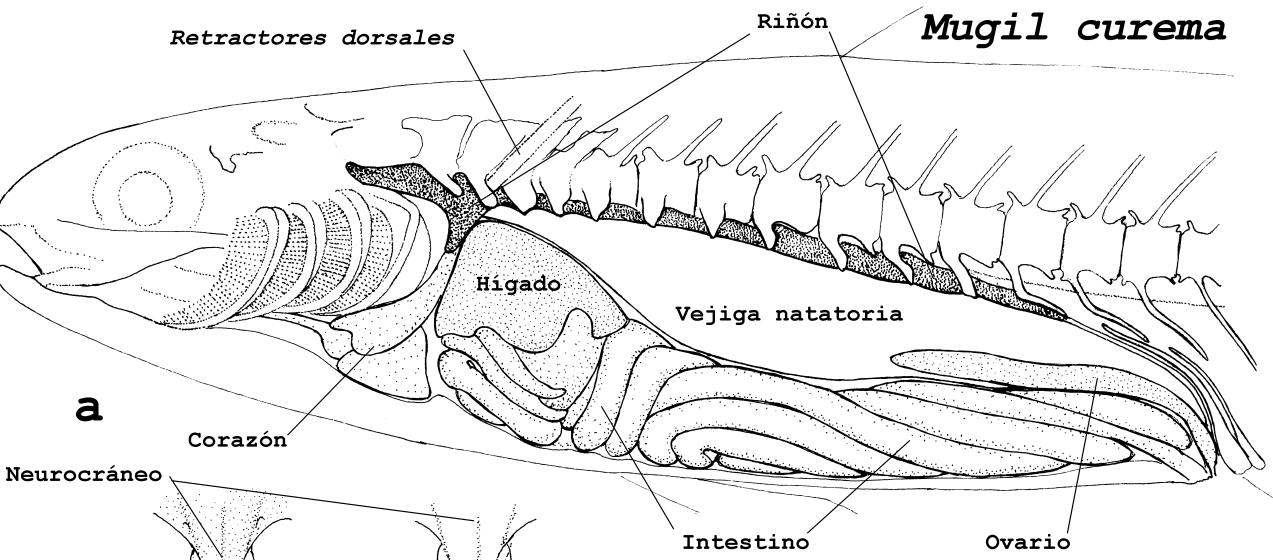


Figura 18. Riñones de *Opsanus beta* (Batrachoididae). a) Vista ventral del sistema urogenital y la vejiga natatoria. b) Vista ventral de los riñones. c) Vista ventral de la región precaudal de la columna vertebral.

**Mugil curema**



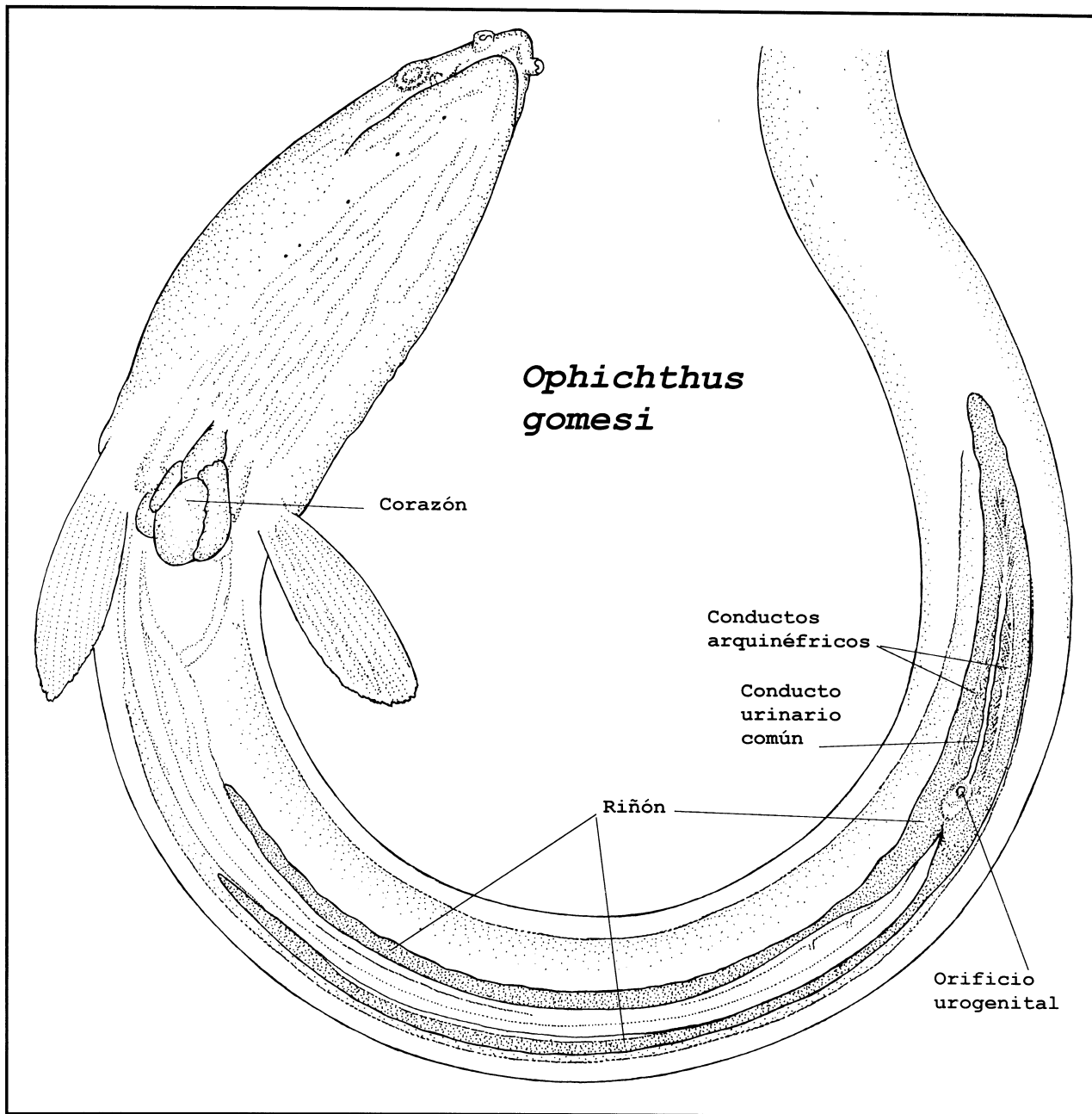


Figura 20. Riñones de *Ophichthus gomesi* (Ophichthidae).  
Vista ventral.

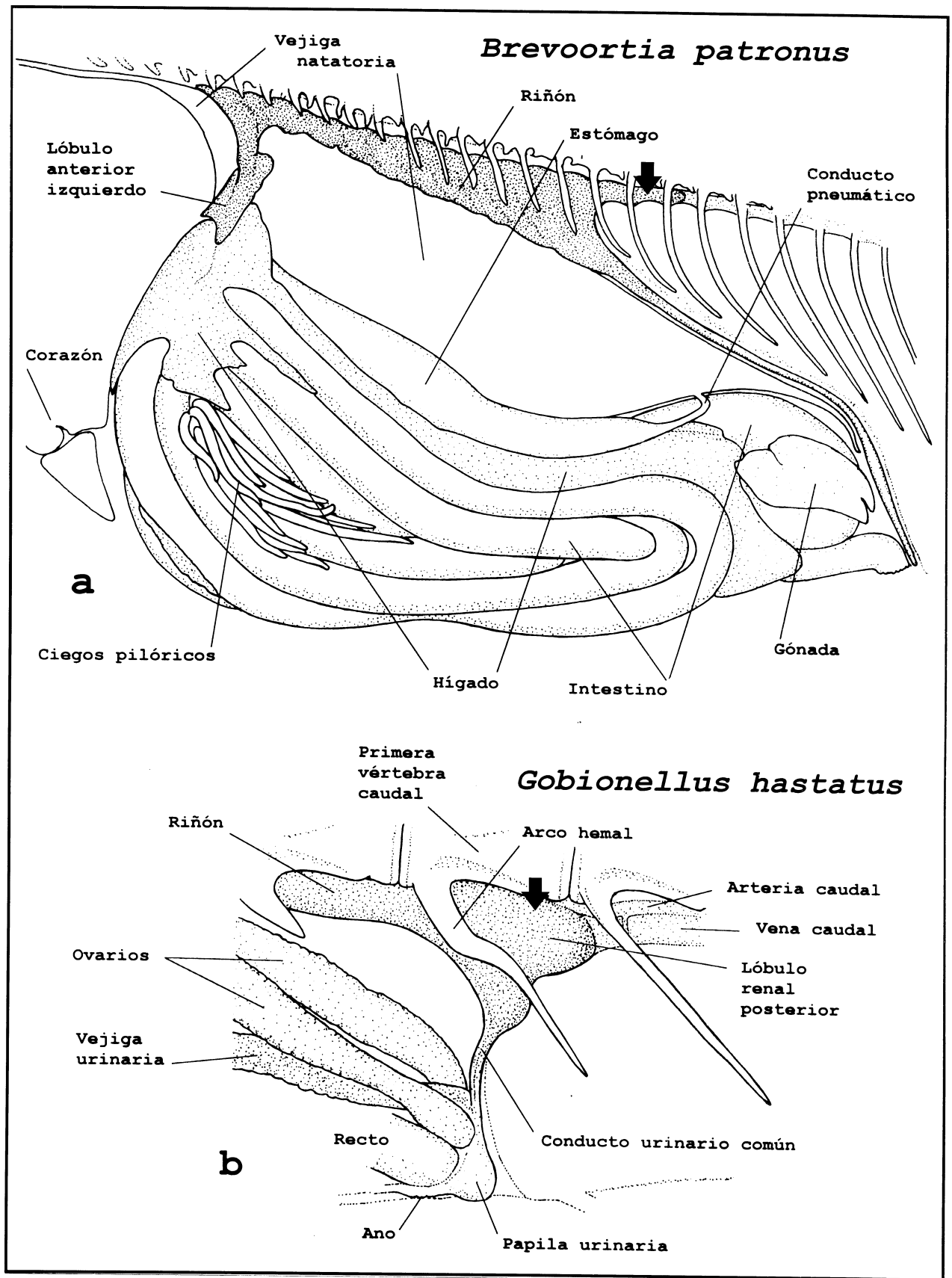


Figura 21. Riñones de *Brevoortia patronus* (Clupeidae) y *Gobionellus hastatus* (Gobiidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral de *B. patronus*. b) Parte posterior del sistema urogenital de *G. hastatus*.

*Megalobrama amblycephala*

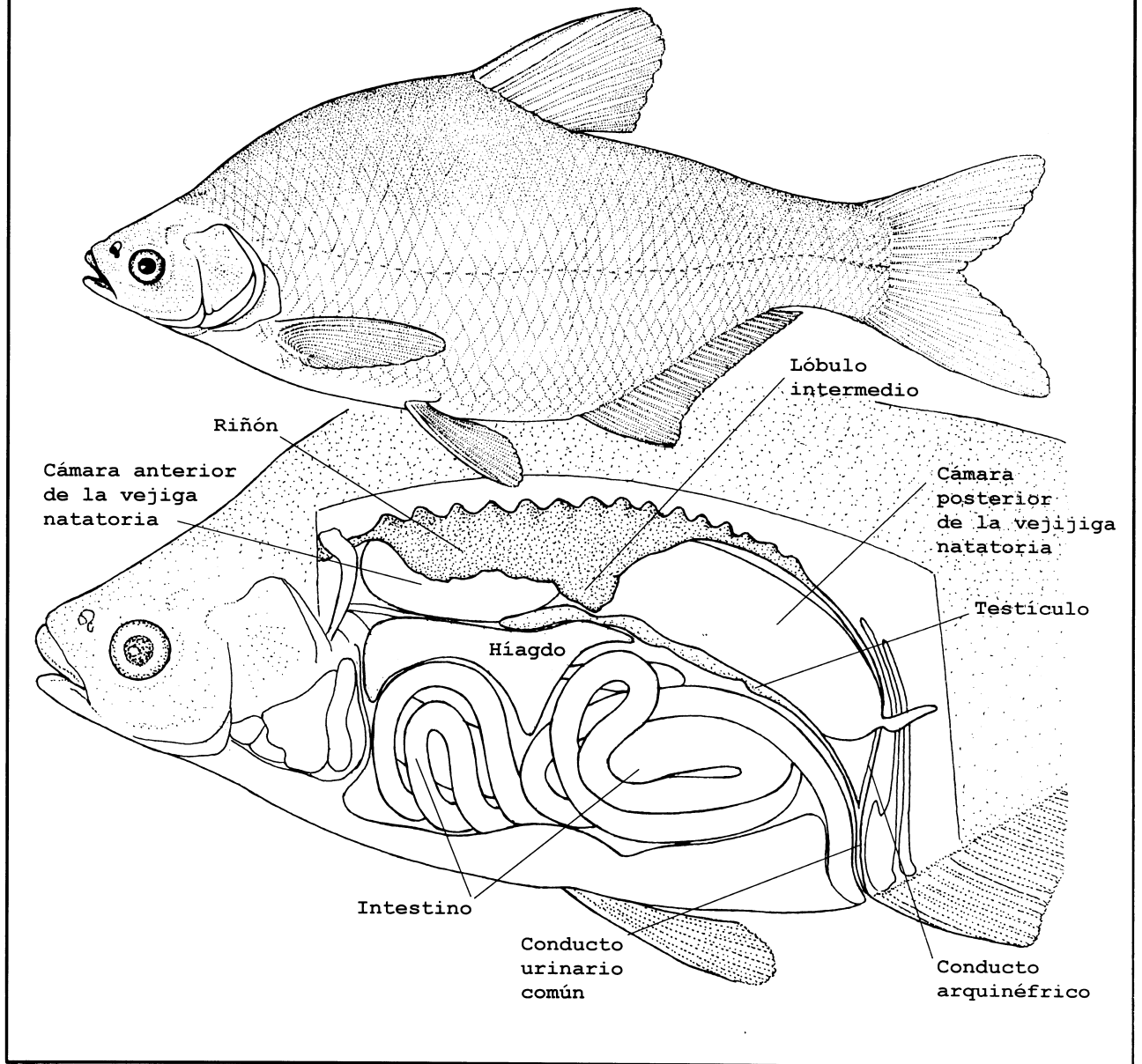


Figura 22. Riñón de *Megalobrama amblycephala* (Cyprinidae). Vista lateral de la cavidad visceral.

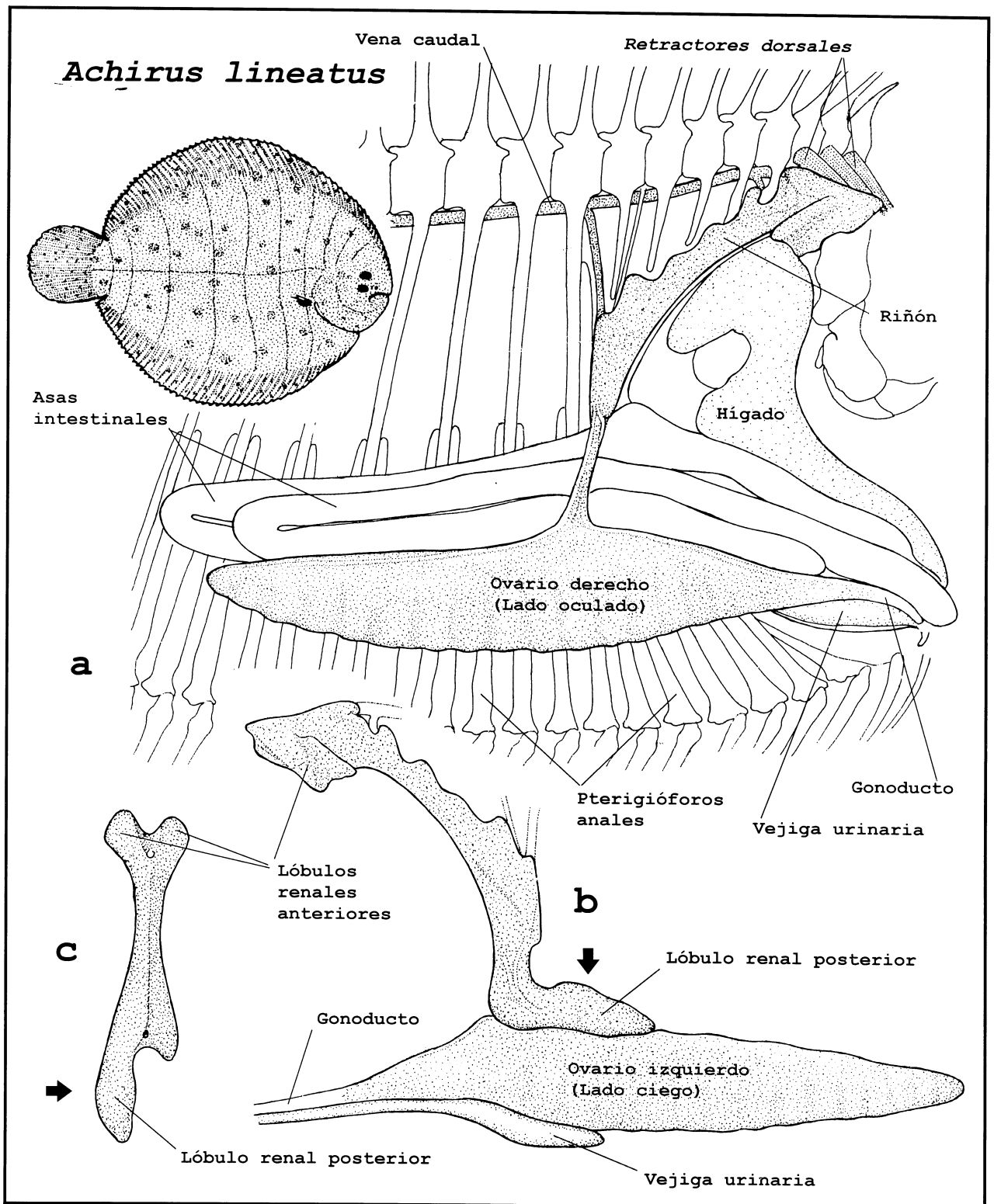


Figura 23. Riñón de *Achirus lineatus* (Achiridae). a) Vista lateral derecha (lado oculado) de la cavidad visceral y parte del esqueleto postcefálico. B) Vista lateral izquierda (lado ciego) del sistema urogenital. c) Vista dorsal del riñón.

*Symphurus plagiusa*

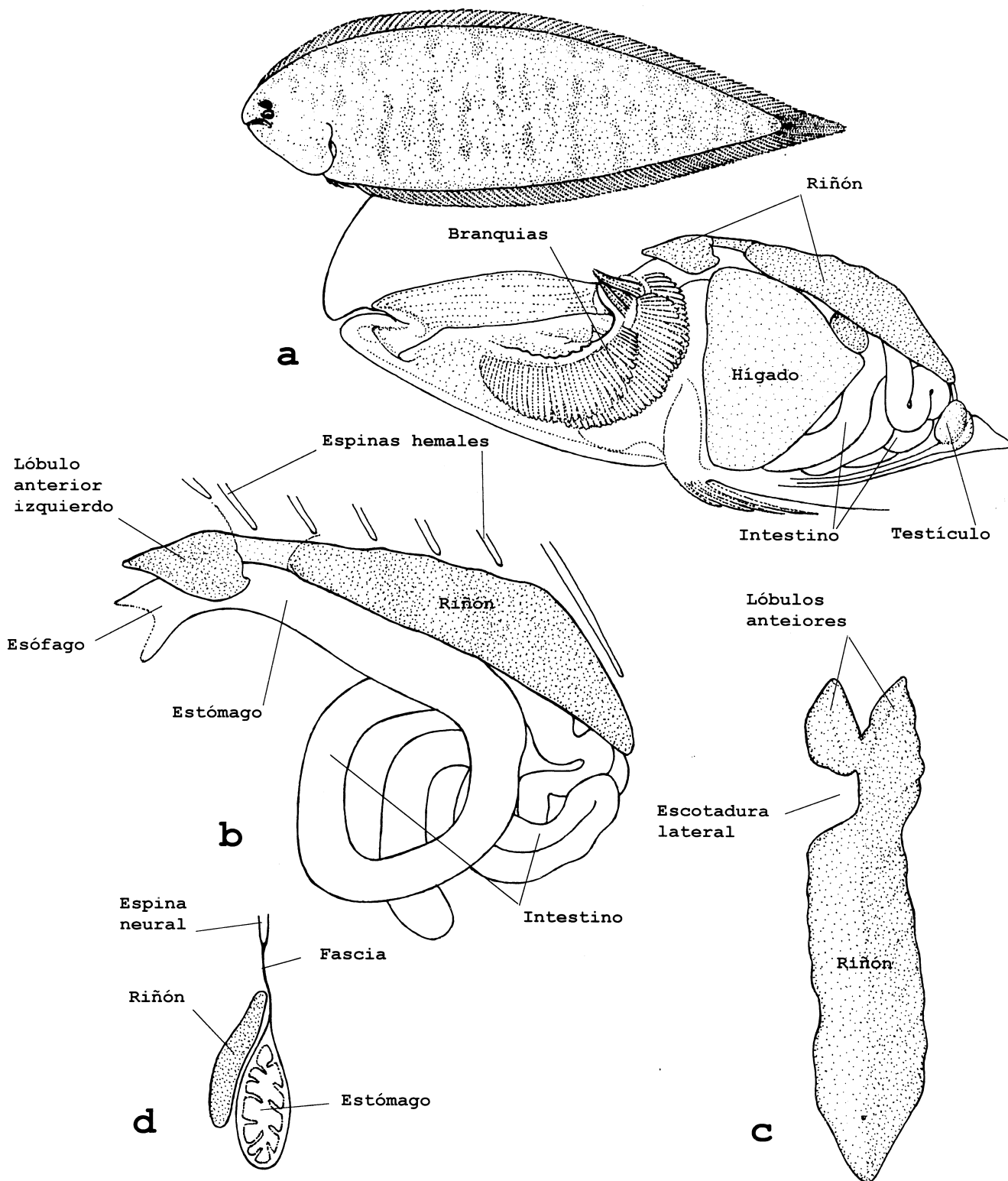


Figura 24. Riñón de *Symphurus plagiusa* (Cynoglossidae).  
 a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista lateral izquierda (lado oculado) del riñón y el tracto digestivo.  
 c) Vista dorsal del riñón. d) Corte transversal del estómago y el riñón.



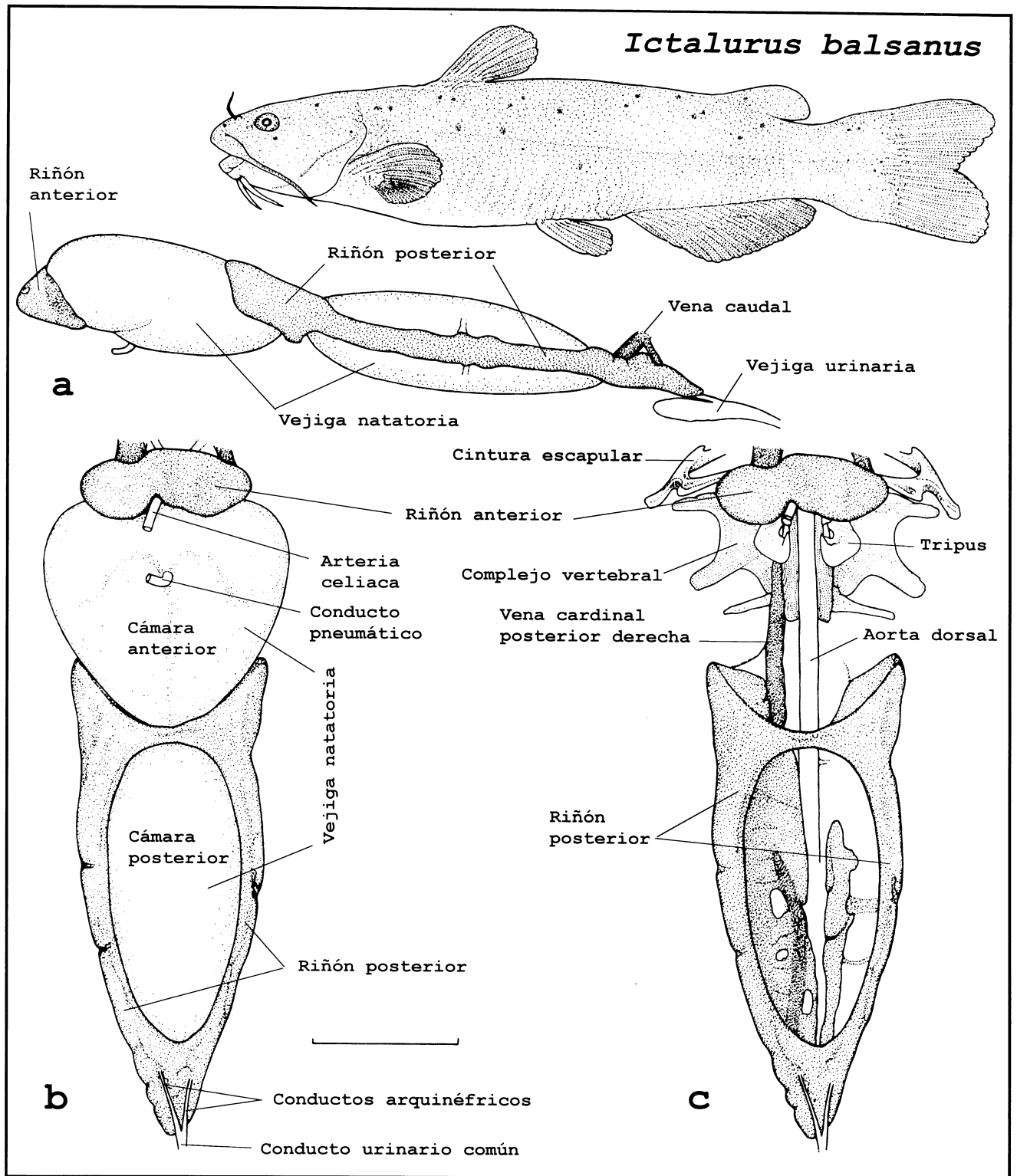


Figura 25. Riñones de *Ictalurus balsanus* (Ictaluridae). a) Vista lateral de los riñones y la vejiga natatoria. b) Vista ventral de los riñones y la vejiga natatoria. c) Vista ventral de los riñones al retirar la vejiga natatoria.

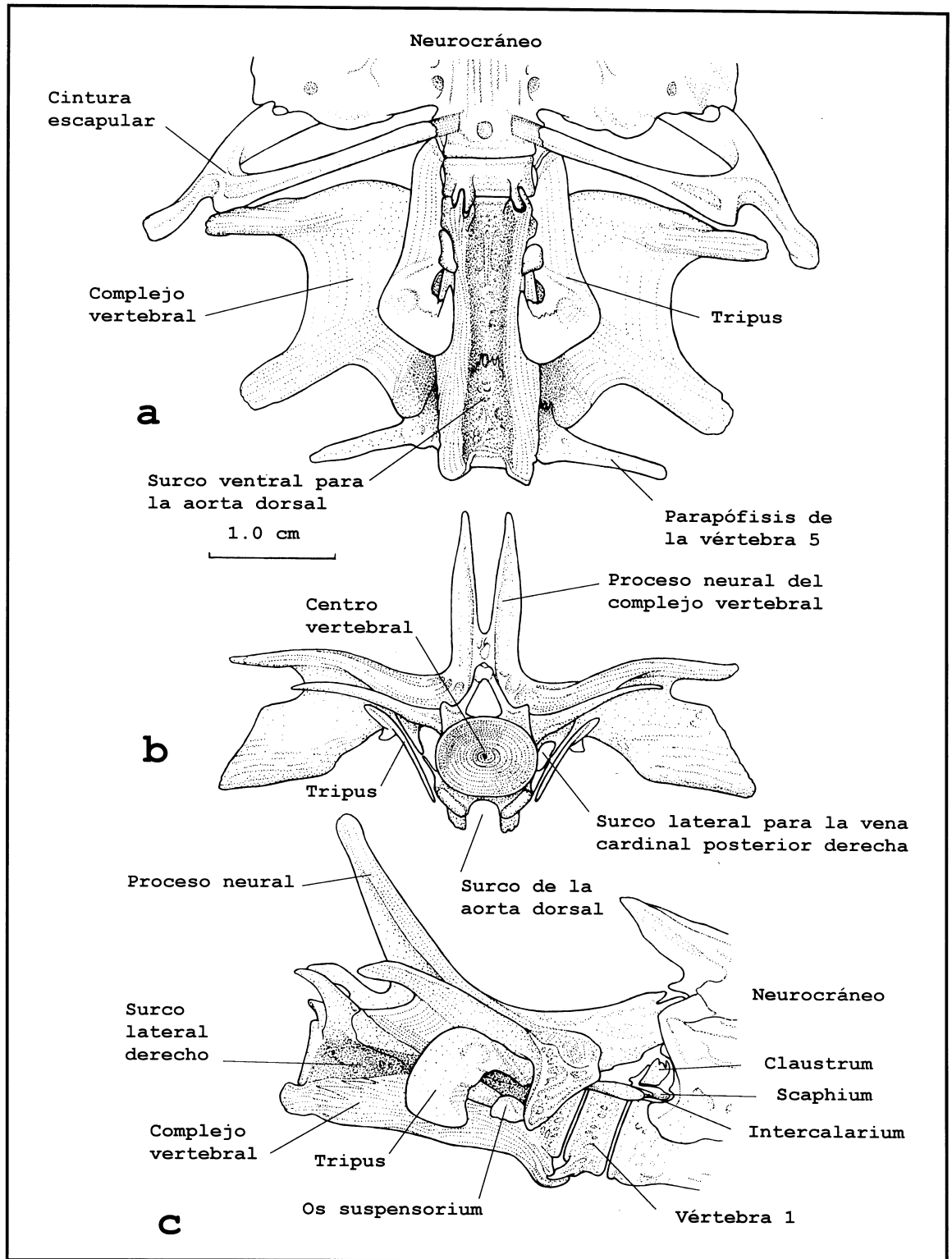


Figura 26. Aparato de Weber de *Ictalurus balsanus* (Ictaluridae). a) Vista ventral. b) Vista posterior. c) Vista lateral derecha.

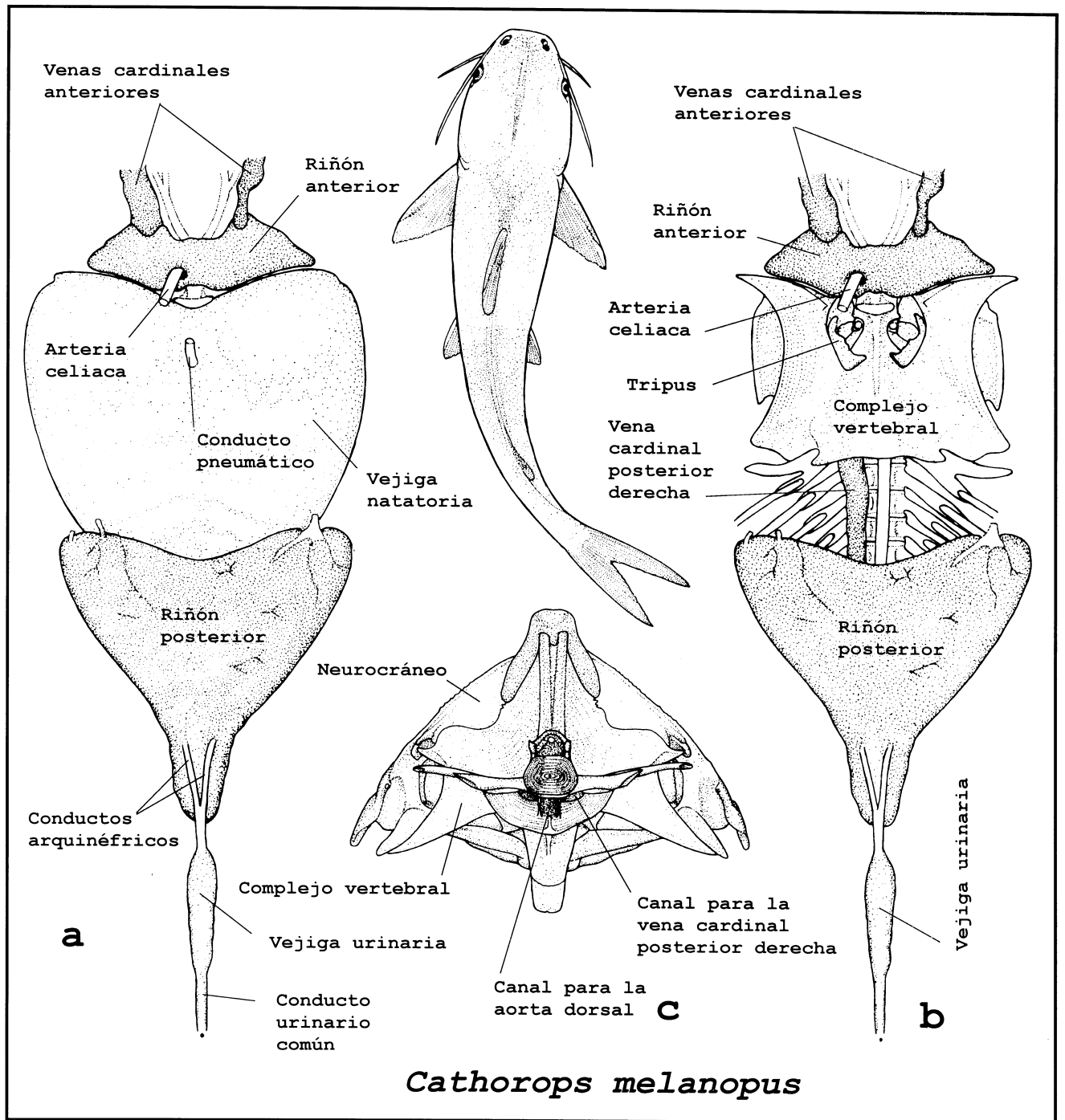


Figura 27. Riñones de *Cathorops melanopus* (Ariidae). a) Vista ventral de los riñones y la vejiga natatoria. b) Vista ventral de los riñones y el aparato de Weber. c) Vista posterior del aparato de Weber.

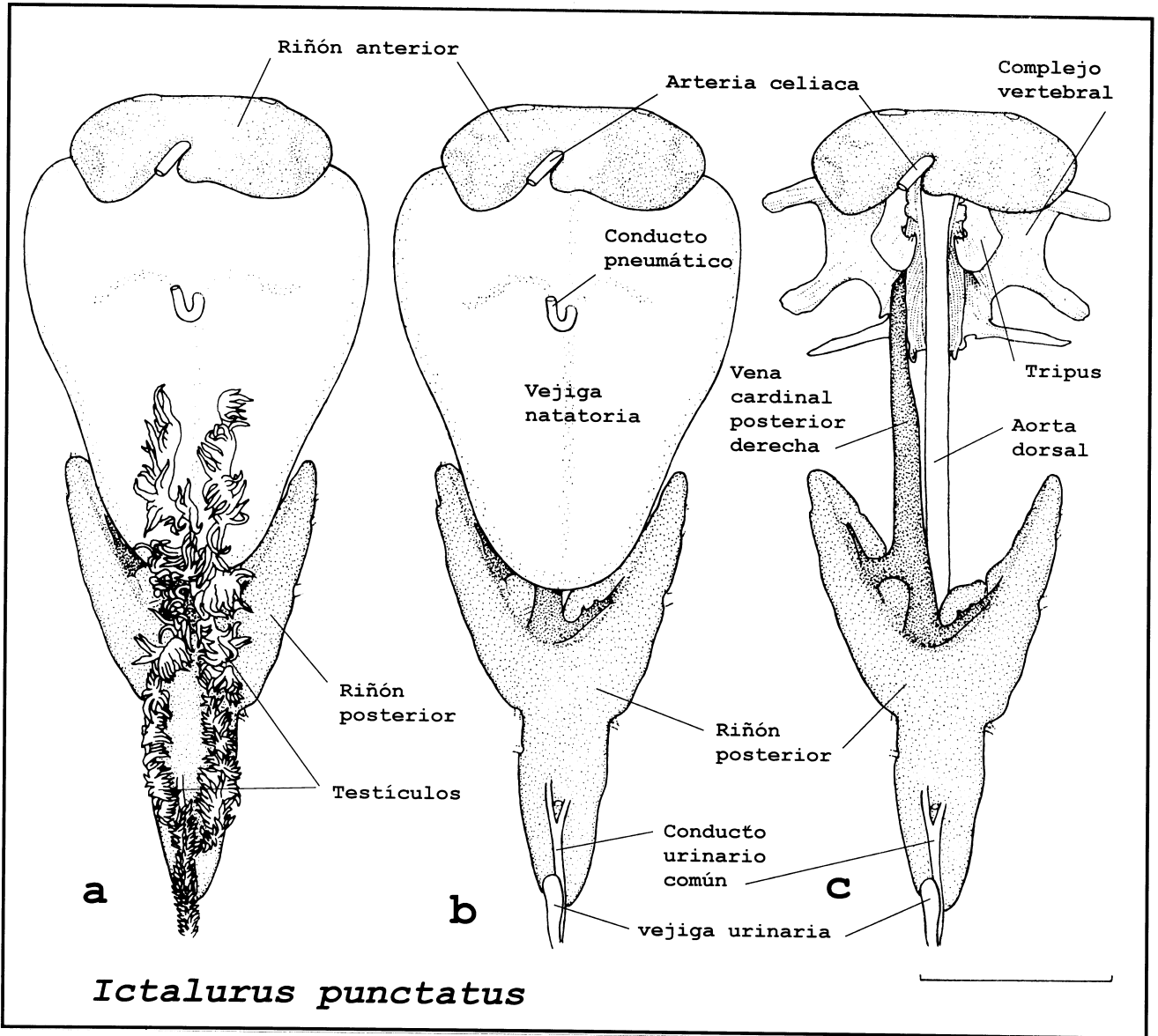


Figura 28. Riñones de *Ictalurus punctatus* (Ictaluridae). Vista ventral. a) Sistema urogenital y vejiga natatoria. b) Riñones anterior y posterior y vejiga natatoria. c) Riñones anterior y posterior al retirar la vejiga natatoria.

## **Diversidad de las gónadas**

### **Ovarios**

#### **Asociados al órgano epigonal**

El tiburón *Carcharhinus* sp. (Fig. 29 a) y las rayas *Gymnura micrura* (Fig. 29 b), *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina* y *Raja texana* presentan los dos ovarios asociados a los órganos epigonales. Ambos tipos de órganos están suspendidos por los mesovaria.

#### **Impares**

El pez aguja *Strongylura marina* (Belonidae) solo presenta el ovario derecho (Fig. 30), el cual es alargado y está suspendido por el mesovarium. Cuando está maduro ocupa toda la anchura de la cavidad visceral, junto con el intestino.

#### **Pareados**

La mayoría de las especies de teleósteos examinadas mostraron dos ovarios, como *Strongylura notata* y *Strongylura timucu* (Belonidae) (Fig. 31).

#### **Completamente separados entre sí**

Los ovarios de la anguila *Ophichthus gomesi* (Ophichthidae) (Fig. 32) son alargados y paralelos entre sí, y no muestran ningún contacto entre el derecho y el izquierdo. No desarrollan gonoducto, estando comunicados directamente con un seno común.

#### **Asimétricos**

Especies que muestran una notable diferencia en el tamaño y la forma de estas gónadas son la anchoa *Anchoa mitchilli* y la anchoveta *Cetengraulis edentulus* (Engraulidae).

En *A. mitchilli* (Fig. 33) el ovario izquierdo es más grande que el derecho, extendiéndose ventralmente al intestino.

#### **Fusionados posteriormente**

En la mayoría de las especies de Teleostei examinadas, ambos ovarios están fusionados por su porción posterior, la cual continúa hacia atrás su túnica para formar el gonoducto. Esto se observa en *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) (Fig. 34), *Mugil curema* (Mugilidae), *Opsanus beta* y *Porichthis porosissimus* (Batrachoididae) (Fig. 40).

### **Unidos en toda su longitud sin fusionarse**

En los bagres de la familia Ariidae (*Cathorops melanopus*, *Ariopsis felis*, *Bagre marinus*) ambos ovarios se encuentran unidos entre sí en toda su longitud, sin embargo, no se comunican sus lumina (Fig. 35 b).

### **Fusionados totalmente con tabique interovárico**

En la familia Goodeidae, los ovarios se fusionan entre sí, manteniendo un tabique interovárico, que puede ser completo como en *Goodea atripinnis*, o incompleto en otras especies.

En *G. atripinnis* dicho tabique es extenso y forma numerosos pliegues que contienen a los embriones en desarrollo (Fig. 36 c), los que se nutren mediante las trofotenias. Generalmente el ovario izquierdo es más largo, mientras que el derecho es más ancho.

La unión del mesovarium con la superficie dorsal del ovario, coincide con el trayecto de los vasos ováricos y con la unión del tabique interovárico al techo del órgano (Fig. 36 b).

### **Fusionados totalmente sin tabique interovárico**

En los representantes de las familias Poeciliidae (*Gambusia regani*, *Gambusia affinis*, *Poeciliopsis infans*) los ovarios fusionados constituyen un ovario sacular, que al madurar y contener los embriones crece asimétricamente del lado derecho del tracto digestivo y el hígado (Fig. 37 d).

En *G. regani* el gonoducto es aplanado y desde la parte derecha se orienta al seno urogenital, al cual se abre la vejiga urinaria. Se forma un orificio urogenital, inmediatamente detrás del ano.

### **Rectos**

La mayoría de los teleósteos examinados mostraron los ovarios alargados y rectos, como se observa en *B. chrysoura* (Fig. 34).

### **Paralelos**

En numerosos teleósteos, ambos ovarios tienen una posición paralela, ya sea separados entre sí como en *B. chrysoura* y *Syngnathus scovelli*, o en contacto uno con el otro como en los bagres de la familia Ariidae, *Cathorops melanopus* (Fig. 35), *Ariopsis felis* y *Bagre marinus*.

### **Paralelos-divergentes**

En el bagre *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae) los ovarios son paralelos en su porción posterior, sin embargo, al madurar la vejiga natatoria los separa entre sí (Fig. 39 b).

### **Divergentes**

Los ovarios que se fusionan en su extremo posterior y que tienen un trayecto divergente se observan en especies como en *Opsanus beta* y *Porichthys porosissimus* (Batrachoididae) (Fig. 40). La divergencia es producida por la interposición del intestino y de la vejiga natatoria, la cual es ancha.

### **De sección transversal triangular-circular**

En algunas especies como *B. chrysourea* los ovarios al inicio de su maduración son triangulares en sección transversal (Fig. 34 c, e), por el contacto con la vejiga natatoria, el intestino y la pared de la cavidad visceral. En estado maduro estos ovarios adquieren la sección circular por el aumento del diámetro de los ovocitos.

### **De sección plana**

Los ovarios son lateralmente aplanados en especies de cuerpo comprimido como *Anchoa mitchilli* (Engraulidae) (Fig. 33), *Brevoortia patronus* (Clupeidae), *Achirus lineatus* (Achiridae), *Citarichthys spilopterus* (Paralichthyidae) (Fig. 41) y *Bothus robinsi* (Bothidae).

Los ovarios son dorsoventralmente aplanados en especies de cuerpo deprimido como el pez murciélago *Ogcocephalus radiatus* (Ogcocephalidae) y en especies con la cavidad visceral deprimida como *Cathorops melanopus* (Ariidae) (Fig. 35 c).

### **Con crecimiento extravisceral**

En las especies de lenguados (orden Pleuronectiformes) como *C. spilopterus* característicamente los ovarios se desarrollan fuera de la cavidad visceral (Fig. 41 a), entre los pterigióforos de la aleta anal, las espinas hemales de las vértebras caudales, y entre los músculos *hypaxialis*, *inclinadores anales*, *erectores anales* y *depresores anales* (Fig. 41 b), los cuales mueven los radios de la aleta anal.

Debido a que en los Pleuronectiformes la aleta anal se inicia considerablemente adelante, y a que el primer pterigióforo anal está curvado, los orificios anal, genital

y urinario, se localizan en una posición adelantada. Esto implica que estando los ovarios en una posición posterior, el gonoducto se oriente hacia delante.

## **Testículos**

### **Asociados con órganos epigonales**

El tiburón *Charcharhinus* sp. (Carcharhinidae) y las rayas *Gymnura micrura* (Gymnuridae) (Fig. 42), *Urotrygon chilensis* (Urolophidae), *Dasyatis sabina* (Dasyatidae), *Raja texana* (Rajidae) presentan los dos testículos asociados a los órganos epigonales. Ambos tipos de órganos están suspendidos por los mesorchia.

### **Impares**

*Strongylura marina* (Belonidae) presenta sólo el testículo derecho el cual es alargado y está suspendido por el mesorquium.

### **Pareados**

La mayoría de las especies de teleósteos examinadas mostraron dos testículos, como *Strongylura notata* y *Strongylura timucu* (Belonidae). Cada testículo está suspendido por un mesorquium desde la vejiga natatoria como se observa en *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae).

### **Tamaño relativo**

En general los testículos son más pequeños que los ovarios en la misma especie de teleósteos. Sin embargo, en *Anchoa mitchilli* y *Cetengraulis edentulus* (Engraulidae) (Fig. 43) y en *Astyanax fasciatus* (Characidae) (Fig. 48) los testículos maduros son aproximadamente del mismo tamaño que los ovarios maduros.

### **Asimétricos**

En general un testículo es relativamente más largo que el otro en los Teleostei. Especies que muestran una notable diferencia en el tamaño y la forma entre ambos testículos son *Anchoa mitchilli* y *Cetengraulis edentulus*.

En *A. mitchilli* (Fig. 43 b) el testículo izquierdo es más grande que el derecho, y de manera similar al ovario, se extiende ventral al intestino. Como una situación opuesta, el testículo derecho de *C. edentulus* es notablemente más grande que el izquierdo (Fig. 43 d).



### **Fusionados posteriormente**

En la mayoría de las especies de teleósteos examinadas, ambos testículos están fusionados por su porción posterior. Esto se observa por ejemplo en *Bairdiella chrysoura*, *Mugil curema* (Mugilidae), *Opsanus beta* (Batrachoididae). En especies como *B. chrysoura* la fusión posterior implica que al unirse internamente los dos conductos testiculares principales, se forme un seno testicular, del cual parte el conducto espermático común (Fig. 44 c).

### **Fusionados en su porción anterior**

Esta condición se reconoce en *Goodea atripinnis* (Goodeidae) (Fig. 46), en que el primer tercio de ambos testículos se hallan fusionados entre sí, quedando el resto de las gónadas separado.

### **Unidos en toda su longitud sin fusionarse**

En los bagres de la familia Ariidae (*Cathorops melanopus* (Fig. 45), *Ariopsis felis*, *Bagre marinus*) ambos testículos se encuentran en contacto en toda su longitud, sin embargo, no se encuentran fusionados.

### **Fusionados en toda su longitud**

Los testículos de *Gambusia regani* (Fig. 47) y *G. affinis* se encuentran totalmente fusionados entre sí. Al madurar tienden a desviarse al lado derecho de la cavidad visceral.

### **Rectos**

La mayoría de los teleósteos examinados mostraron los testículos alargados y rectos, como se observa en *B. chrysoura* y *Cathorops melanopus* (Figs. 44, 45).

### **En zigzag**

En los carácidos *Astyanax fasciatus* (Fig. 48) y *Bramocharax dorioni* los testículos maduros tienen una trayectoria en zigzag.

### **Paralelos**

En numerosos teleósteos, ambos testículos tienen una posición paralela, ya sea separados entre sí como en *B. chrysoura* y *Syngnathus scovelli*, o unidos entre sí como en *Cathorops melanopus* (Fig. 45), *Ariopsis felis* y *Bagre marinus*.

### **Divergentes**

Los testículos que tienen un trayecto divergente se observan en especies como *Diodon hystrix* (Fig. 14).

### **Paralelos-divergentes**

En *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae) (Fig. 49) los testículos son paralelos en su porción posterior, sin embargo, al madurar, quedan separados por la vejiga natatoria.

### **De sección transversal triangular**

En algunas especies como *B. chrysoura* (Fig. 44 d) los testículos son triangulares en sección transversal, por el contacto con la vejiga natatoria, el intestino y la pared de la cavidad visceral.

### **De sección plana**

Los testículos son lateralmente aplanados en especies de cuerpo comprimido como *Cetengraulis edentulus*, *Anchoa mitchilli* (Engraulidae) (Fig. 43 b), *Brevoortia patronus* (Clupeidae), *Symphurus plagiusa* (Cynoglossidae), *Achirus lineatus* (Achiridae) y *Bothus robinsi* (Bothidae).

Los testículos son dorsoventralmente aplanados en especies de cuerpo deprimido como el pez murciélago *Ogcocephalus radiatus* (Ogcocephalidae) y en especies con la cavidad visceral deprimida como *Cathorops melanopus* (Ariidae) (Fig. 45 b).

### **Lobulares**

En especies de bagres de las familias Ictaluridae, (*Ictalurus balsanus* e *Ictalurus punctatus*) (Fig. 50) y Pimelodidae (*Rhamdia guatemalensis*) (Fig. 49) los testículos están formados en toda su longitud por numerosos lóbulos. En *Ictalurus* los lóbulos son triangulares y de varios tamaños, mientras que en *R. guatemalensis* son digitiformes y de tamaño uniforme.

### **Con porciones espermatogénica y aespermatogénica**

En *Hyporhamphus roberti* (Hemirhamphidae) los testículos están especializados en una porción anterior y alargada, denominada espermatogénica y otra posterior más corta llamada aespermatogénica (Fig. 51 b).

### **Ovotestis**

La presencia de ovotestis se reconoció en *Thalassoma lucasanum* (Labridae) (Fig. 52) la que presenta un mayor volumen la porción ovárica que la testicular. Ambos ovarios están fusionados por su porción posterior. El ovario izquierdo es más largo y puntiagudo. El testículo es notablemente pequeño y se encuentra sobre la parte anterior y entre ambos ovarios.

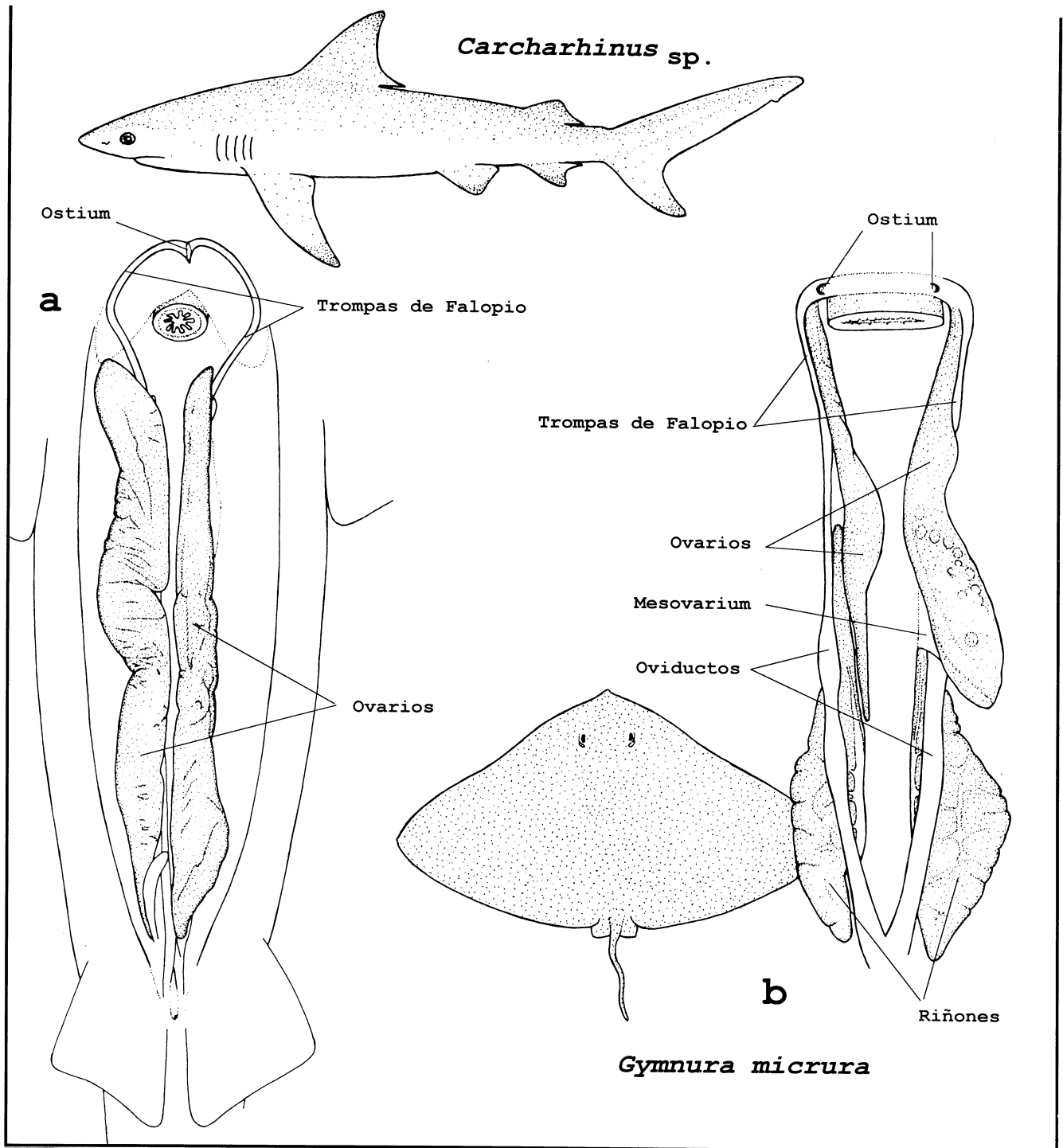


Figura 29. Sistema reproductor femenino de los Condrictios. a) Vista ventral de la cavidad visceral de *Carcharhinus sp.* (Carcharhinidae). b) Vista ventral del sistema reproductor de la hembra de *Gymnura micrura* (Gymnuridae).

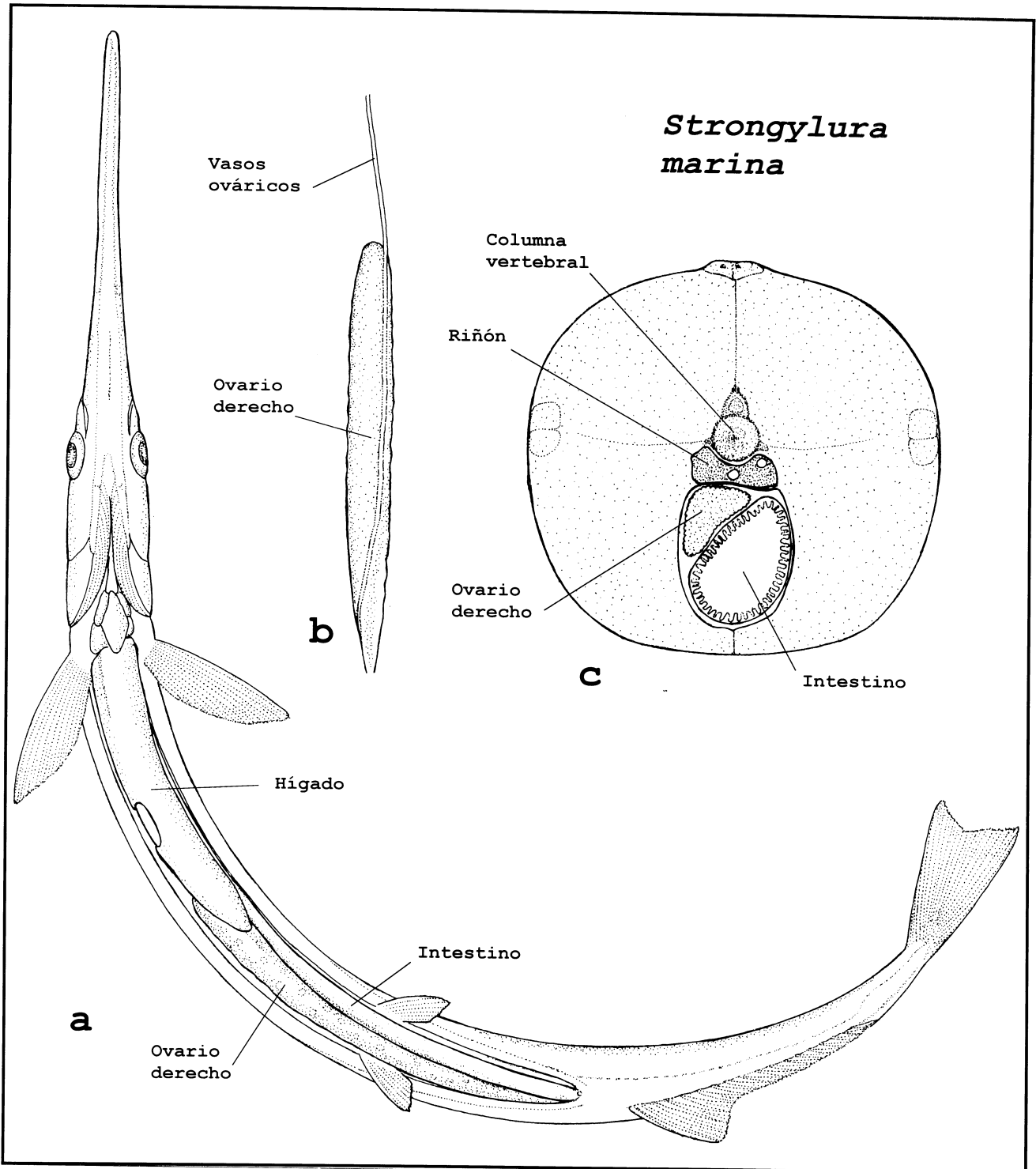


Figura 30. Ovario de *Strongylura marina* (Belonidae). a) Vista ventral de la cavidad visceral. b) Vista ventral del ovario derecho. c) Corte transversal del cuerpo al nivel del ovario.

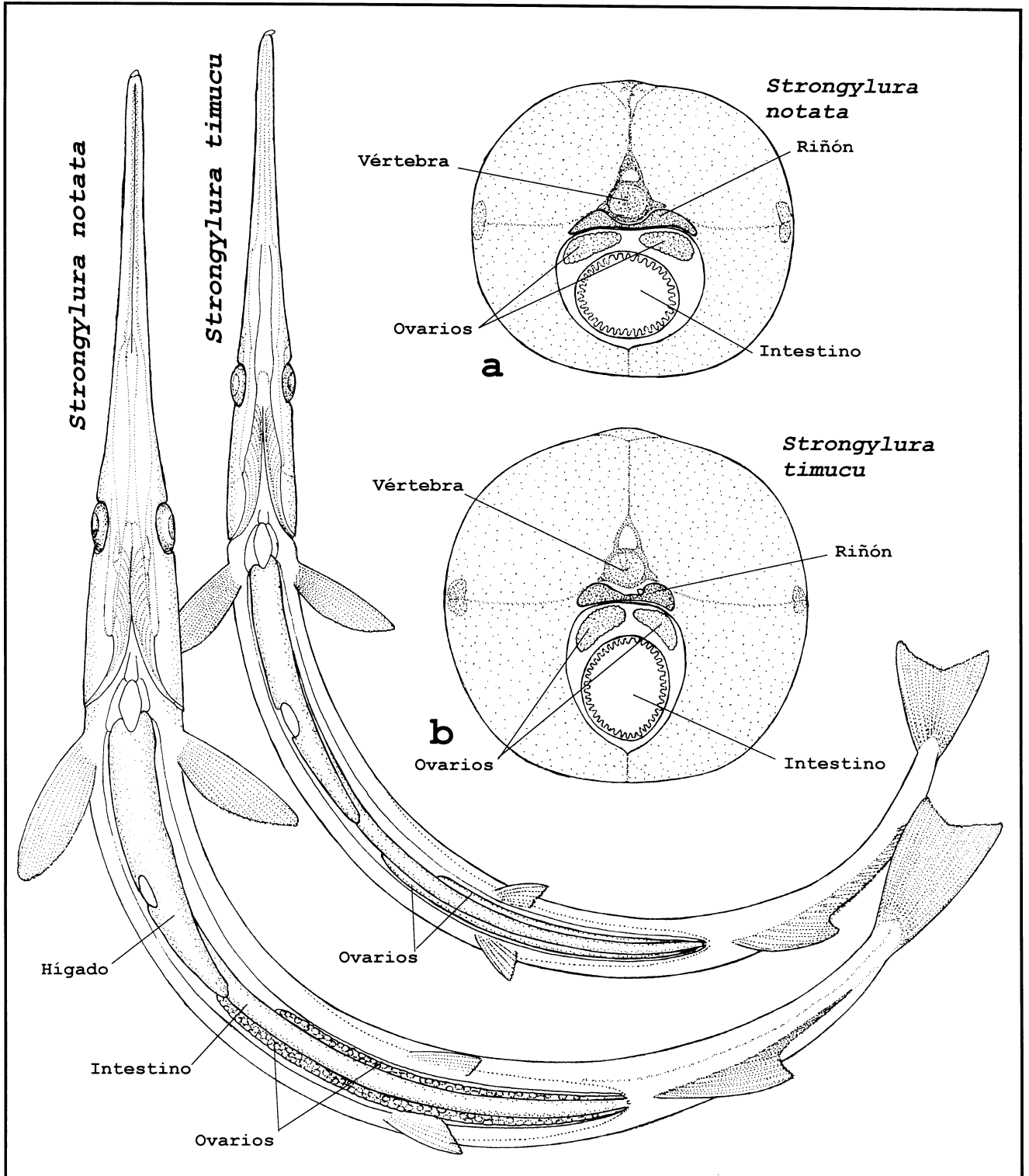


Figura 31. Ovarios de *Strongylura notata* y *Strongylura timucu* (belonidae). A) Vista ventral de la cavidad visceral de ambas especies. b) Corte transversal del cuerpo de las mismas especies.

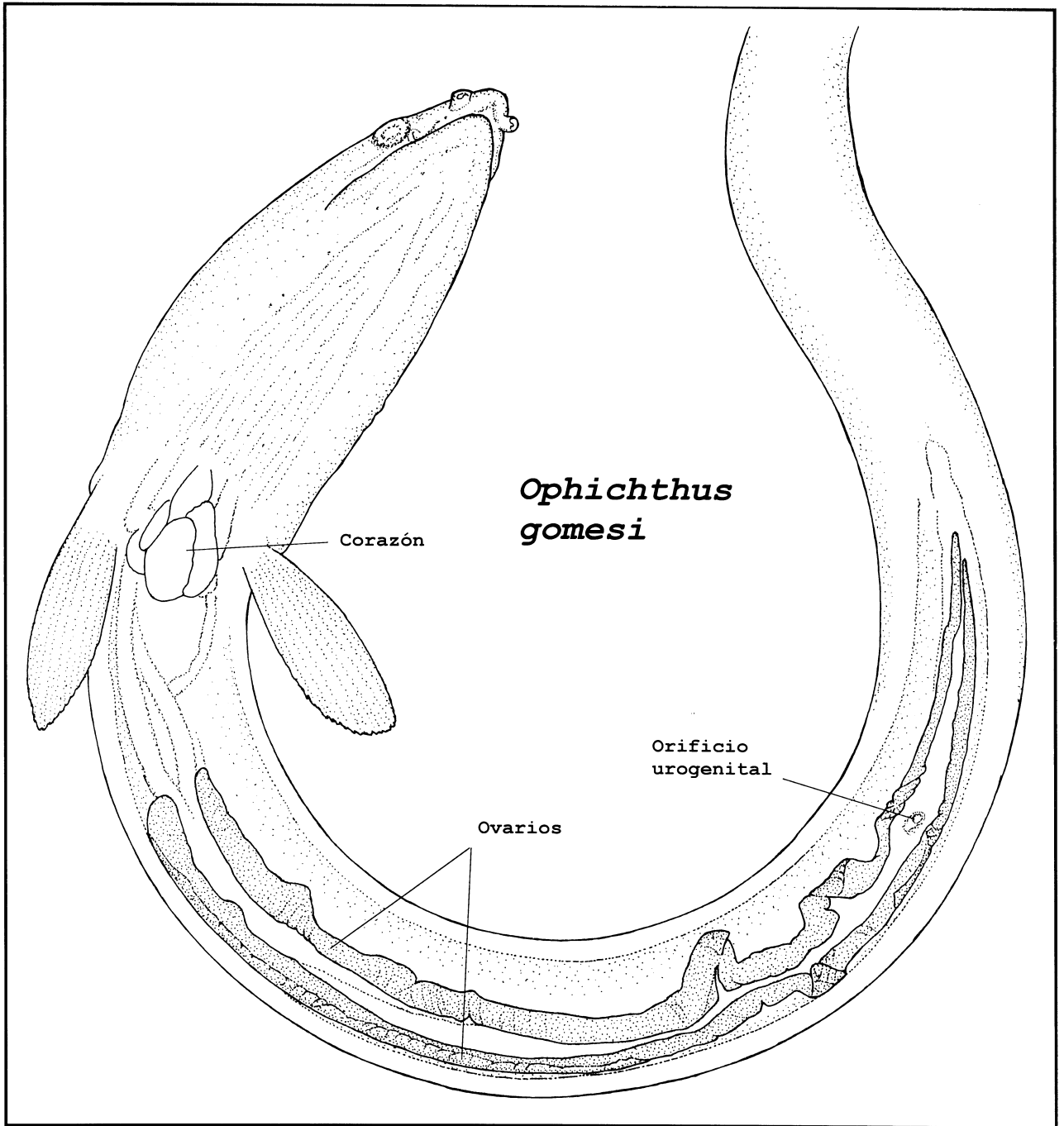


Figura 32. Ovarios de *Ophichthus gomesi* (Ophichthidae).  
Vista ventral.

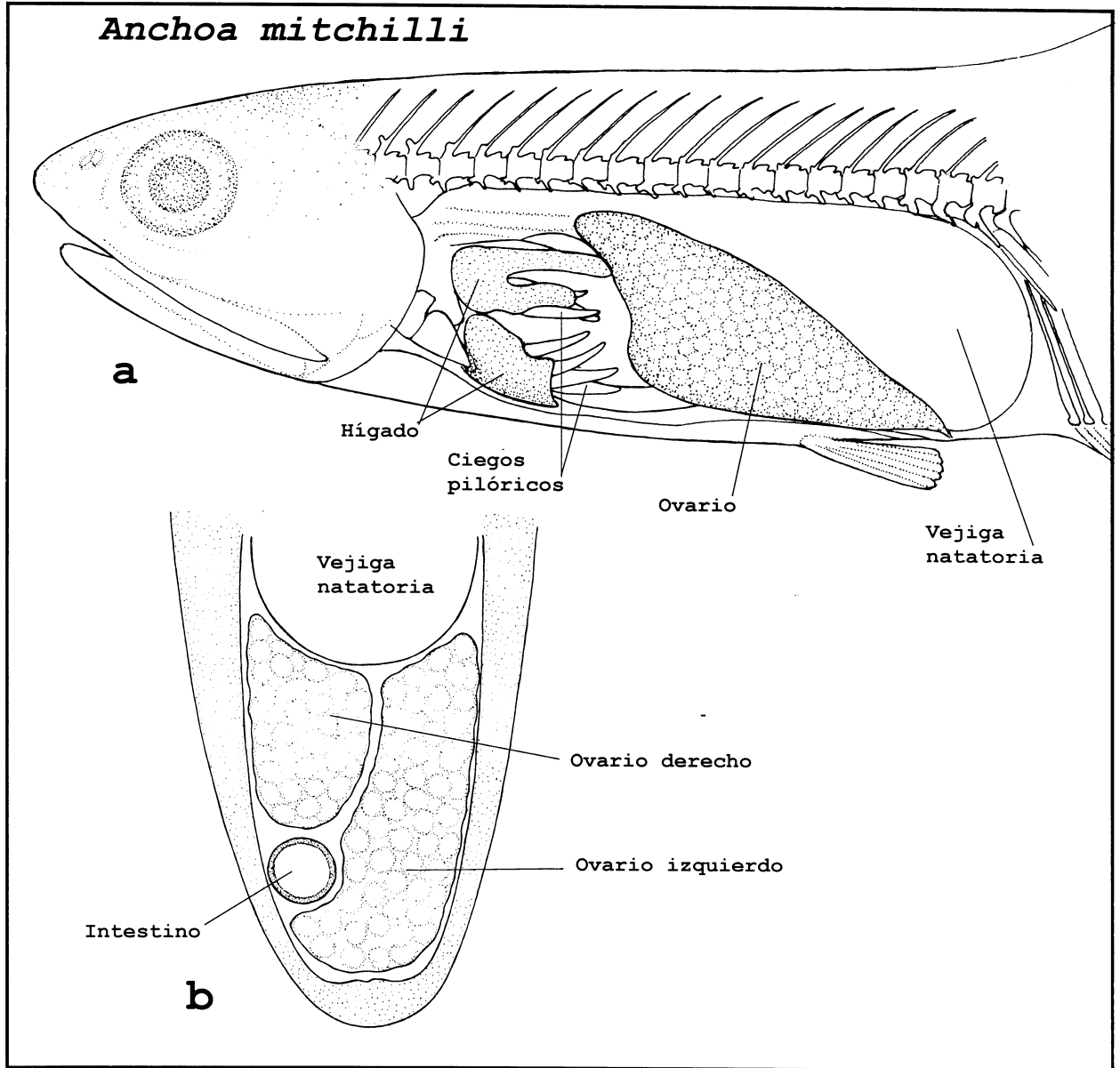


Figura 33. Ovarios de *Anchoa mitchilli* (Engraulidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Corte transversal de la cavidad visceral al nivel del intestino.



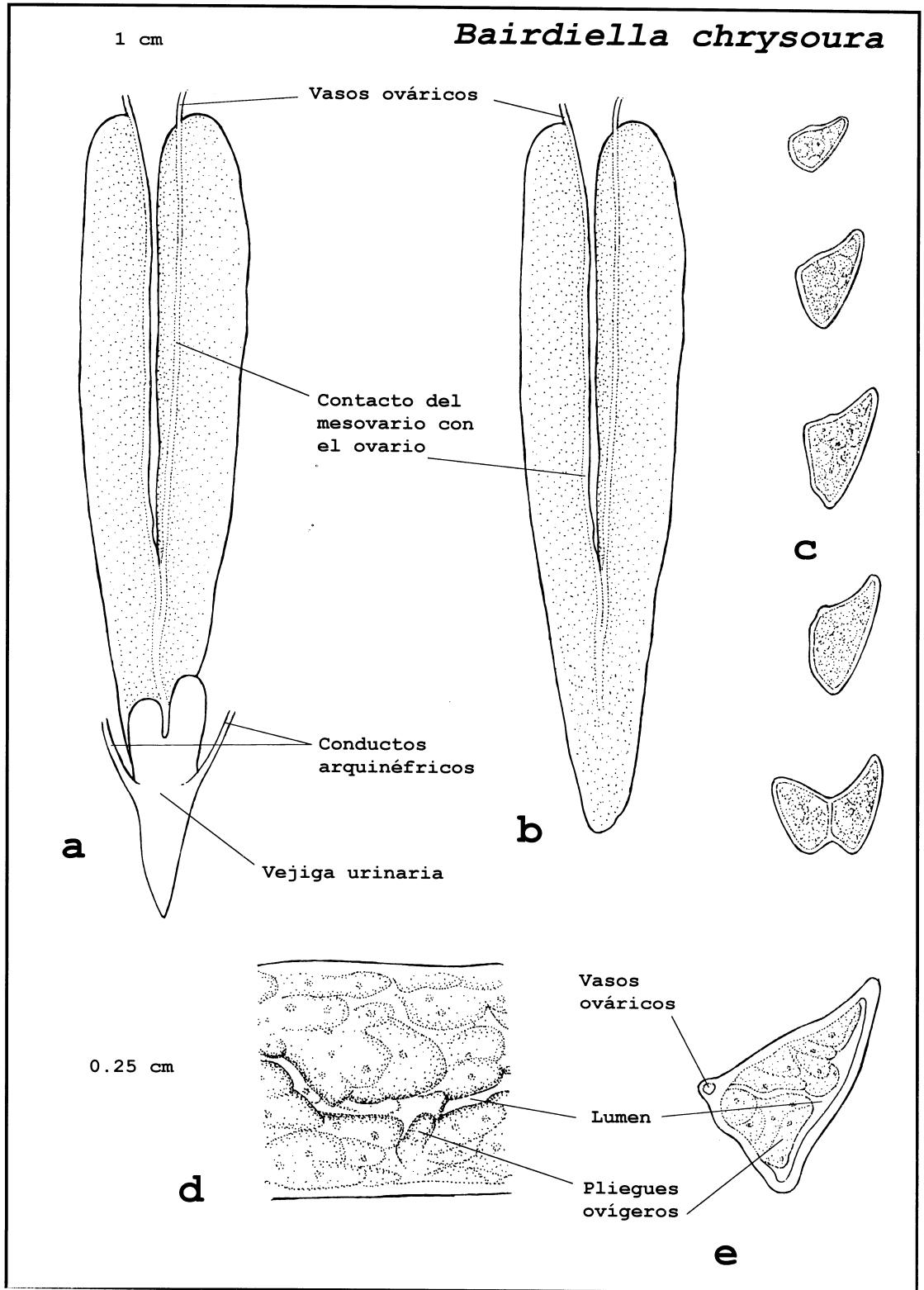


Figura 34. Ovarios de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista dorsal de los ovarios. c) Cortes transversales del ovario. d) Corte sagital de una porción de un ovario.

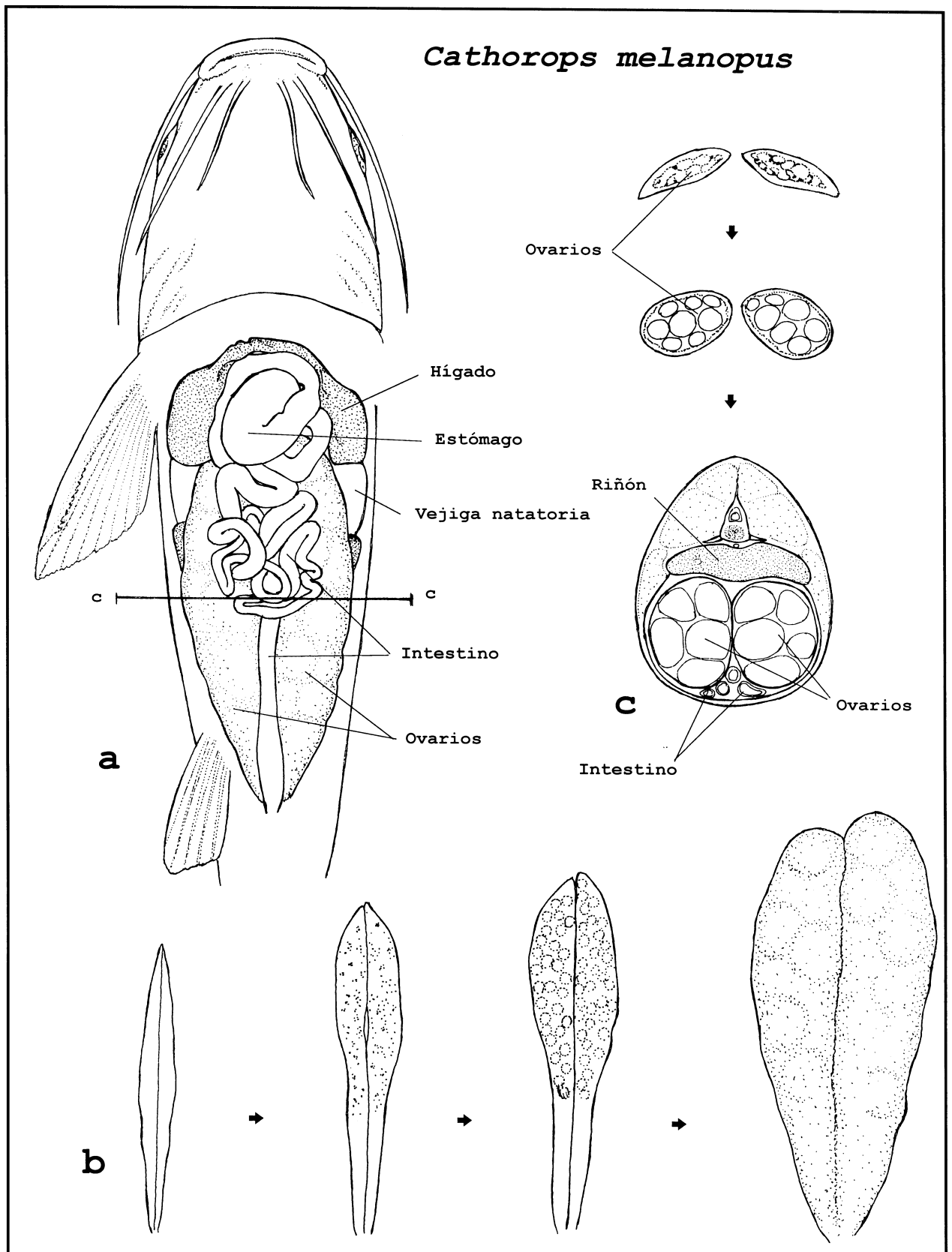


Figura 35. Ovarios de *Cathorops melanopus* (Ariidae). a) Vista ventral de la cavidad visceral. b) Secuencia de maduración de los ovarios. c) Corte transversal de los ovarios en maduración.

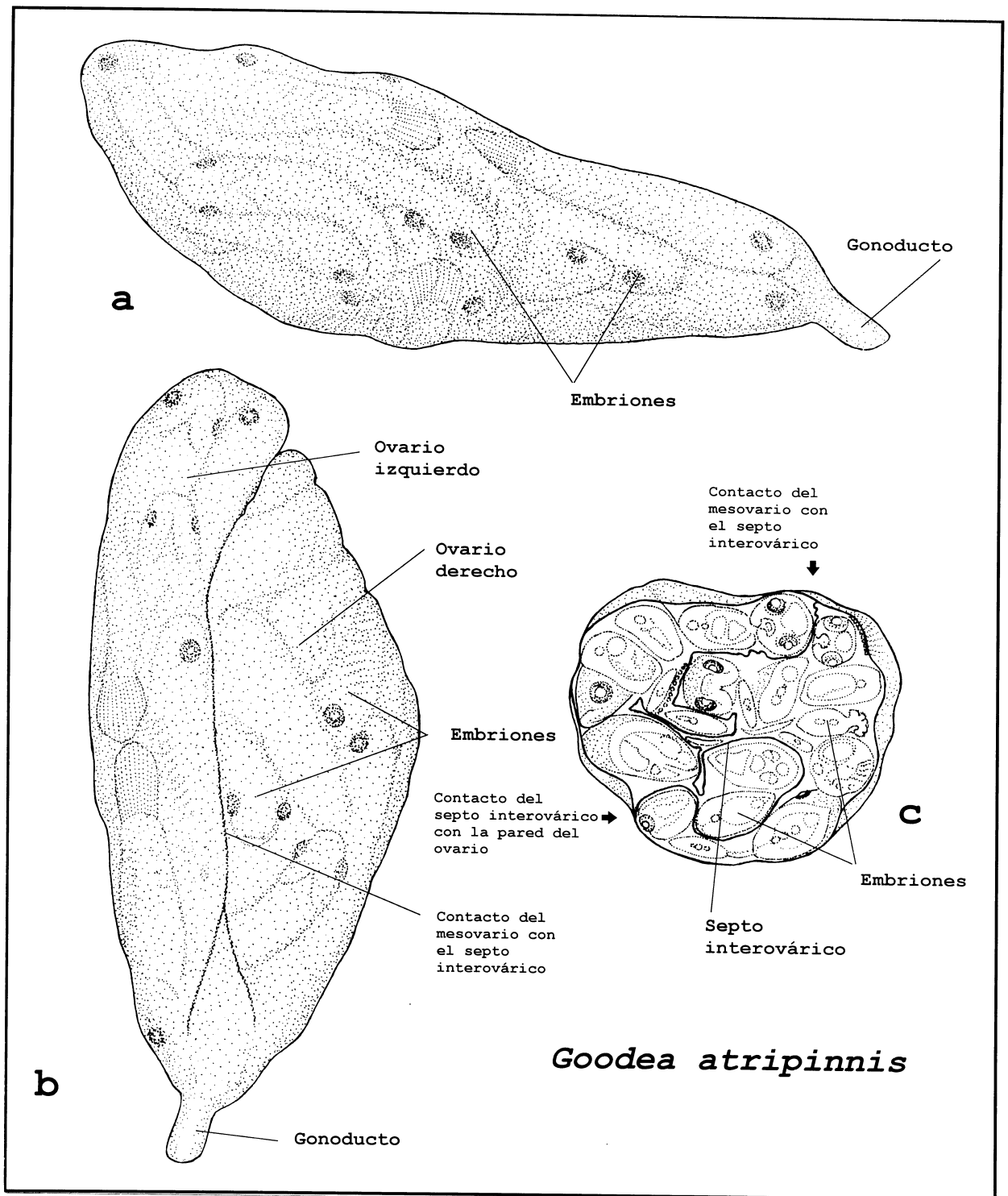


Figura 36. Ovario de *Goodea atripinnis* (Goodeidae). a) Vista lateral izquierda. b) Vista dorsal. c) Corte transversal.

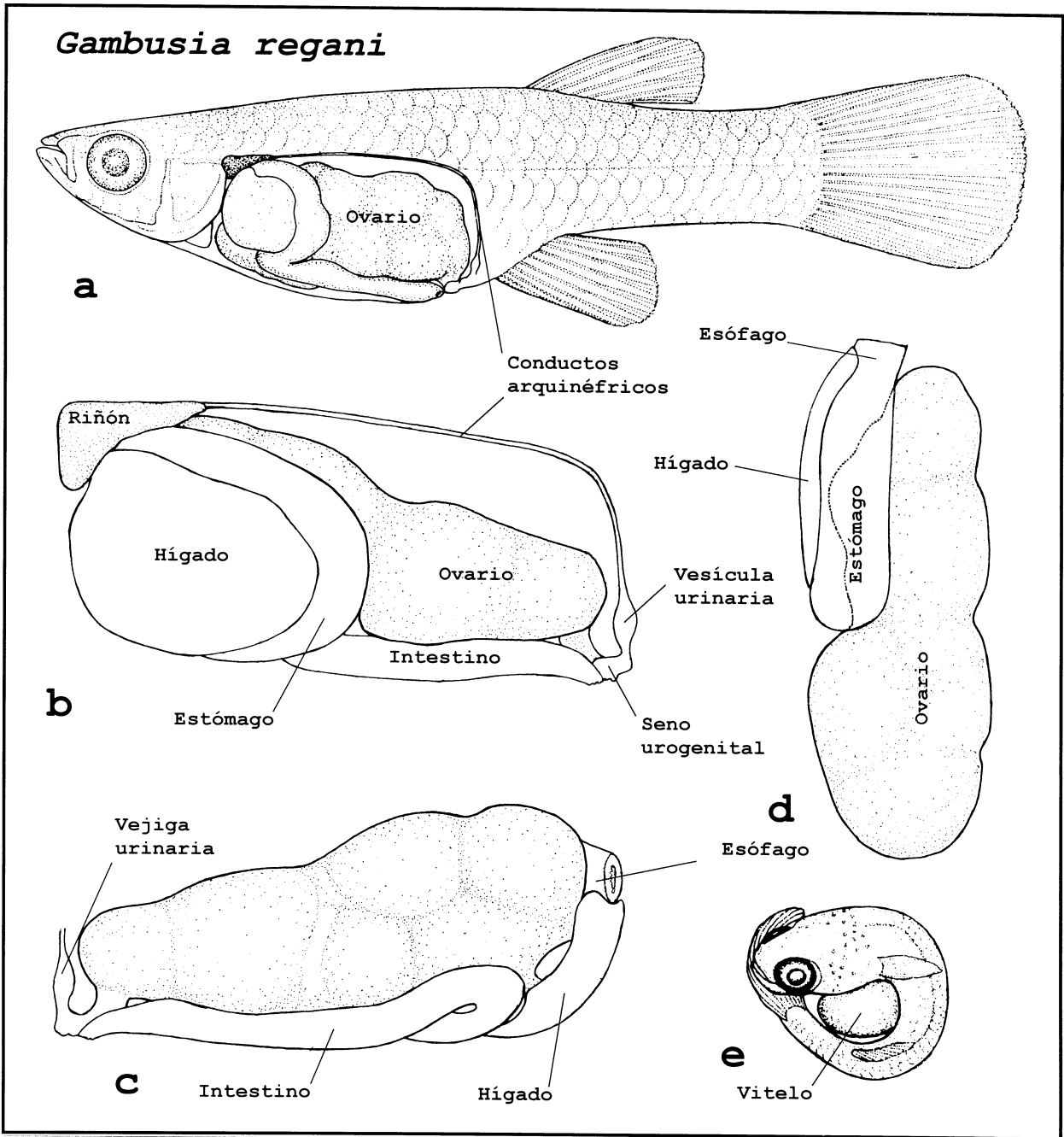


Figura 37. Ovarios de *Gambusia regani* (Poeciliidae). a, b) Vista lateral izquierda de la cavidad visceral. c) Vista lateral derecha del ovario y el sistema digestivo. d) Vista dorsal de los mismos órganos. e) Embrión.

*Syngnathus scovelli*

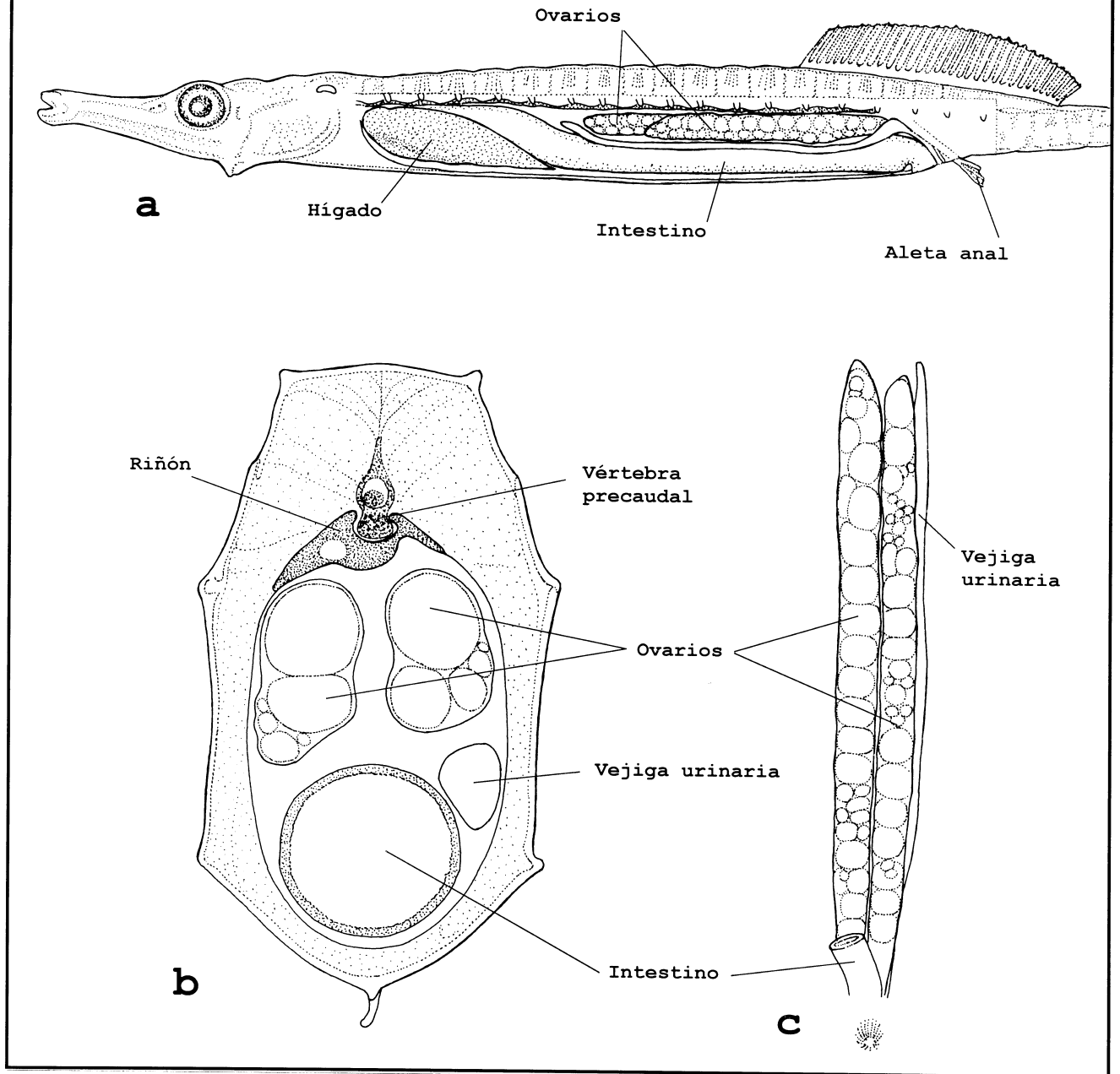


Figura 38. Ovarios de *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Corte transversal de la cavidad visceral. c) Vista ventral del ovario y la vejiga urinaria.

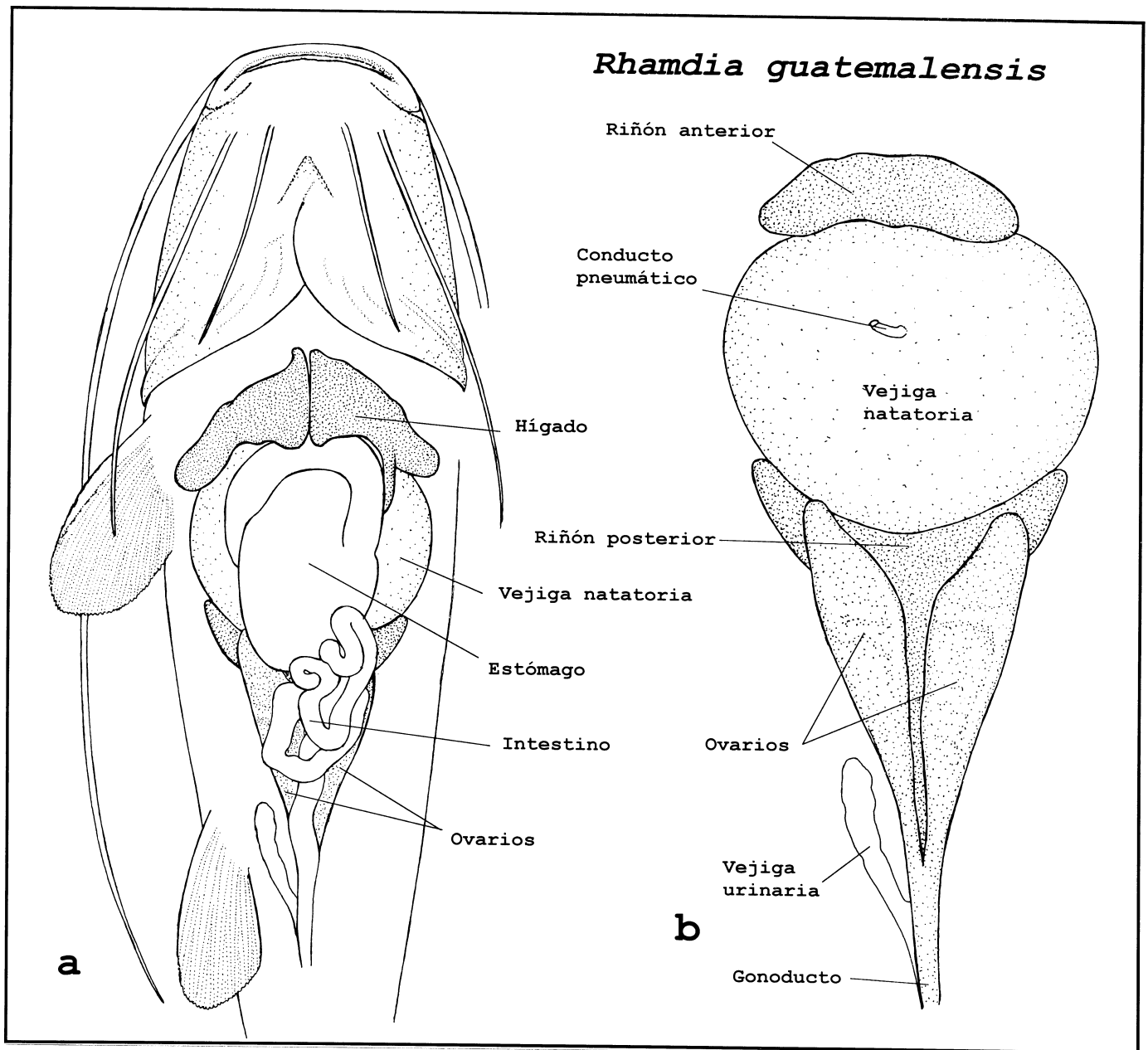


Figura 39. Ovarios de *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae). a) Vista ventral de la cavidad visceral. b) Vista ventral del sistema urogenital.

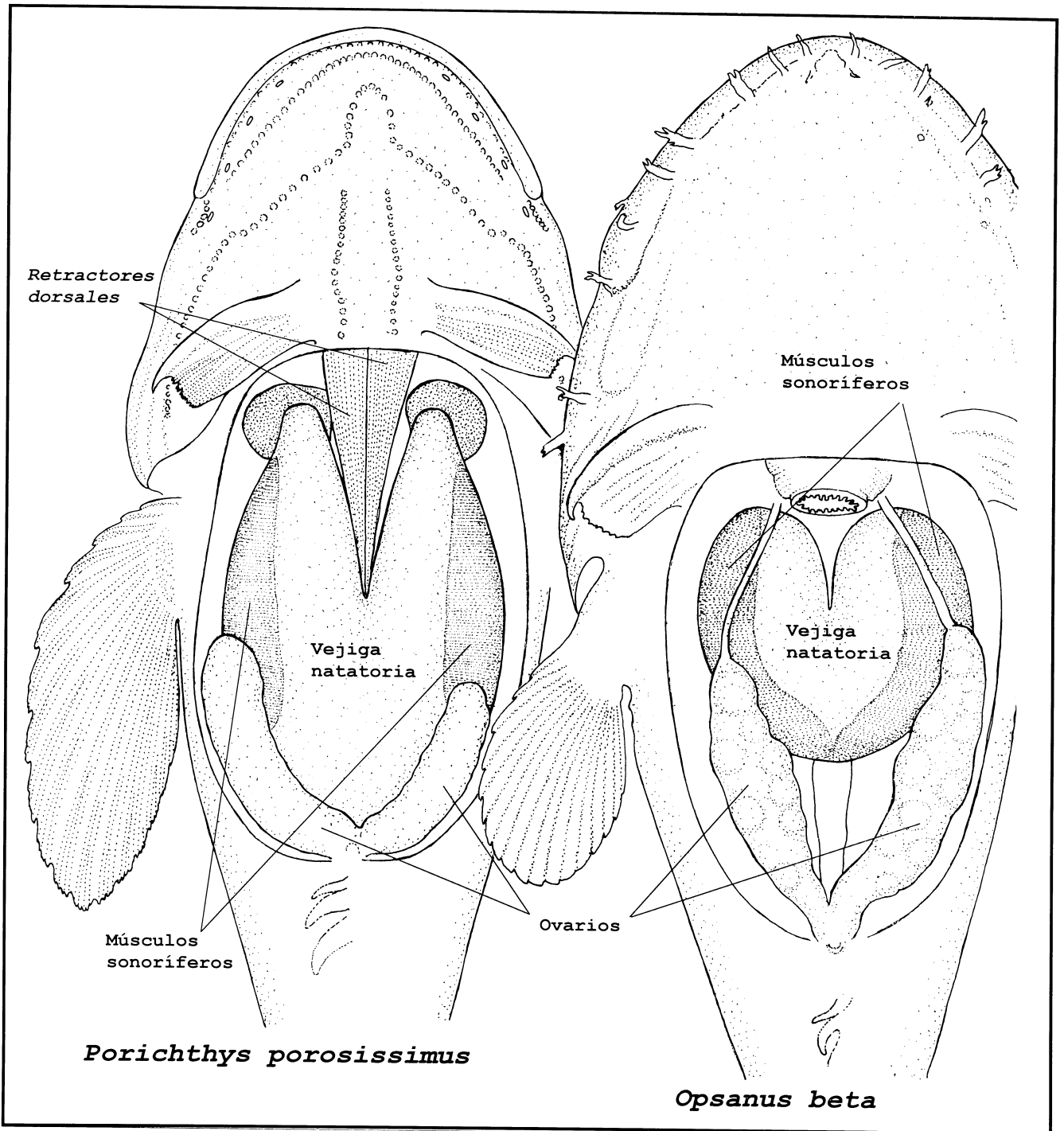


Figura 40. Ovarios de los Batrachoididae. Vista ventral de la cavidad visceral. a) *Porichthys porosissimus*. b) *Opsanus beta*.

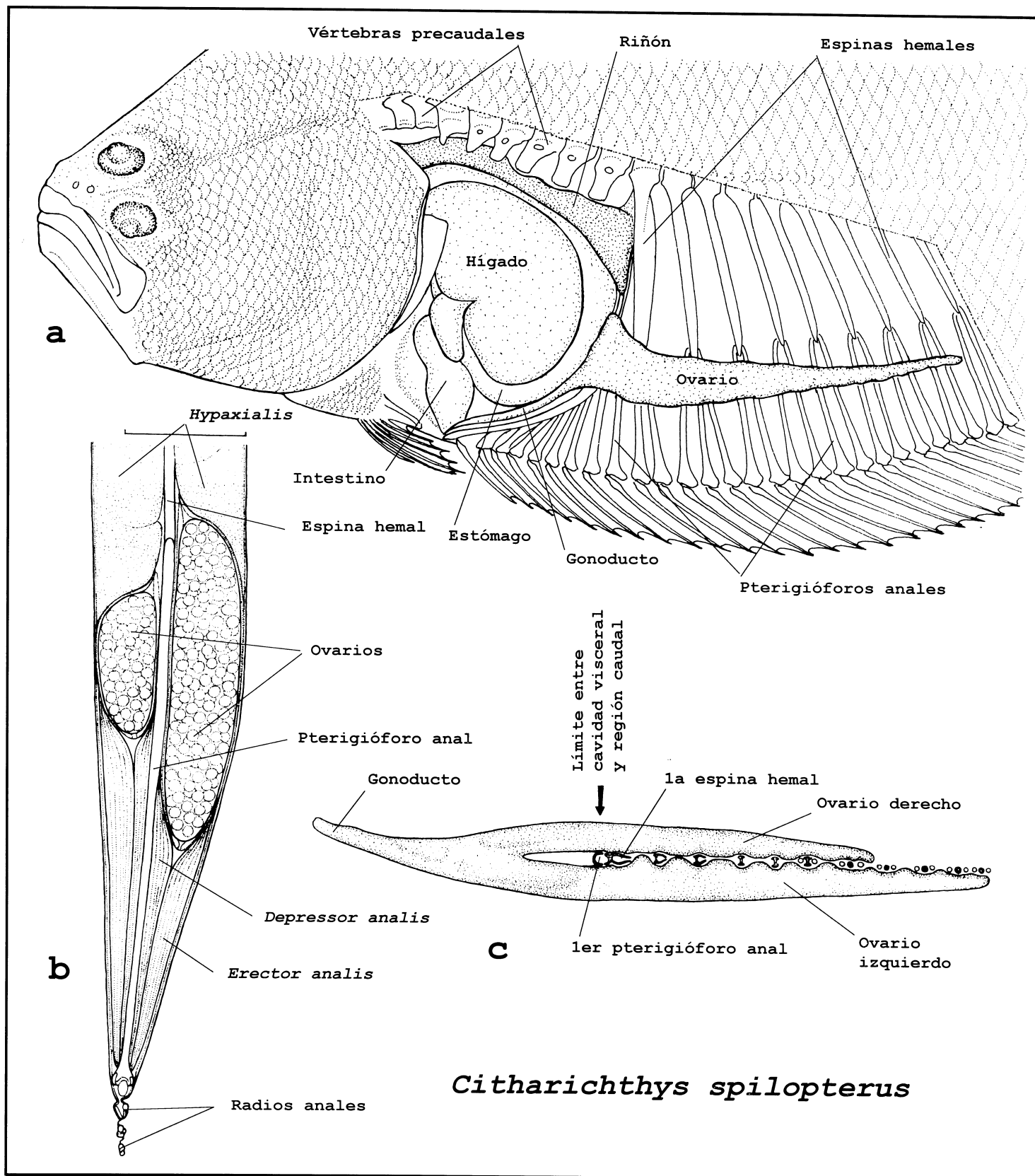


Figura 41. Ovarios de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae). a) Vista lateral izquierda (lado oculado) de la cavidad visceral y parte del esqueleto postcefálico. b) Corte transversal de la región caudal al nivel de los ovarios. c) Vista dorsal de los ovarios.



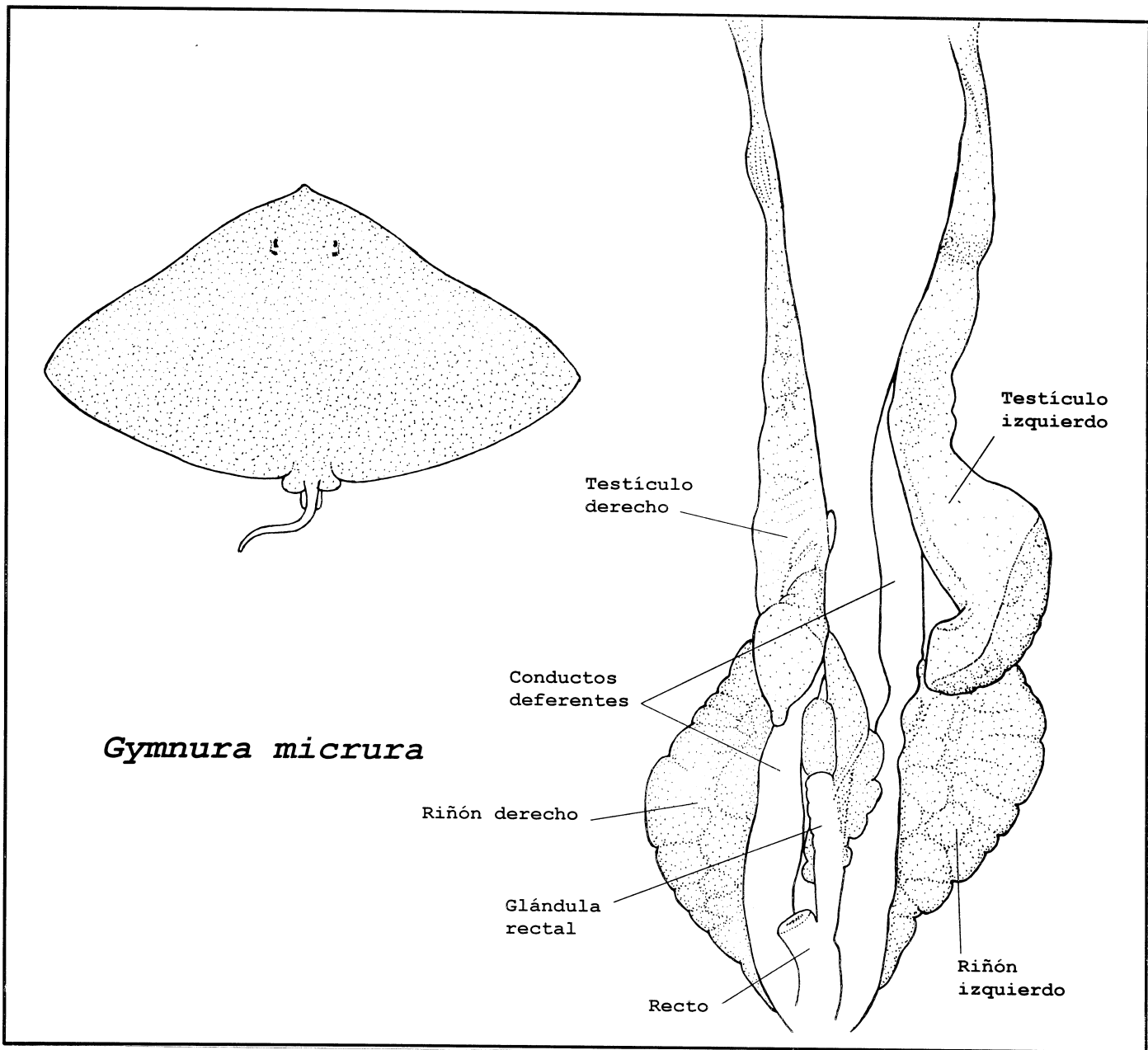


Figura 42. Testículos de *Gymnura micrura* (Gymnuridae).  
Vista ventral del sistema urogenital.

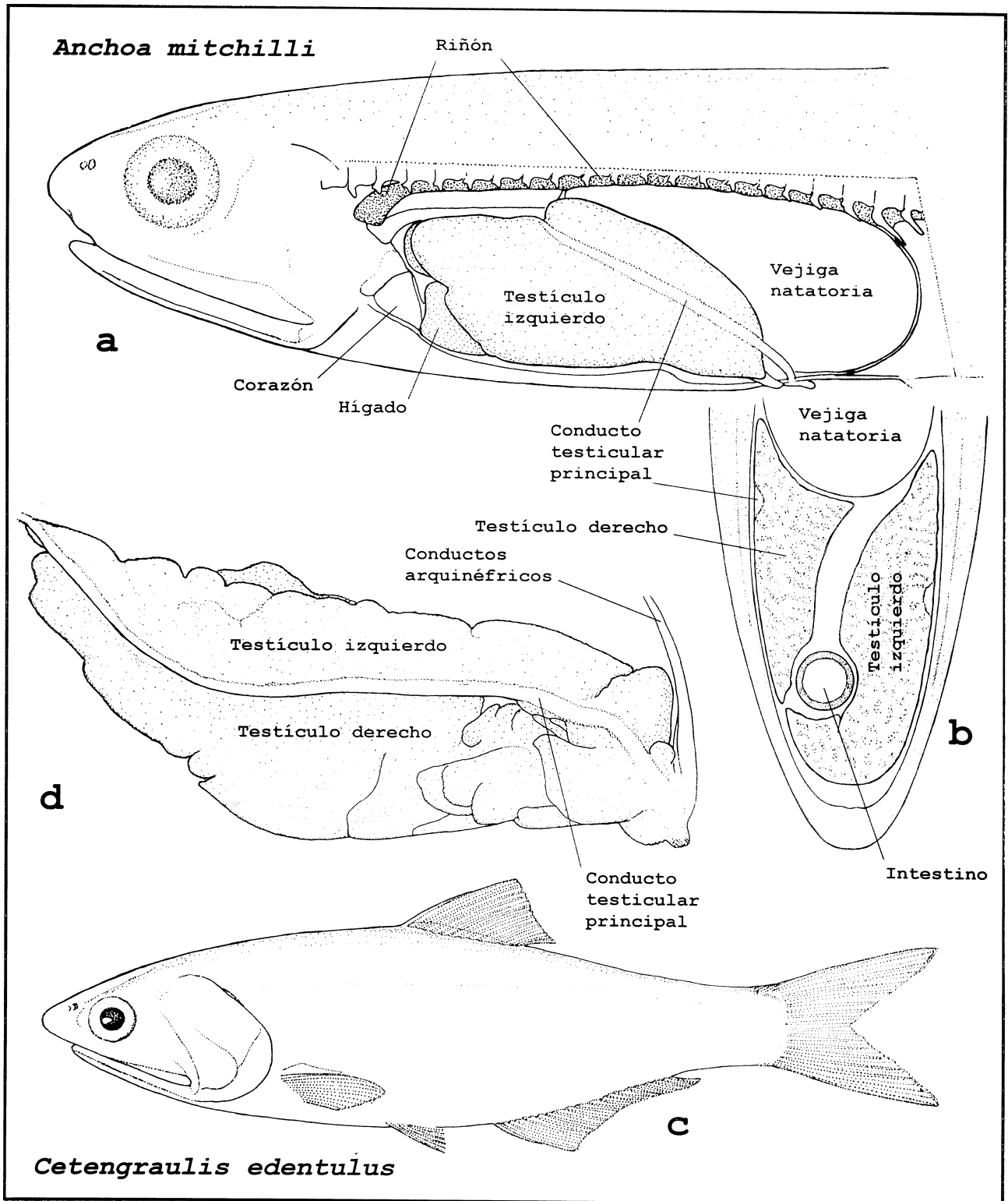


Figura 43. Testículos de Engraulidae. a) Vista lateral de la cavidad visceral de *Anchoa mitchilli*. b) Corte transversal de la cavidad visceral de la misma especie. c) *Cetengraulis edentulus*. c) Vista lateral izquierda de los testículos de la misma especie.

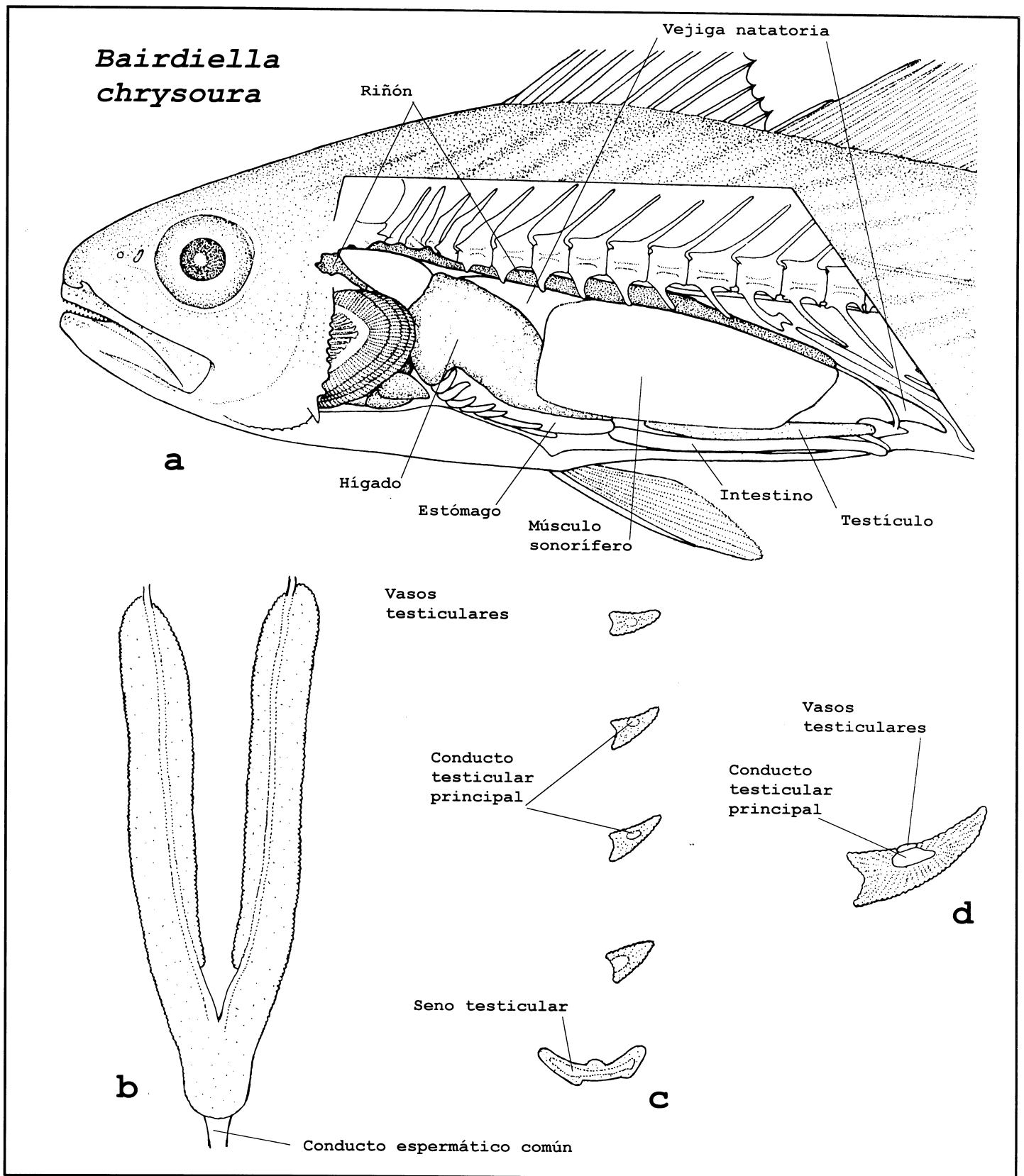


Figura 44. Testículos de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral del macho. b) Vista dorsal de los testículos. c, d) Secciones transversales del testículo.

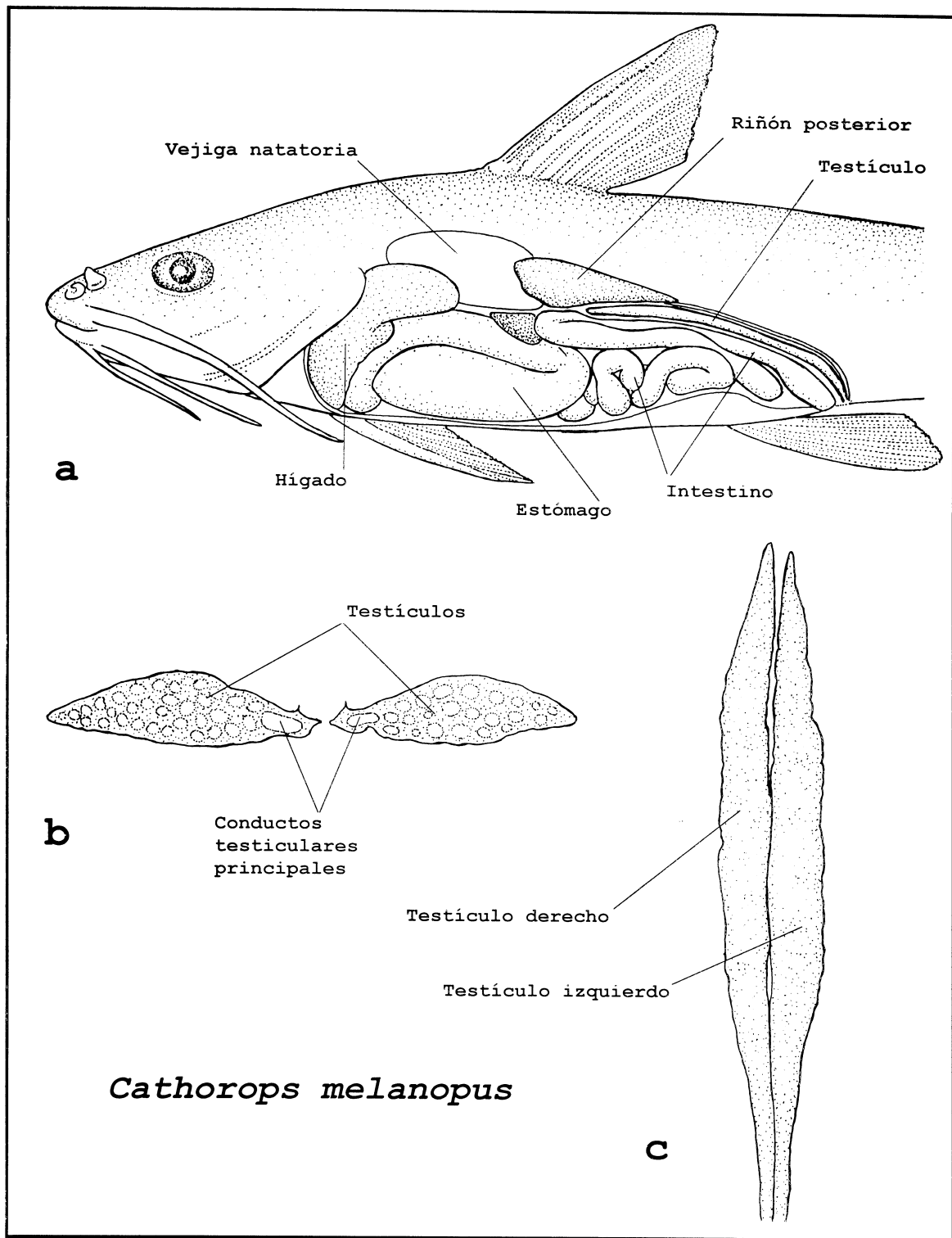


Figura 45. Testículos de *Cathorops melanopus* (Ariidae).  
 a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Corte  
 trasversal de ambos testículos. c) Vista ventral de los  
 testículos.

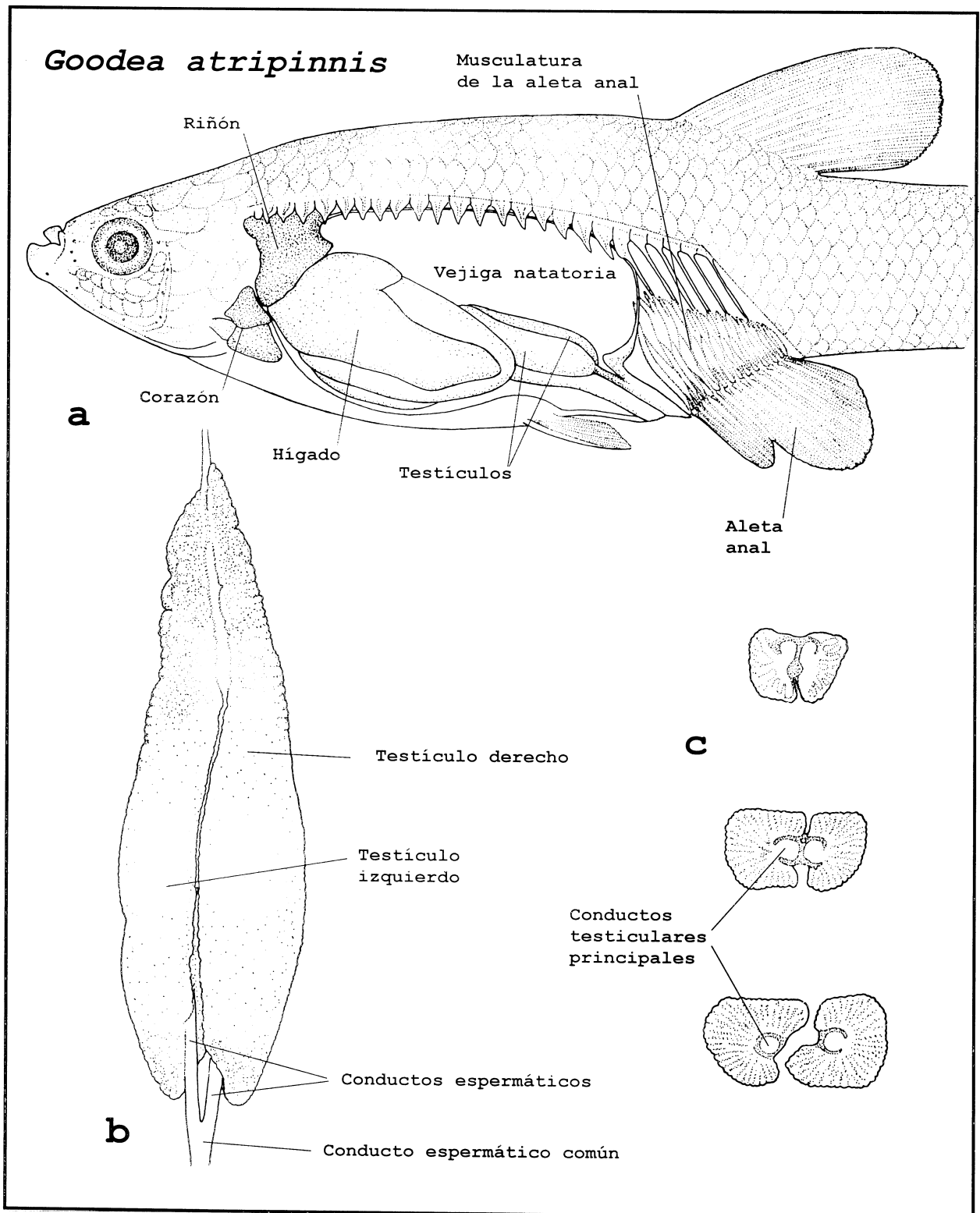


Figura 46. Testículos de *Goodea atripinnis* (Goodeidae).  
 a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista dorsal de los testículos. c) Cortes transversales de los

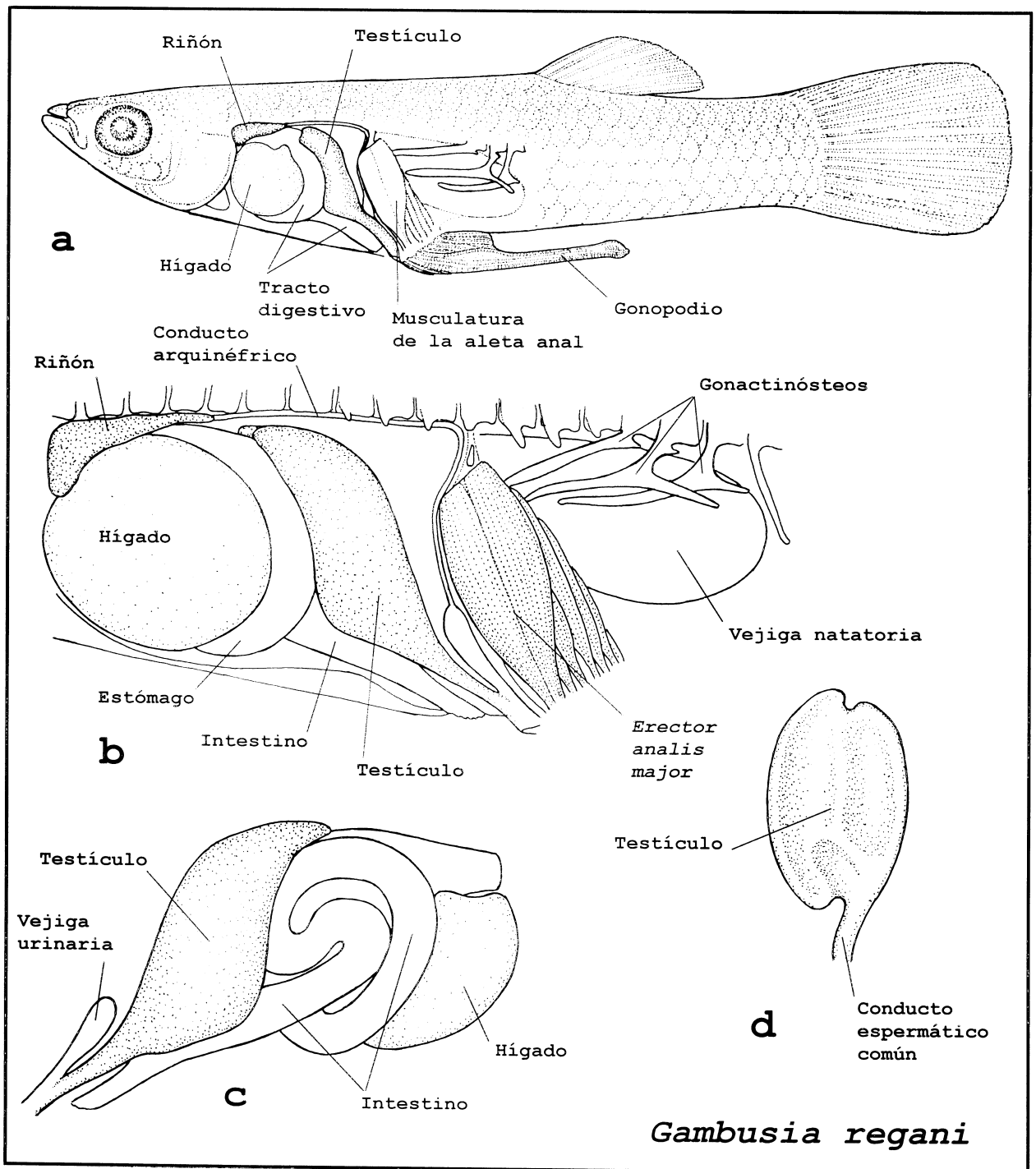


Figura 47. Testículo de *Gambusia regani* (Poeciliidae). a) b) Vista lateral izquierda de la cavidad visceral. c) Vista lateral derecha del sistema digestivo y el testículo. d) Vista anterior del testículo.

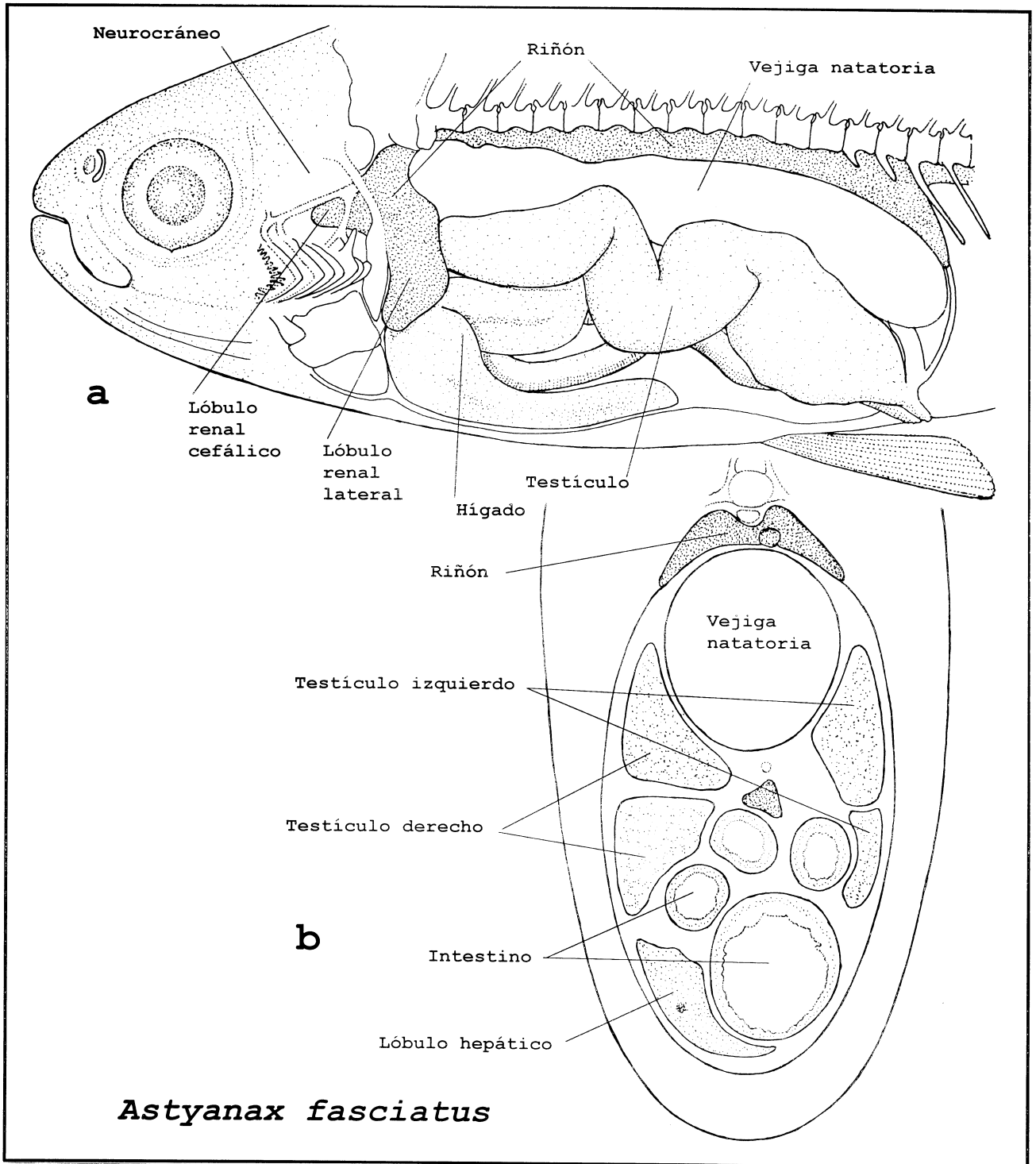


Figura 48. Testículos de *Astyanax fasciatus* (Characidae).  
 a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Corte transversal de la cavidad visceral al nivel del intestino.

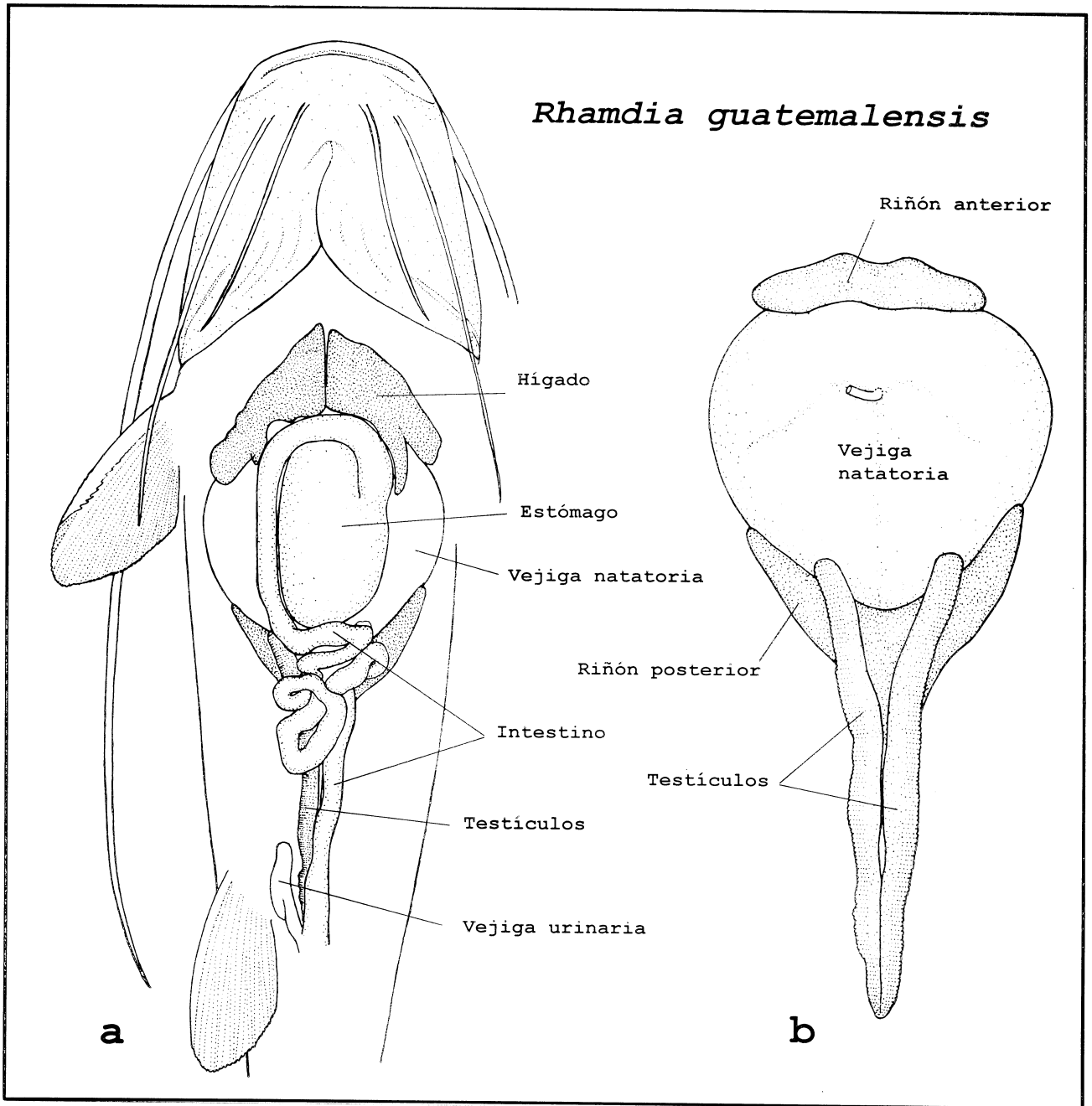


Figura 49. Testículos de *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae). a) Vista ventral de la cavidad visceral. b) Vista ventral del sistema urogenital.



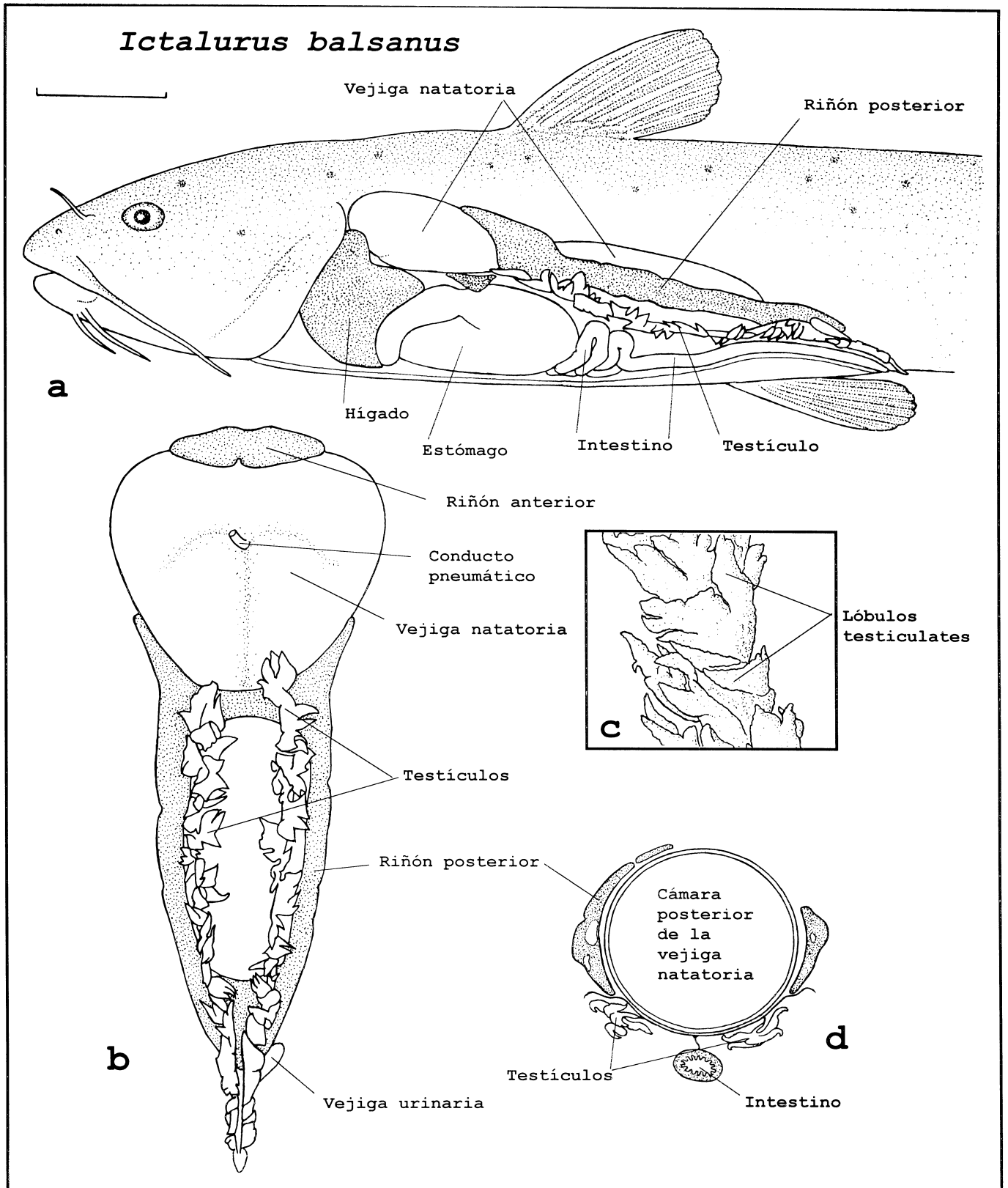


Figura 50. Testículos de *Ictalurus balsanus* (Ictaluridae). a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista ventral del sistema urogenital. c) Aspecto de una porción de un testículo. d) Corte transversal de la cámara posterior de la vejiga natatoria y del sistema urogenital.

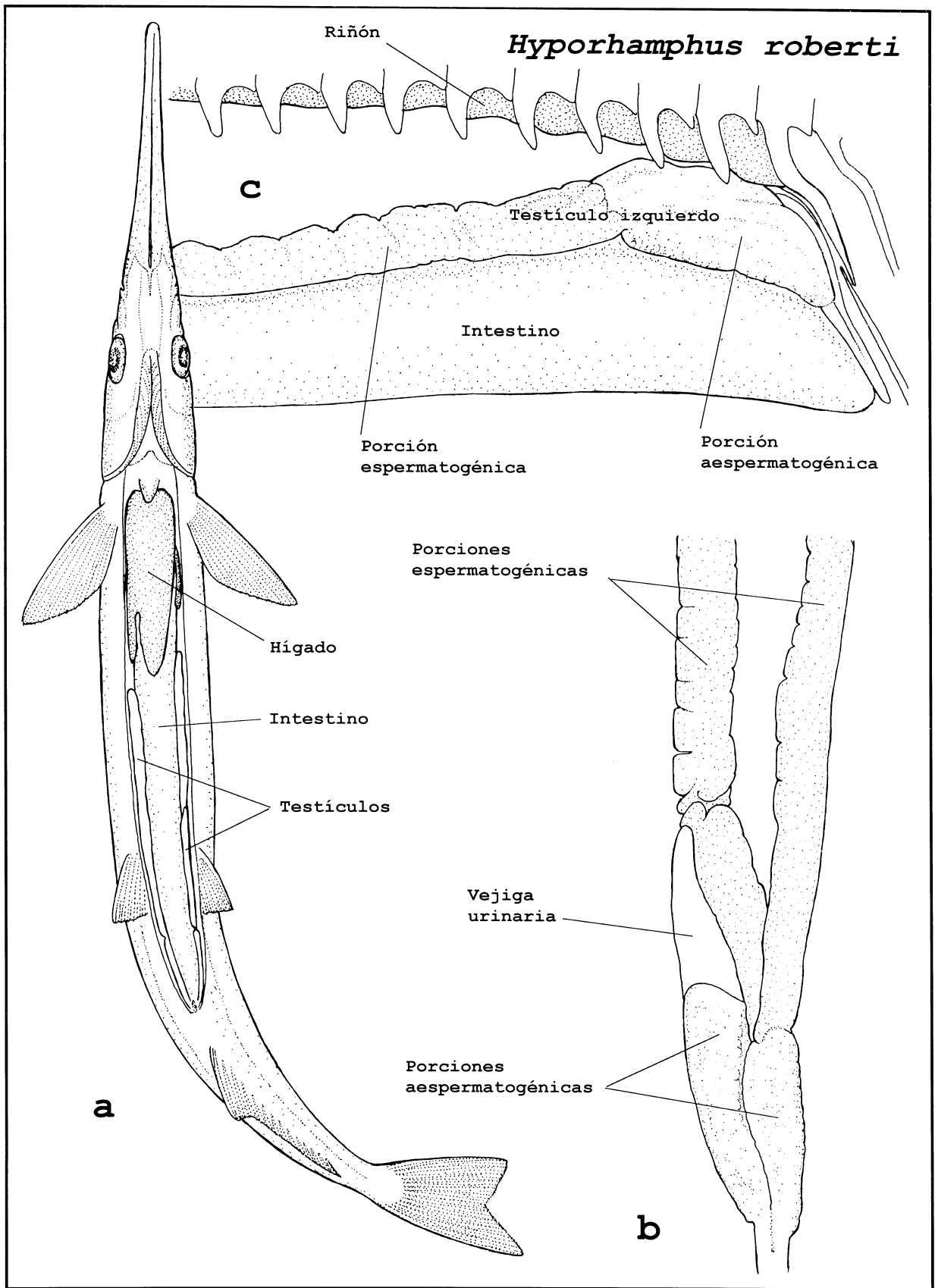


Figura 51. Testículos de *Hyporhamphus roberti* (Hemirhamphidae). a) Vista ventral de la cavidad visceral. b) Vista lateral del testículo. c) Vista ventral de ambos testículos.

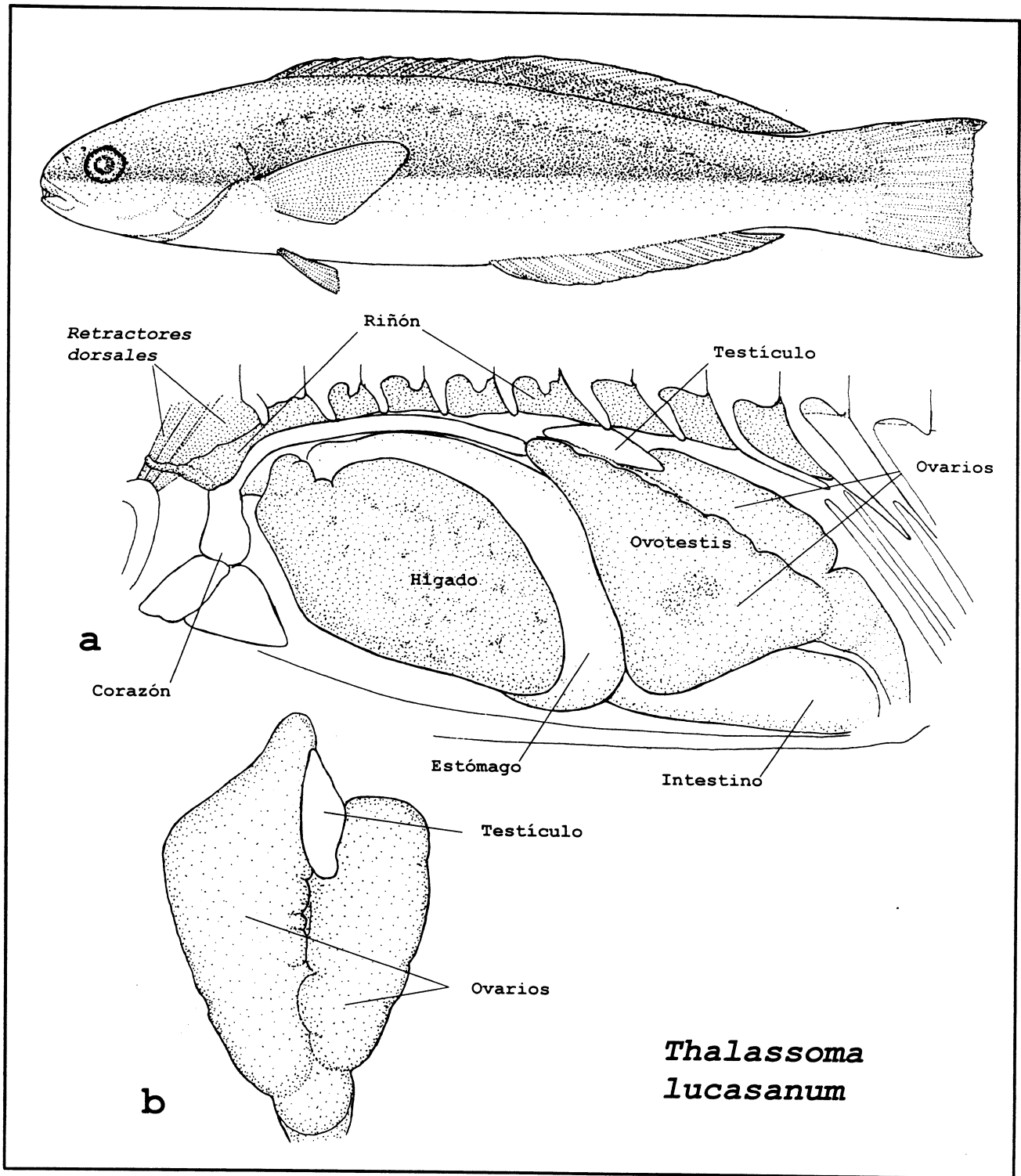


Figura 52. Ovotestis de *Thalassoma lucasanum* (Labridae).  
 a) Vista lateral de la cavidad visceral. b) Vista dorsal del ovotestis.

## **Diversidad del sistema de conductos urogenitales**

### **Conductos urinarios accesorios**

En los Squaliformes *Carcharhinus* sp. y en los Rajiformes como *Urotrygon chilensis*, *Raja texana* (Fig. 53 a), *Dasyatis sabina* (Fig. 53 b), y *Gymnura micrura* (Fig. 6, 7), la orina se conduce desde los riñones por los llamados conductos urinarios accesorios, que resultan de la unión de conductos colectores. En las hembras los dos conductos urinarios accesorios se abren a la cloaca mediante las papilas urinarias. En los machos se unen ambos conductos para abrirse mediante un orificio urinario común en la papila urogenital.

### **Conductos arquinéfricos totalmente separados**

En especies como *Goodea atripinnis* (Fig. 55 a), *Gambusia regani* y *Gambusia affinis* (Poeciliidae) (Fig. 69 a, b) y *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) (Fig. 54) ambos conductos arquinéfricos salen del riñón y corren paralelamente hasta alcanzar por separado la vejiga urinaria.

En las especies que tienen riñones cortos, los conductos arquinéfricos son largos como en *Gambusia* (Fig. 55 b). En las especies con riñones largos dichos conductos son cortos, como en *B. chrysoura* (Fig. 55 c) y *Gobionellus hastatus* (Gobiidae) (Fig. 55 d).

La longitud de los conductos arquinéfricos varía de acuerdo con el "adelantamiento" de la aleta anal, como se observa en *Menidia beryllina* (Atherinopsidae) (Fig. 55 f), en contraste con *Membras vagrans* (Atherinopsidae) (Fig. 55 e)

En numerosas especies como *Cathorops melanopus* (Ariidae) (Fig. 56 a), *Ictalurus punctatus* (Fig. 56 b) (Ictaluridae), *Diodon hystrix* (Diodontidae) (Fig. 14) ambos conductos abandonan por separado la parte posterior del riñón y después de un tramo, se fusionan en el llamado conducto urinario común.

### **Sin vejiga urinaria**

Tanto los Cephalaspidomorphi como los Chondrichthyes carecen de reservorio de la orina. En las lampreas como *Lampetra spadicea* cada conducto arquinéfrico recorre el borde ventral del mesonefros, sin estar libre, y ambos

conductos se comunican directamente con la papila urogenital.

En los tiburones y rayas los conductos arquinéfricos del macho están transformados en los conductos deferentes, como se observa en *Dasyatis sabina* (Fig. 60), y en las hembras están ausentes.

#### **Vejiga urinaria simple**

En especies de bagres de la familia Ariidae (Fig. 56 a) y de lenguados como *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) (Fig. 62) y *Bothus robinsi* (Bothidae), la vejiga urinaria es el ensanchamiento de un tramo del conducto urinario común.

En otras especies como *Goodea atripinnis* (Goodeidae) (Fig. 56 d) y *Gambusia regani* (Poeciliidae) (Fig. 56 i, j) la vejiga urinaria es un saco impar que recibe a los dos conductos arquinéfricos, y que se continúa como conducto urinario común.

#### **Vejiga urinaria doble**

La vejiga urinaria puede estar subdividida en dos lóbulos, como en *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) (Fig. 56 c), en la que los dos lóbulos son desiguales.

#### **Vejiga urinaria con un solo lóbulo**

Numerosas especies presentan la vejiga urinaria formada por un único lóbulo, el cual se orienta hacia uno de los lados. En términos generales el lóbulo se coloca en el lado izquierdo en *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae), en la cual es notablemente larga, rebasando con frecuencia la longitud de las gónadas.

En *Ictalurus balsanus* e *Ictalurus punctatus* (Fig. 56 b) se coloca en el lado derecho.

#### **Vejiga urinaria extravisceral**

En las especies de lenguados de la familia Achiridae, *Achirus lineatus* (Fig. 56 g, h), *Trinectes maculatus* y *Gymnachirus texae* la vejiga urinaria está formada por un largo lóbulo, que se ubica fuera de la cavidad visceral, acompañando al lóbulo posterior del riñón y en las hembras, además al ovario izquierdo.

### **Sin oviductos**

La lamprea *L. spadicea* carece de oviductos, quedando los ovocitos maduros libres en la cavidad visceral.

Asimismo, la anguila *Ophichthus gomesi* (Ophichthyidae), carece de oviductos, haciendo contacto directo cada ovario con la abertura genital (Fig. 32).

### **Dos oviductos funcionales**

En *Raja texana* (Rajidae) (Fig. 57) se forman los dos oviductos, los cuales son funcionales para el transporte de los huevos al exterior.

### **Un solo oviducto funcional**

En *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) (Fig. 58) se forman los dos oviductos, sin embargo, solo es funcional el izquierdo para albergar los embriones.

### **Trompas de Falopio ventrales al hígado**

Las dos trompas de Falopio rodean tanto al esófago como a los lóbulos hepáticos anteriores, hasta unirse entre sí en el ostium, como en *Carcharhinus* sp. (Fig. 59), y *Dasyatis sabina*.

### **Trompas de Falopio ventrales al esófago**

Las dos trompas de Falopio exclusivamente rodean al esófago, hasta unirse por la parte ventral al mismo, como en *Gymnura micrura* (Gymnuridae) (Fig. 29 b).

### **Abertura común de las Trompas de Falopio**

En el tiburón *Carcharhinus* sp. (Fig. 59), y en las rayas *Dasyatis sabina* y *Raja texana* (Fig. 57) las dos trompas de Falopio forman un solo ostium.

### **Aberturas separadas de las Trompas de Falopio**

En la raya *Gymnura micrura* (Gymnuridae) (Fig. 29 b) las dos trompas de Falopio se unen ventralmente al esófago, sin embargo, cada una conserva su propia abertura para el ingreso de los ovocitos.

### **Seno genital femenino**

En la raya *Raja texana* (Rajidae) (Fig. 57) ambos oviductos se unen a un seno común, el cual se abre a la cloaca.

### **Utero con trofonemata**

Durante la gestación de los embriones, las rayas *Urotrygon chilensis* (Urolophidae) y *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) desarrollan internamente prolongaciones digitiformes o trofonemata (Fig. 58 b) que secretan la "leche intrauterina" para la alimentación del embrión.

### **Conductos deferentes**

La totalidad de machos de especies examinadas de tiburones (*Carcharhynus* sp.) y de rayas (*Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina*, *Raja texana* y *Gymnura micrura*) (Figs. 60, 42) presentaron los conductos deferentes, los cuales están regionalizados en epidídimo, conducto deferente propiamente, vesícula seminal y saco espermático.

### **Conductos espermáticos**

Los conductos espermáticos son independientes uno del otro en *Anchoa mitchilli* (Engraulidae) y *Onchorhynchus mikiss* (Salmonidae) (Fig. 61), sin formar un conducto espermático común. Son cortos en la primera especie, mientras que en la última son notablemente largos (Fig. 61 a, b).

### **Conducto espermático múltiple**

En el lenguado *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) (Fig. 62) cada conducto espermático sufre modificaciones notables durante la maduración de los testículos. Se transforma de un conducto simple a una estructura multitubular anastomosada, que contiene espermatozoides. Se reconoce esta misma condición anatómica en otras especies de las familias Paralichthyidae, Bothidae y Pleuronectidae.

### **Conducto espermático común**

Los dos conductos espermáticos se pueden unir en el espermático común, como se observa en *Gambusia regani* (Poeciliidae) (Fig. 47 d) y en *Goodea atripinnis* (Goodeidae) (Fig. 46 b). En *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) ambos conductos se unen en un seno espermático (Fig. 44).

### **Vesículas seminales**

Como estructuras asociadas a los conductos espermáticos se reconocen las vesículas seminales, las cuales son pareadas en la familia Gobiidae (*Gobionellus hastatus*, *Evorthodus*

*lyricus*) e impares en la familia Batrachoididae (*Porichthys porosissimus*, *Opsanus beta*) (Fig. 62).

### **Conducto urogenital**

La unión del conducto urinario común con el conducto espermático común, resulta en un conducto urogenital en los machos de Teleostei, como se ilustra en *Bairdiella chrysoura* (Fig. 56 l).

### **Cloaca**

La cloaca está presente en todas las especies examinadas de Cephalaspidomorphi y Condrichthyes.

En *L. spadicea* se localiza ventral al inicio del último tercio del cuerpo. Tiene aspecto ligeramente longitudinal y de la misma sobresale parte de la papila urogenital, en ambos sexos.

En *Carcharhinus* sp., *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina*, *Raja texana* y *Gymnura micrura* (Figs. 4, 12), la cloaca se localiza entre las dos aletas pélvicas. Cerca de los bordes de la cloaca, estas especies muestran los dos orificios abdominales, que comunican la cavidad visceral con el exterior.

### **Orificio genital femenino**

En la lamprea de Chapala *L. spadicea* los ovocitos maduros pasan por un par de orificios al interior de la papila urogenital, para ser expulsado por el orificio urogenital.

En el tiburón *Carcharhinus* sp. y en las rayas *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina* y *Gymnura micrura*, cada oviducto se abre a la parte anterior de la cloaca (Fig. 6). En *raja texana* (Fig. 57) ambos oviductos convergen a un seno genital, que a su vez se abre en la parte anterior de la cloaca (Figs. 4, 6).

En las hembras de los teleósteos examinados el orificio genital femenino o gonoporo se abre inmediatamente detrás del ano, sin formarse una papila genital. Sin embargo, en *Gambusia regani* (Poeciliidae) el orificio genital femenino se abre a un seno urogenital (Figs. 37, 56 j).

### **Orificio genital masculino**

En los machos de *L. spadicea* el esperma pasa a la papila urogenital por dos orificios de ésta y salen por el orificio urogenital.



En los machos de los condríctios examinados los dos conductos deferentes se abren por separado en el extremo de la papila urogenital, colocada en el techo de la cloaca, como se observa en *G. micrura* (Gymnuridae) (Fig. 7 d, e).

En los teleósteos examinados el conducto urogenital se abre al exterior mediante el orificio urogenital, como en *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) (Fig. 8). Sin embargo, en varias especies el orificio se encuentra en la punta de una papila urogenital, colocada detrás del ano como en *Goodea atripinnis* (Goodeidae), *Gobionellus hastatus* y *Evorthodus lyricus* (Gobiidae).

En *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) la papila urogenital lleva un verticilo de pequeñas papilas.

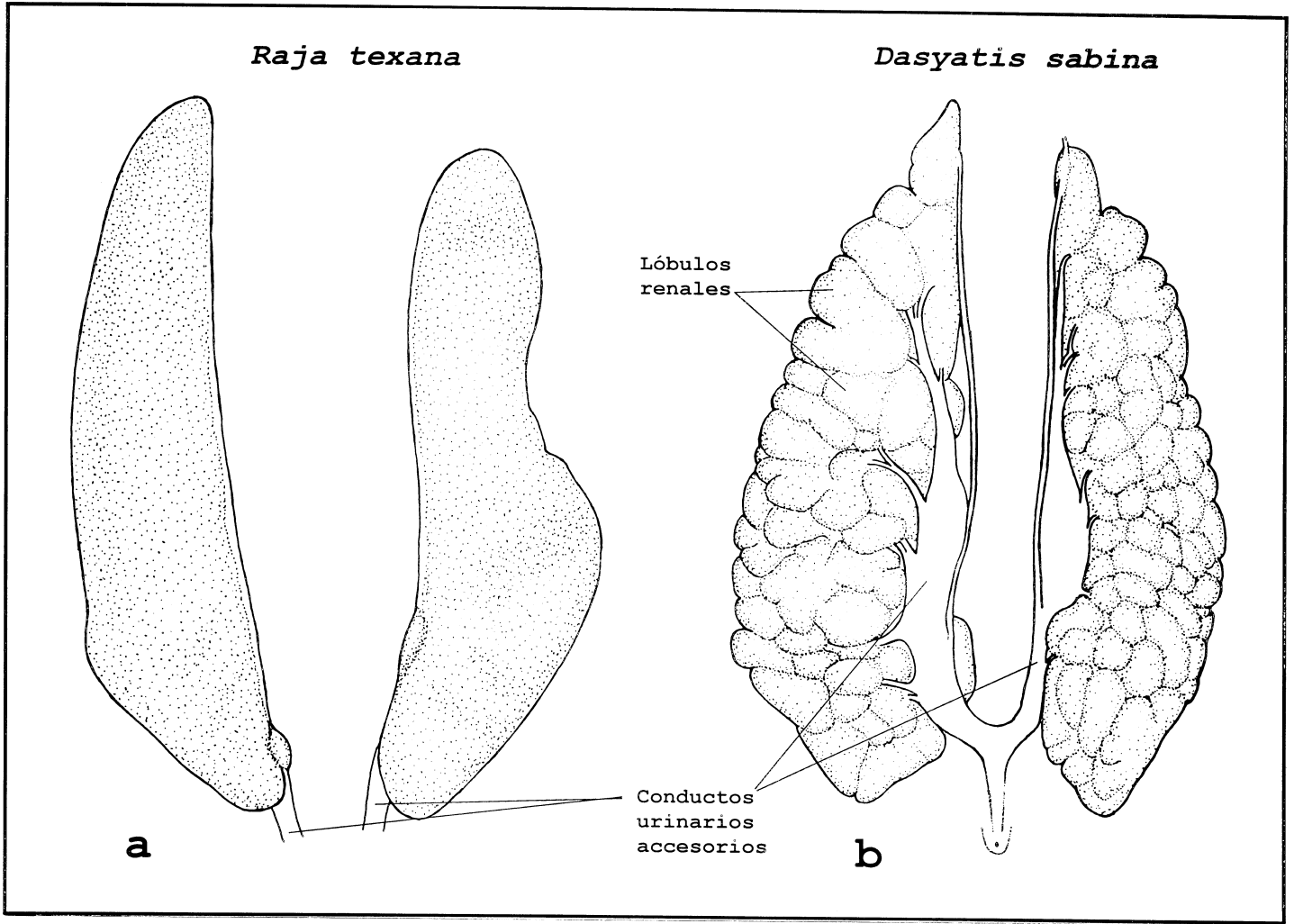


Figura 53. Conductos urinarios accesorios de los Rajiformes. a) *Raja texana* (Rajidae). b) *Dasyatis sabina* (Dasyatidae).

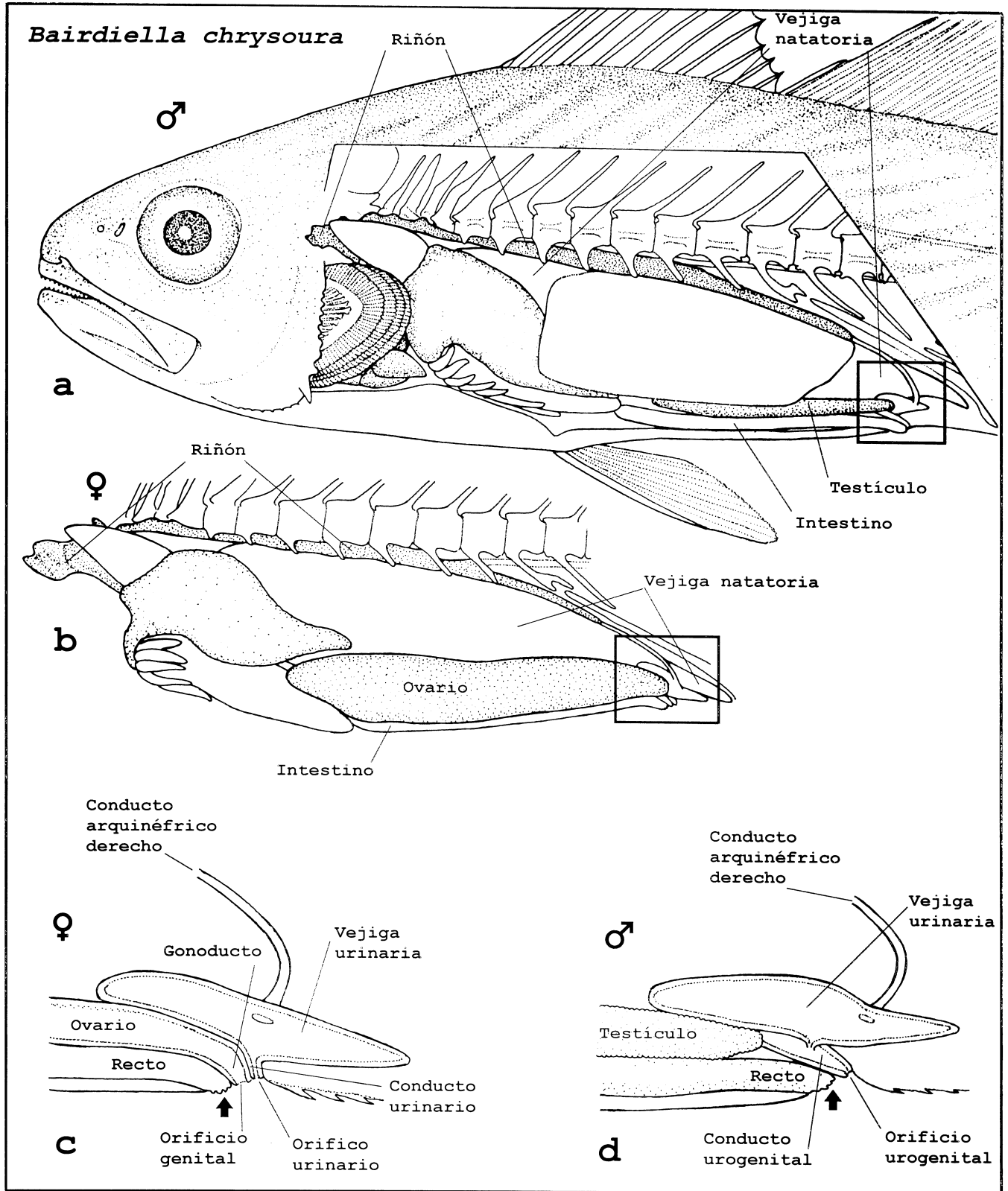


Figura 54. Conductos arquinéfricos de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral del macho. b) Vista lateral de la cavidad visceral de la hembra. c) Corte sagital de los conductos urinarios y genital de la hembra. d) Corte sagital de los conductos urogenitales del macho.

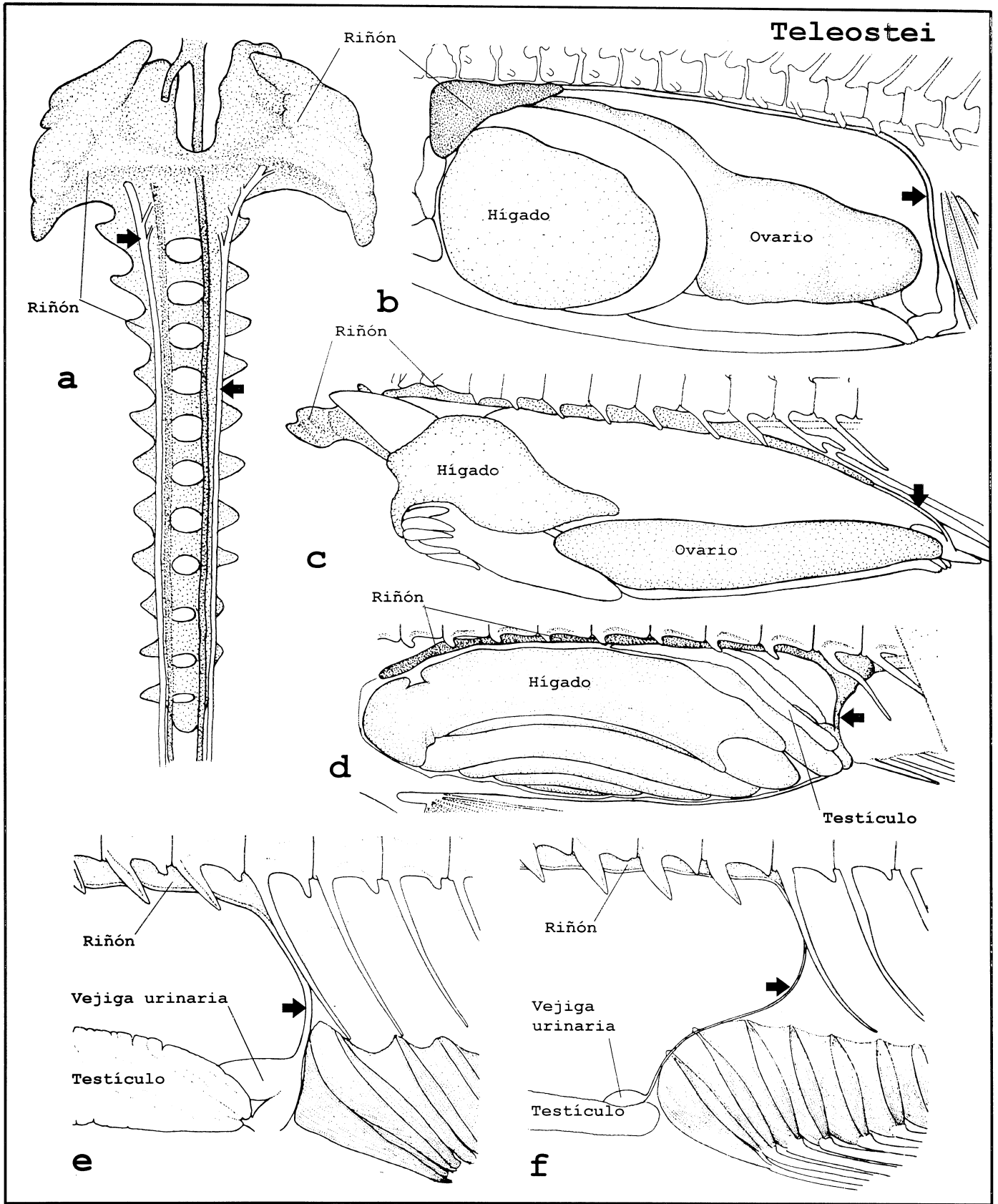


Figura 55. Diversidad de conductos urogenitales de los teleósteos. a) *Goodea atripinnis*. b) *Gambusia regani*. c) *Bairdiella chrysoura*. d) *Gobionellus hastatus*. e) *Membras vagrans*. f) *Menidia beryllina*.

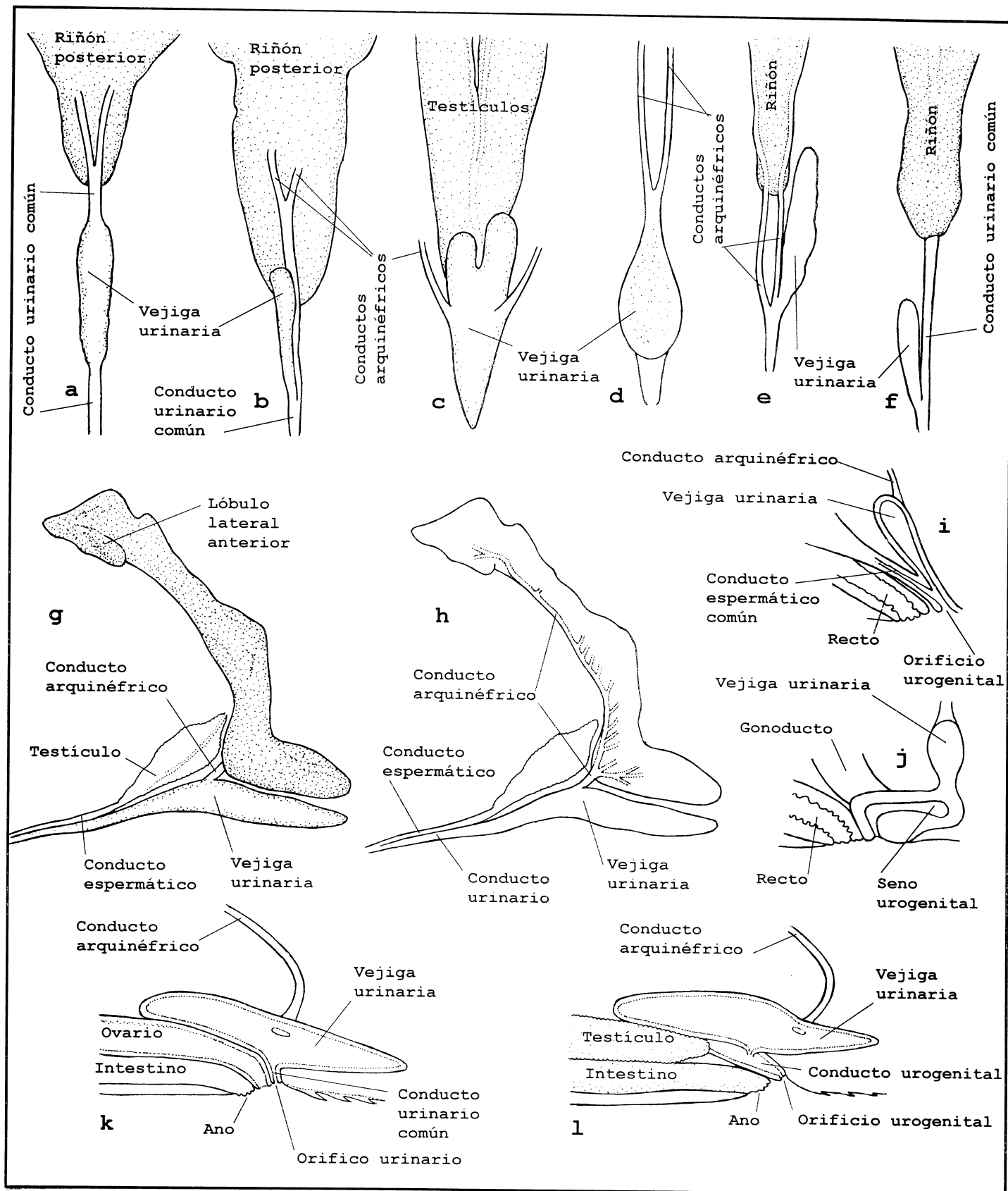


Figura 56. Diversidad de vejigas urinarias de los telósteos. a) *Cathorops melanopus*. b) *Ictalurus punctatus*. c) *Bairdiella chrysoura*. d) *Goodea atripinnis*. e) *Opsanus beta*. f) *Astyanax fasciatus*. g) *Achirus lineatus*. h) *Achirus lineatus* (corte sagital). i, j) *Gambusia regani*. k, l) *Bairdiella chrysoura*.

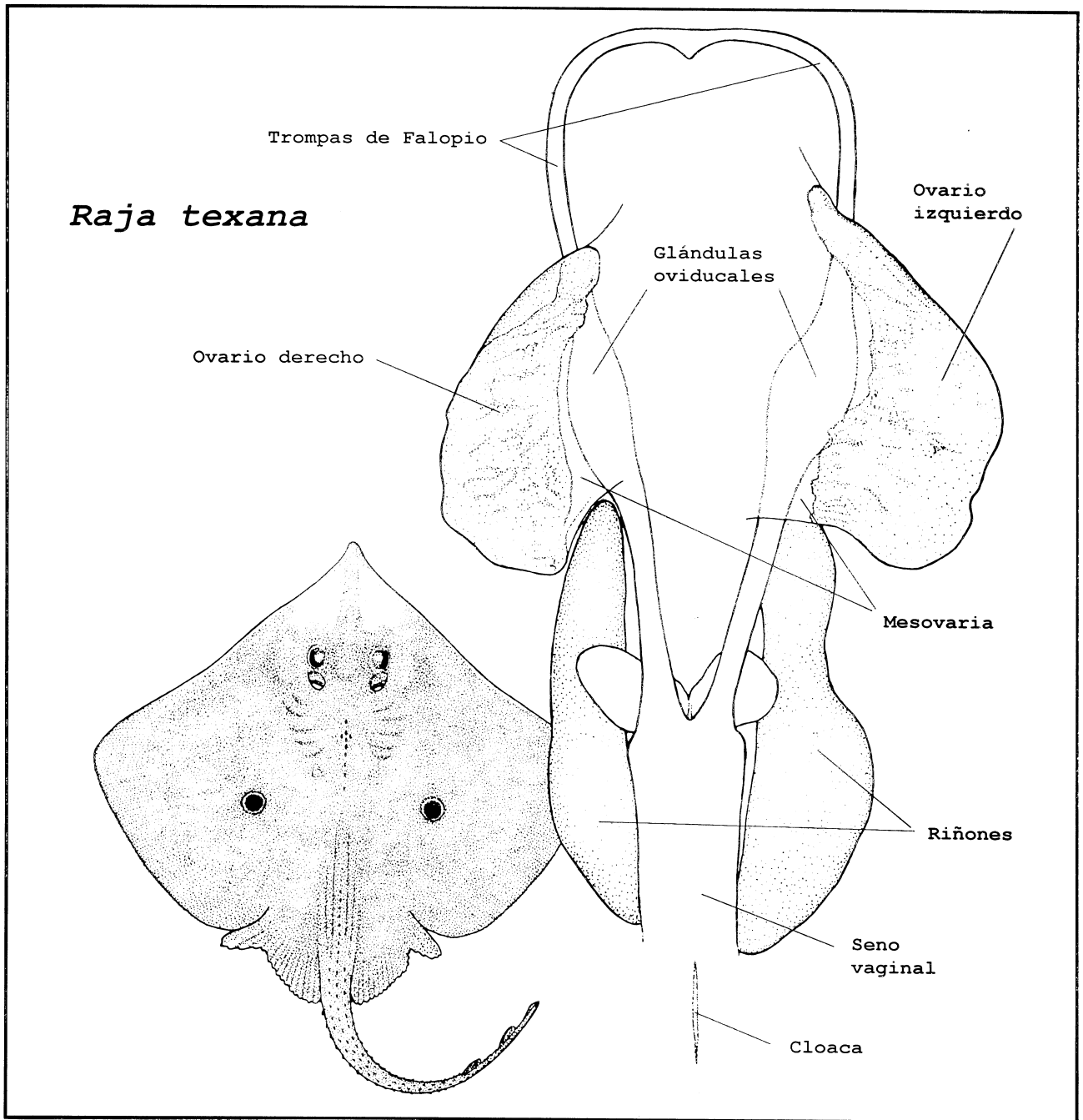


Figura 57. Sistema urogenital de la hembra de *Raja texana*. Vista ventral.

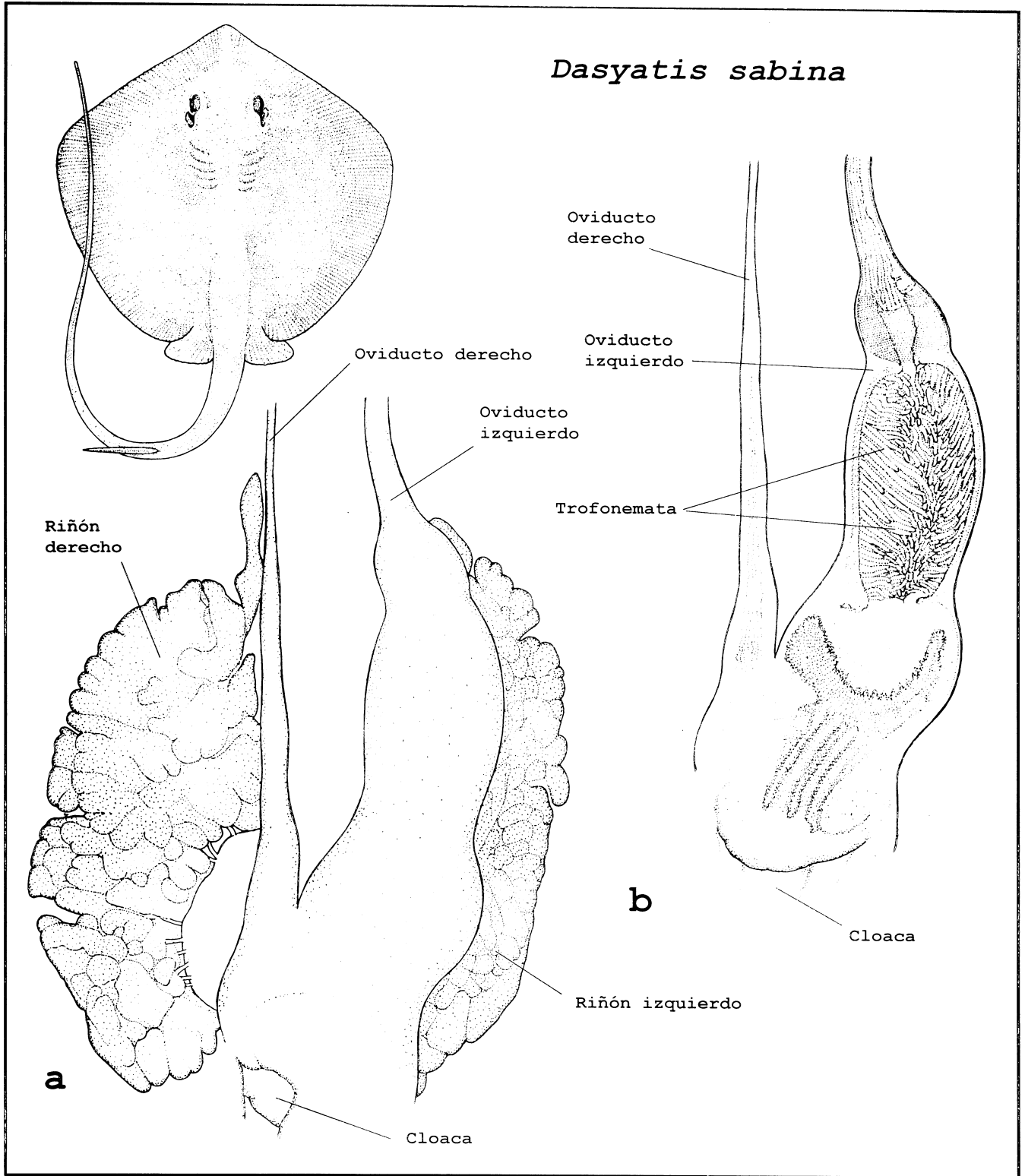


Figura 58. Oviductos de *Dasyatis sabina* (Dasyatidae). a) Vista ventral de los oviductos y los riñones. b) Corte frontal de los oviductos.

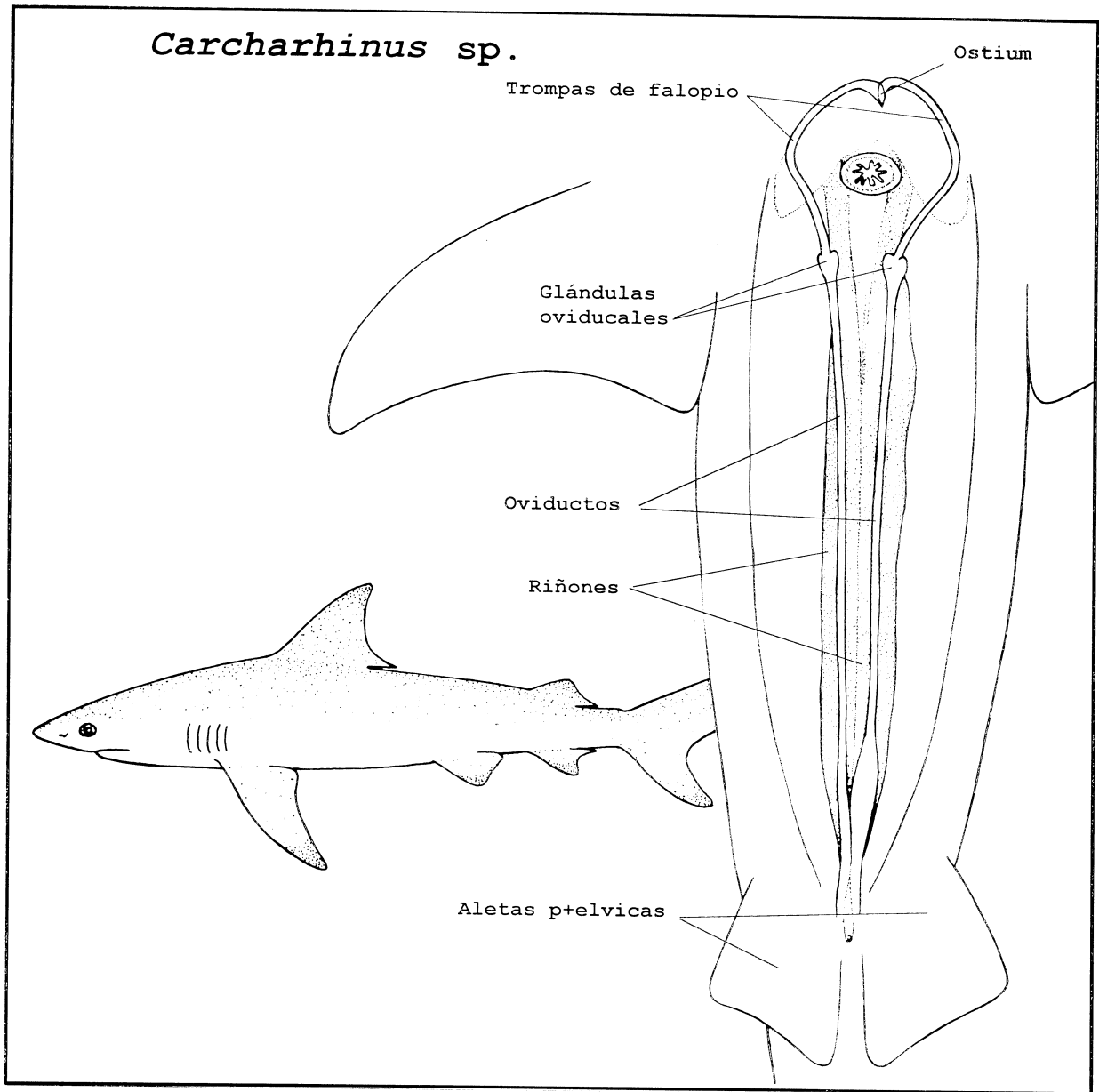


Figura 59. Oviductos de *Carcharhinus* sp. (Carcharhinidae). Vista ventral.



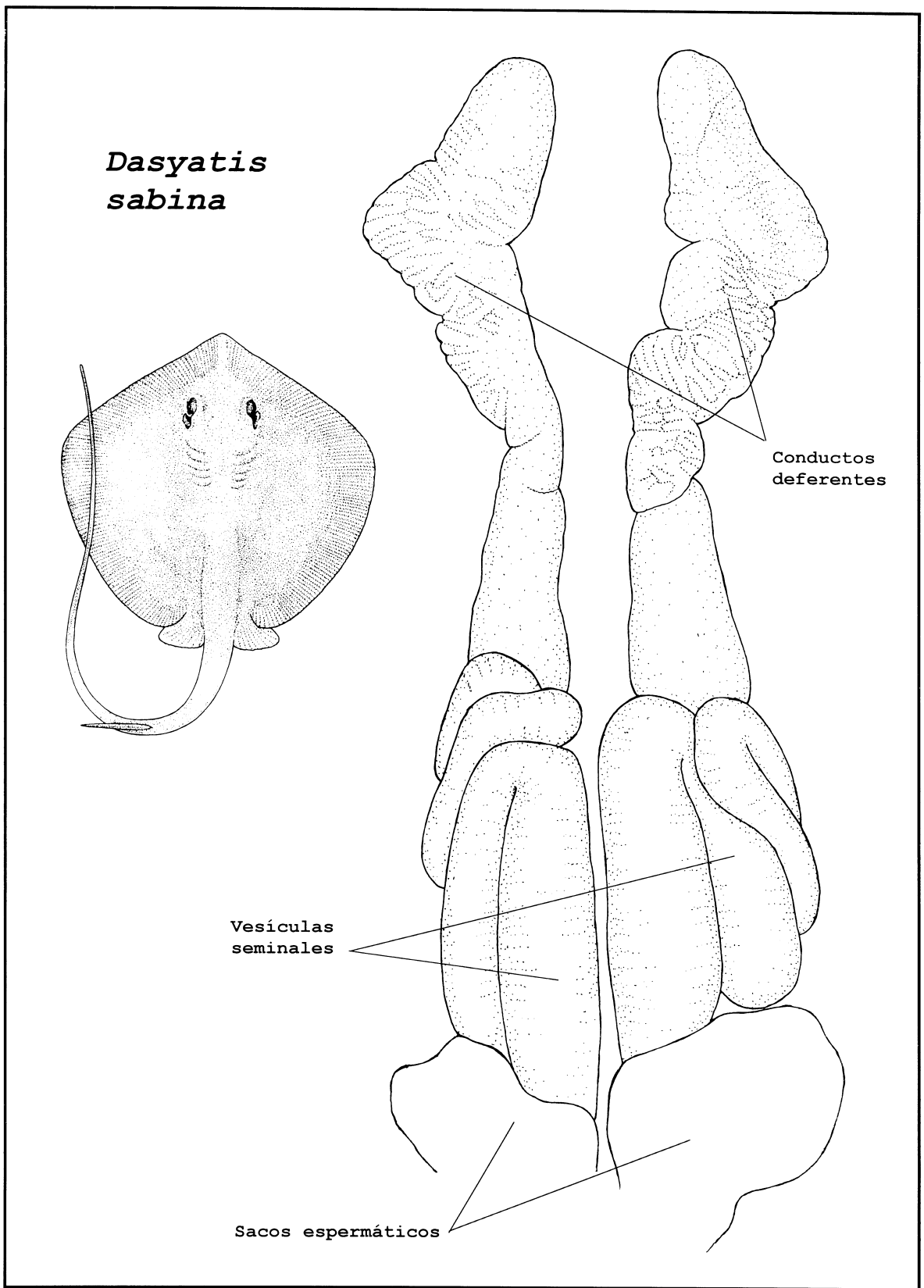


Figura 60. Conductos deferentes de *Dasyatis sabina* (Dasyatidae). Vista ventral.

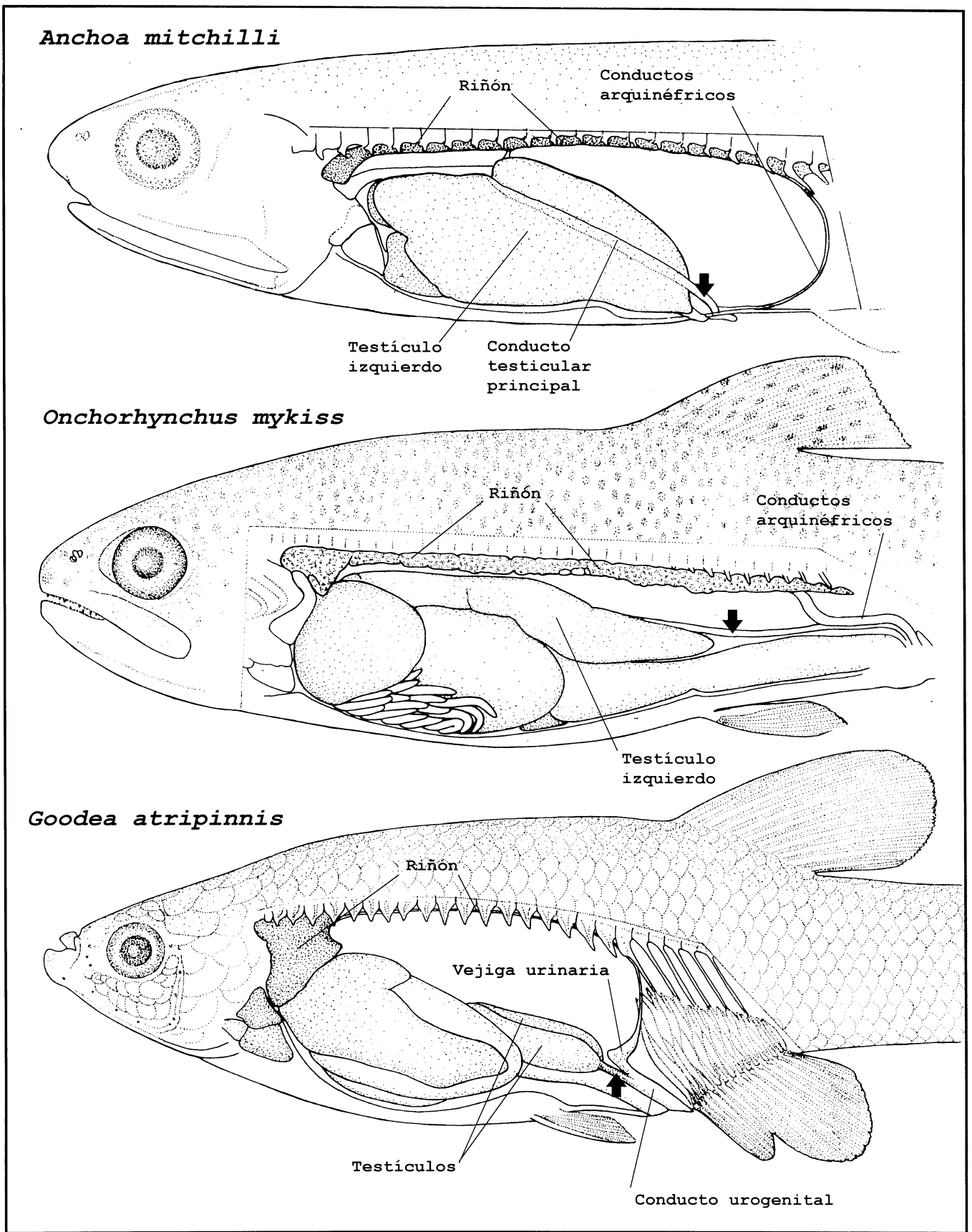


Figura 61. Longitud de los conductos espermáticos. a) *Anchoa mitchilli* (Engraulidae). b) *Onchorhynchus mykiss* (Salmonidae). c) *Goodea atripinnis* (Goodeidae).

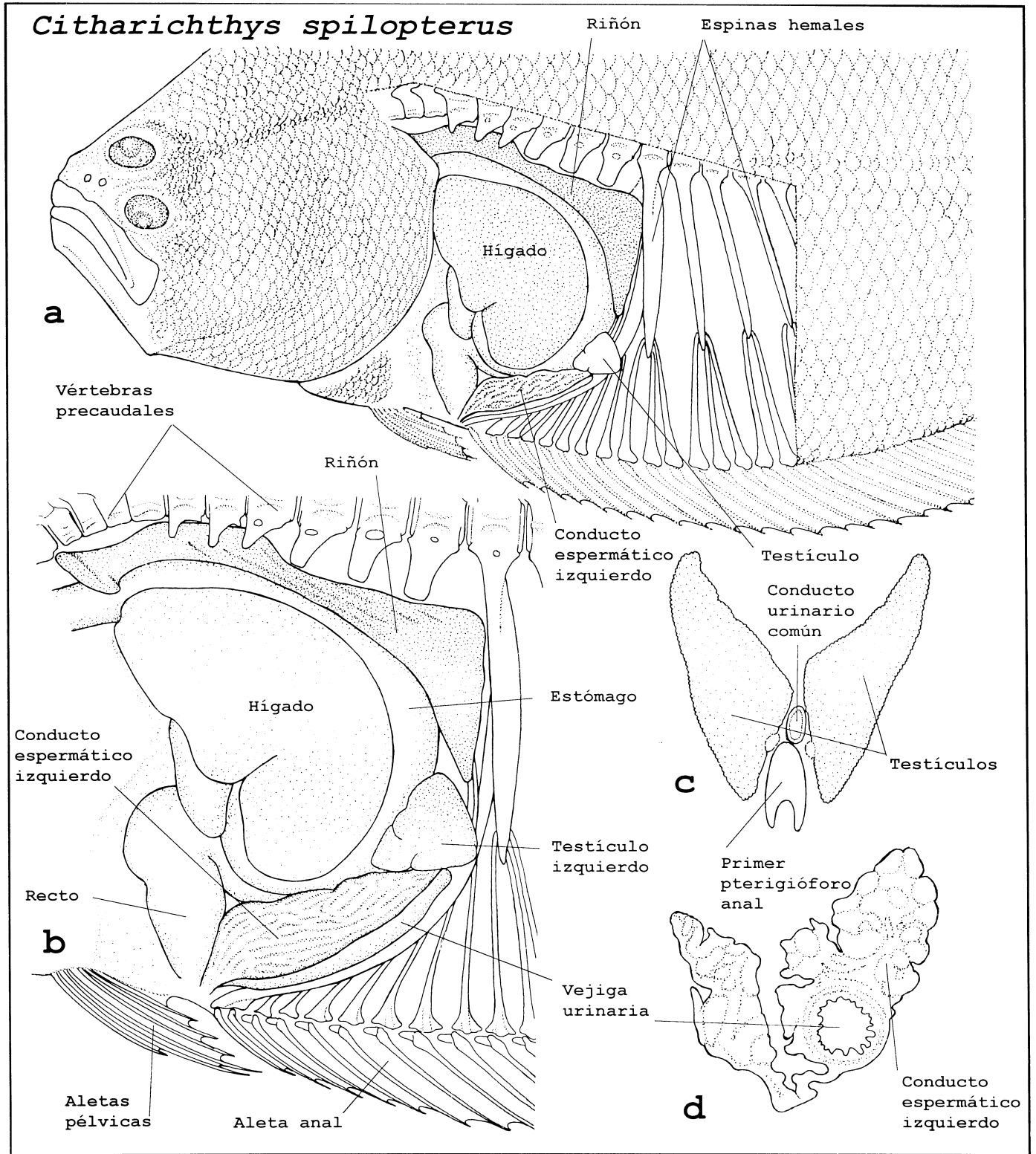


Figura 62. Conductos urogenitales de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae). a, b) Vista lateral de la cavidad visceral del macho. c) Sección transversal de los testículos. d) Sección transversal de los conductos espermáticos.

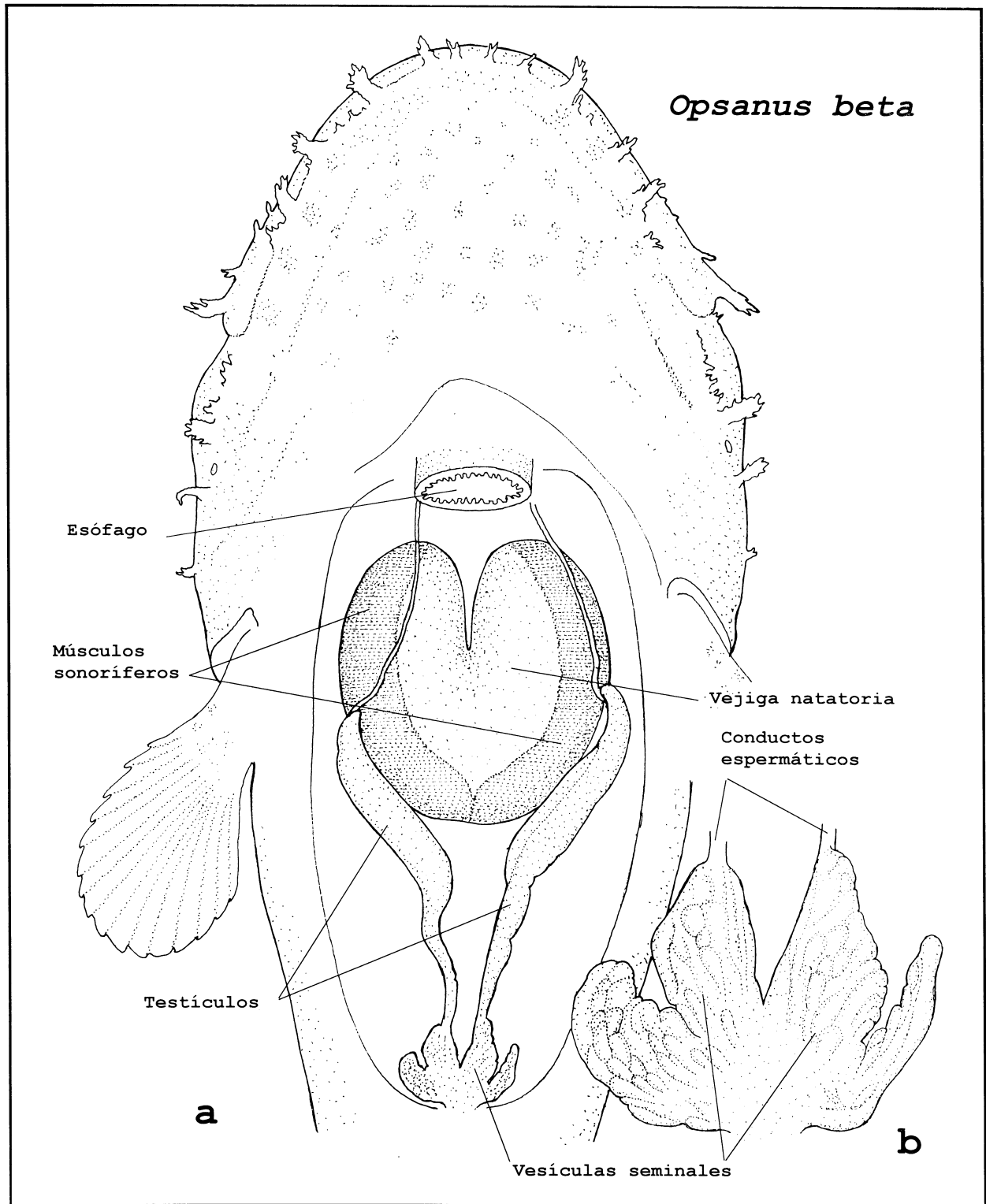


Figura 63. Vesículas seminales de *Opsanus beta* (Batrachoididae). a) Vista ventral de la cavidad visceral del macho. b) Vesículas seminales.

## **Caracteres sexuales secundarios**

### **Tamaño del cuerpo**

En la mayoría de las especies de los Chondrichthyes y los Osteichthyes el cuerpo de las hembras es de mayor talla que el de los machos, como se nota en *Goodea atripinnis* (Fig. 64 a).

Esta relación fue inversa en *Bothus robinsi* (Bothidae) (Fig. 64 b), pues los machos muestran una LP mayor (X de LP de 80.41 mm) que las hembras (X de LP de 75.87 mm).

### **Grosor del cuerpo**

En el pez pipa *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae) (Fig. 65) la altura del tronco de las hembras es mayor que la de los machos. Dicha diferencia está relacionada con el mayor volumen de los ovarios, los que se ubican en posición dorsal al intestino, mientras que en los machos los testículos son acintados y de volumen reducido.

### **Bolsa incubatriz**

La bolsa incubatriz de los machos de *Syngnathus scovelli* (Figs. 65, 66) se localiza en la región caudal, inmediatamente detrás de la aleta anal. Presenta una abertura longitudinal media. Internamente se encuentran dos hileras de compartimientos individuales para los embriones en desarrollo. Ambas hileras están separadas por un tabique longitudinal medio, y los compartimientos por tabiques transversales.

En la figura 66 se muestra una secuencia de fases de desarrollo de los embriones de *S. scovelli*. De manera preliminar se reconoce una relación directa entre el número y tamaño de los embriones y la longitud de la bolsa incubatriz y la longitud total del progenitor.

### **Aletas dorsales**

El dimorfismo sexual en la aleta dorsal de teleósteos, se ejemplifica con las especies *Poecilia velifera* (Poeciliidae) y *Evorthodus lyricus* (Gobiidae), en los cuales los machos poseen la aleta más amplia.

## Aleta anal

En algunas especies de teleósteos, se reconocen diferencias sexuales en la aleta anal, como en *Bramocharax dorioni* (Characidae) (Fig. 67 c), en que el macho tiene pequeños ganchos en los radios anales.

El dimorfismo sexual en la aleta anal es evidente en los grupos de teleósteos con fecundación interna, como las familias vivíparas Anablepidae, Goodeidae y Poeciliidae. En los anablépidos, como *Anables dowi*, la parte anterior de la aleta está modificada en una estructura tubular; en los godeidos como *Goodea atripinnis*, se separan seis radios de la aleta formando un andropodio (Fig. 68); en los pecílidos como *Gambusia regani*, *Gambusia affinis* y *Poeciliopsis infans* los radios 3, 4 y 5 de la aleta se modifican en un gonopodio (Figs. 69, 70).

Mientras que en las familias Anablepidae y Goodeidae el esqueleto de la aleta anal de los machos no se encuentra modificado, con relación al de las hembras, en Poeciliidae, se modifican algunos pterigióforos anales y tres vértebras en el denominado suspensorio gonopodial (Figs. 70, 72, 73).

En *Goodea atripinnis* (Goodeidae) (Fig. 68) el dimorfismo sexual de la aleta anal consiste en la formación del andropodio, la mayor longitud de la aleta anal y su mayor amplitud de base, la mayor longitud de los pterigióforos, la mayor longitud y amplitud de los músculos anales, y el mayor grosor del *infracarinalis medius*.

Mientras que *Gambusia regani* muestra el gonopodio y su musculatura de mediana longitud (Fig. 69 a), en *Gambusia affinis* el gonopodio es más largo y su musculatura es más abultada (Fig. 69 b).

En *G. regani* (Fig. 70 a) se cuentan 10 pterigióforos proximales anales o gonactinóstas en ambos sexos, que soportan 11 radios anales. En *Poeciliopsis infans* (Figs. 72, 73) suman 9 gonactinóstas que soportan 10 radios anales. Entre los pterigióforos proximales y los radios se encuentran los pterigióforos distales, de forma esférica, también llamados baseósteos.

En ambas especies, el conjunto de vértebras caudales de las hembras presenta los arcos y las espinas hemales de forma normal.

En los machos de estas dos especies de pecílidos, los radios anales 3, 4 y 5 forman el gonopodio, el cual es más largo en *P. infans*. La longitud del mismo en *G. regani*

aproximadamente corresponde a 11 vértebras, mientras que en *P. infans* corresponde a 16 vértebras.

El suspensorio gonopodial en ambas especies está constituido por las gonapófisis, el ligastilo y las gonactinósteas.

En *G. regani* (Fig. 70 a) se reconocen las gonapófisis I, II y III como modificación de los arcos hemales de las vértebras 14, 15 y 16, mientras que en *P. infans* (Fig. 73) corresponden a las vértebras 15, 16 y 17. En *G. regani* la gonapófisis I es recta y sin procesos unciformes, las gonapófisis II y III son trirradiadas por presentar dichos procesos unciformes. En *P. infans* las gonapófisis I y II son trirradiadas, con procesos uncinados, y la III tiene forma de L, sin estos procesos. En esta última especie la primera espina hemal (vértebra 18) es más gruesa que las de las restantes vértebras caudales.

En *G. regani* se cuentan 10 pterigióforos anales o gonactinósteas, y en *P. infans* suman 9.

En *G. regani* la gonactinósta I es de forma normal, mientras que en *P. infans* es lateralmente aplanada y tiene forma de clava, curvada hacia delante y con sus extremos en forma de cóndilos; soporta los dos primeros radios de la aleta anal.

En ambas especies el complejo gonactinostal soporta los tres radios que forman el gonopodio.

El complejo gonactinostal está formado en ambas especies por la fusión de las gonactinósteas II, III y IV. En *G. regani* el complejo es recto, con el extremo superior en forma de copa (Fig. 70 a), mientras que en *P. infans* proyecta hacia adelante una lámina con un cóndilo anterior, y hacia arriba varios procesos puntiagudos, separados por dos escotaduras, que corresponden a la separación de los tres elementos óseos (Fig. 73).

Mientras que en *G. regani* el complejo gonactinostal es simétrico, en *P. infans* es asimétrico (Fig. 73 b), teniendo la cara izquierda cóncava y la derecha convexa; desde el lado derecho se forma un proceso adicional.

La gonactinósta 5 es delgada y sigmoide en *P. infans*, y sigue la curvatura de la parte posterior del complejo gonactinostal, mientras que en *G. regani* es recta. En ambas especies las restantes gonactinósteas son simples y soportan los radios post-gonopodiales.

En las dos especies, el ligastilo es un elemento incluido en el ligamento suspensorio, el cual se origina del extremo superior del complejo gonactinostal y se inserta en el centrum de la vértebra 10 en *G. regani* y en la 11 en *P. infans*. El ligastilo tiene forma de barra en *P. infans* y de gota en *G. regani*.

Los músculos *inclinatores anales* de la hembra de las dos especies son notablemente cortos, y tienen una trayectoria oblicua (Fig. 71 b); su tamaño gradualmente disminuye del primero al último y se originan en la fascia entre la piel y el músculo *hypaxialis*. Los músculos *erectores anales* se originan de la superficie anterolateral de los pterigióforos anales y se insertan en la base de los radios anales. Los músculos *depressores anales* se originan de la superficie posterolateral de los pterigióforos y se insertan en la base de los radios anales.

En ambas especies el músculo *erector analis minor* es delgado, se origina en la gonactinóstea 1 y se inserta en el segundo radio anal. Con el origen en el complejo gonactinostal se encuentran los músculos *erectores analis major 1, 2 y 3* en *P. infans* (Fig. 74 b, c) y 1 y 2 en *G. regani* (Fig. 70 b) los cuales se insertan mediante tendones en los radios 3 y 4 del gonopodio. Los *erectores analis major 1 y 2* de *G. regani* son más abultados que en *P. infans* y ocultan al *erector analis major 3*. Correspondiendo a la asimetría del complejo gonactinostal de *P. infans*, los músculos erectores mayores son también asimétricos.

Las gonactinósteas posteriores al complejo gonactinostal presentan cada una un músculo *depressor analis*, careciendo las dos últimas del músculo *erector analis*.

El músculo *infracarinalis medius* de *P. infans* es relativamente grueso y conecta la cintura pélvica con la fascia anteroventral a la primera actinóstea. El músculo *infracarinalis posterior* es notablemente reducido, originándose en el último pterigióforo anal y continuando hacia atrás. El músculo *obliquus inferioris* se separa del resto del *hypaxialis* y se inserta mediante dos tendones en el cóndilo anterior del complejo gonactinostal y en el cóndilo superior de la gonactinóstea 1.

Se reconocen en ambas especies ligamentos entre el extremo superior del complejo gonactinostal y la punta anterior de la gonapófisis I, entre la punta anterior de la gonapófisis II y la gonactinóstea VII, y entre el extremo anterior de la gonapófisis III y las gonactinósteas VIII y IX.



## **Aletas pares**

Las aletas pectorales pueden manifestar diferente forma o tamaño entre los sexos; así, en *Gambusia regani* presentan los tres radios superiores ligeramente curvados hacia arriba.

En *Bothus robinsi* (Fig. 76) y *Syacium papillosum* los machos tienen estas aletas más largas que las de las hembras.

De acuerdo con la tabla 1 se reconoce como la diferencia más significativa entre machos y hembras de *B. robinsi* la longitud de la aleta pectoral del lado oculado.

El principal carácter sexual secundario de los Chondrichthyes es la formación de los gonopterigios como modificación de parte de las aletas pélvicas. Su organización esquelética consiste en un conjunto de cartílagos que forman una estructura tubular para la conducción del esperma, como se observa en *Dasyatis sabina* (Fig. 75) y en *Charcharhinus* sp..

El gonopterigio o mixopterigio consiste de un tallo y un glande. En su parte dorsal corre un surco. El orificio anterior o apópilo se encuentra cerca de la cloaca y la abertura posterior o hipópilo se encuentra en el inicio del glande. Entre el cartílago basipterigio y el tallo se encuentran unos cartílagos intermedios. El tallo está formado por el cartílago axial y los cartílagos marginales dorsal y ventral. El glande está formado por un complejo de varios cartílagos.

Cada gonopterigio tiene cuatro músculos *mixopodiales* y el *saccus glandulosus* o sifón del gonopterigio, que corren medioventralmente.

### **Sifón y glándula del gonopterigio**

El macho del tiburón *Carcharhinus* sp. presenta en cada aleta pélvica, una glándula del sifón para impulsar el esperma por el gonopterigio.

En los machos de las rayas *Dasyatis sabina* (Fig. 75 b), *Urotrygon chilensis*, y *Raja texana* se reconoció en las aletas pélvicas las glándulas del gonopterigio. Estas glándulas presentan un saco, dentro del cual se encuentran una estructura glandular alargada y con una serie de pequeñas papilas.

En *Bramocharax dorioni* (Fig. 67 a, b) las aletas pélvicas del macho son más cortas, con un espacio entre los radios medios y con ganchos en todos los radios.

### **Separación de ojos**

La mayor distancia entre los ojos en los machos, se reconoció en las especies de Bothidae, *Bothus robinsi* (Fig. 76 a, b) y *Syacium papillosum*.

El análisis del dimorfismo sexual de *B. robinsi* muestra en la tabla 1 los caracteres sexuales secundarios en orden de importancia.

La mayor distancia interorbital en los machos de esta especie, implica una mayor amplitud de los huesos frontal izquierdo y etmoides lateral izquierdo, una mayor longitud de los músculos *obliquus superioris* y *obliquus inferioris* de ambos ojos, una mayor longitud de los dos nervios ópticos y del nervio olfatorio izquierdo (Fig. 77 c, d).

Al comparar el neurocráneo de ambos sexos, se observa que la mayor separación entre las órbitas oculares en el macho se debe a la mayor amplitud de los huesos frontal izquierdo y etmoides lateral izquierdo. La mayor distancia interorbital en el macho implica mayor longitud de los músculos oblicuos superiores e inferiores de los ojos y de los nervios ópticos. El macho muestra con relación a la hembra, mayor longitud del músculo oblicuo superior del ojo inferior y del nervio óptico del mismo ojo.

Cada uno de los músculos oculares oblicuo superior y oblicuo inferior, muestra su origen notablemente amplio, mientras que la inserción es más angosta. Los dos músculos oblicuos superiores y los dos oblicuos inferiores se fijan en el miodomo anterior, el cual tiene forma tubular.

El nervio óptico superior (del ojo migratorio) es corto, hace una notable curva y se conecta al lóbulo óptico izquierdo, mientras que el nervio óptico inferior es más largo, menos curvado y se conecta al lóbulo óptico derecho.

*B. robinsi* no desarrolla el bulbo y el nervio olfatorio del lado ciego (derecho). Se observa que el nervio olfatorio izquierdo del macho es más largo que el de la hembra (Fig. 77 c, d).

Se reconoce que la llamada "espinas rostrales" es un proceso puntiagudo anterior del maxilar, mucho más largo en el macho (Fig. 76 b, d).

Los huesos de la mandíbula superior son más largos en el macho que en la hembra, particularmente el maxilar, por desarrollar la espina rostral.

La dentición mandibular de *B. robinsi* muestra diferencias entre los sexos. Los dientes son más grandes en el macho. Asimismo, el macho lleva una hilera externa completa de dientes grandes en el premaxilar del lado oculado, mientras que en la hembra es incompleta (Fig. 76 c, d).

### **Vellosidades orales**

Las vellosidades orales se observan en los machos de *Poecilia* sp. y se localizan dorsal al labio superior.

### **Dentición**

El dimorfismo sexual de los dientes se presenta con respecto al número de dientes y su forma.

En *Bothus robinsi* el número y tamaño de los dientes del premaxilar y del dentario es mayor en los machos.

En las rayas *Urotrygon chilensis* (Fig. 78) y *Raja texana* (Fig. 80) los dientes son durante todo el año, planos en las hembras y puntiagudos en los machos. Sin embargo, en *Dasyatis sabina* (Fig. 79) dicho dimorfismo solo se manifiesta en la época reproductiva.

### **Músculos sonoríferos**

En los machos de *Bairdiella chrysoura* (Fig. 81), *Bairdiella ronchus* y *Stellifer lanceolatus* se desarrollan los músculos sonoríferos. Estos músculos extrínsecos se originan de una fascia dorsal a la vejiga natatoria y se insertan en este mismo órgano.

*Goodea  
atripinnis*

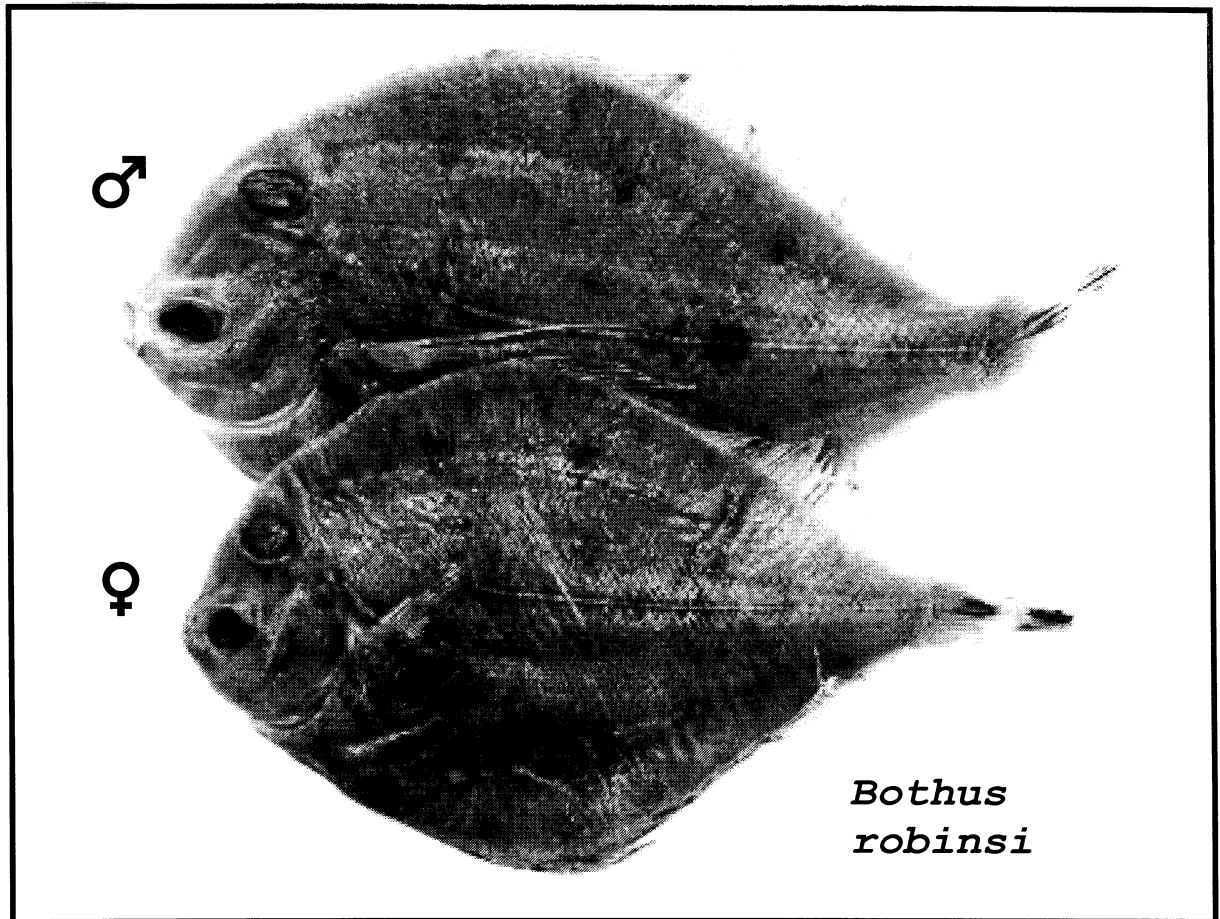
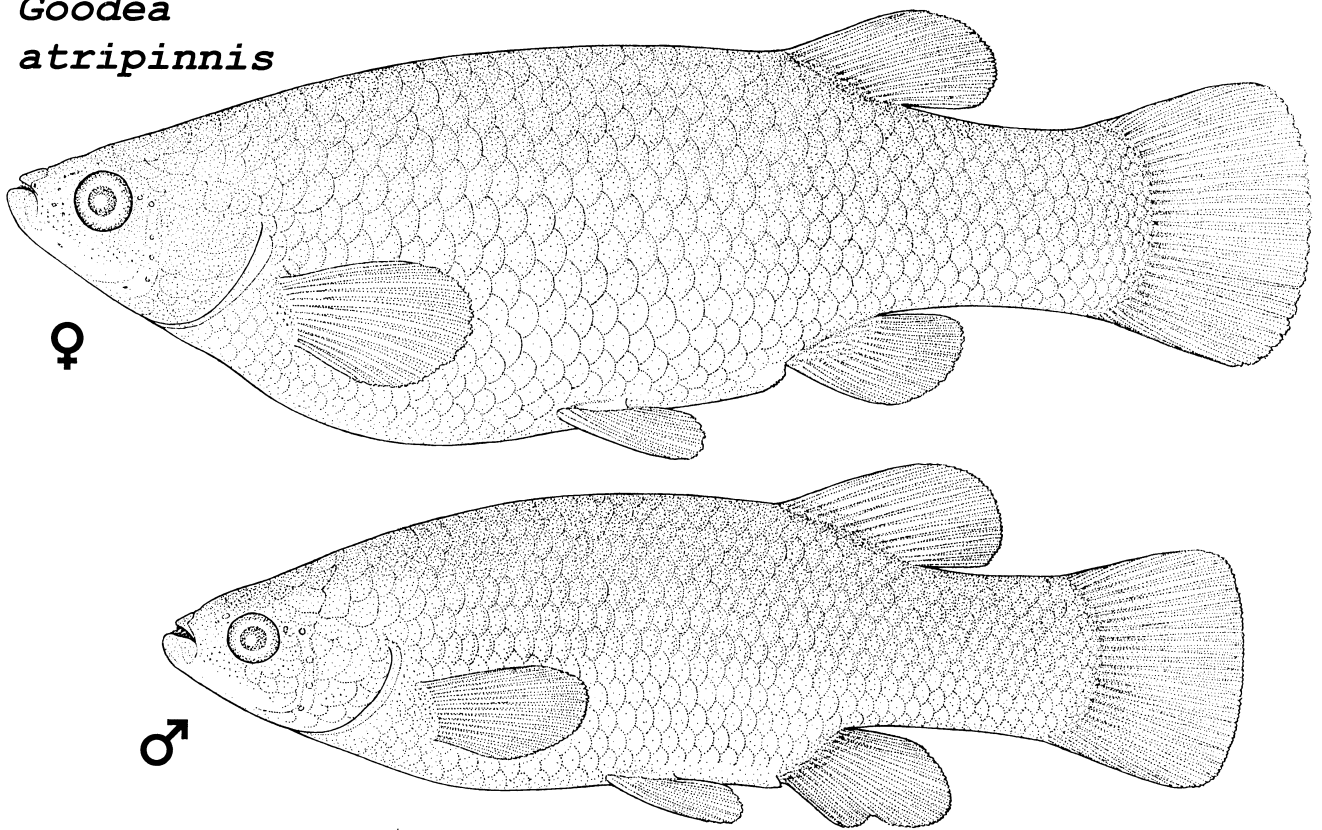


Figura 64. Dimorfismo sexual en el tamaño del cuerpo de *Goodea atripinnis* (Goodeidae) y *Bothus robinsi* (Bothidae).

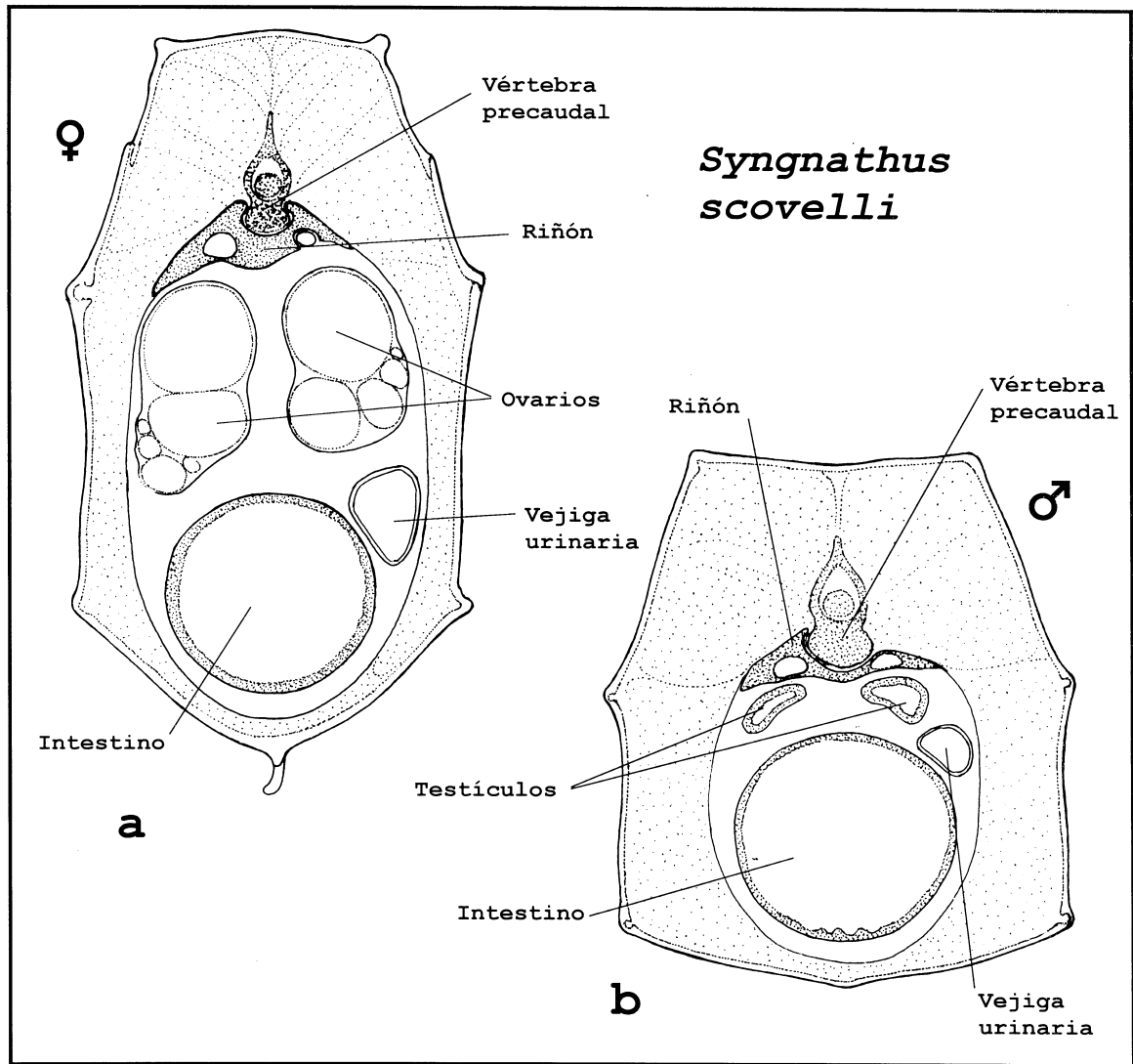


Figura 65. Dimorfismo sexual en la forma del tronco de *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae). a) Sección transversal de la hembra. b) Sección transversal del macho.

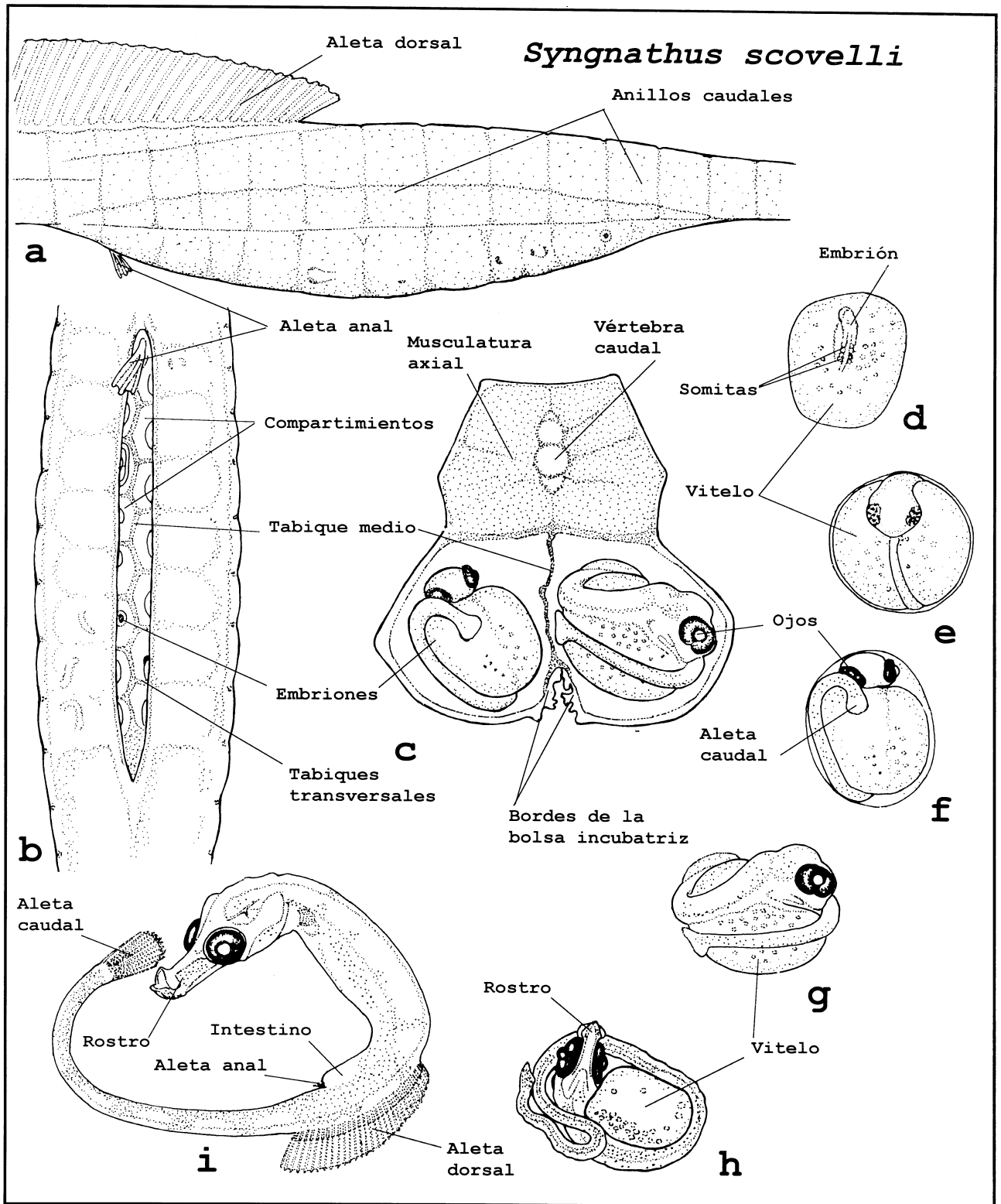


Figura 66. Bolsa incubatriz de *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae). a) Vista lateral de la bolsa incubatriz. b) Vista ventral de la bolsa incubatriz. c) Sección transversal de la región caudal a nivel de la bolsa incubatriz. d-i) Fases del desarrollo embrionario.

*Bramocharax dorioni*

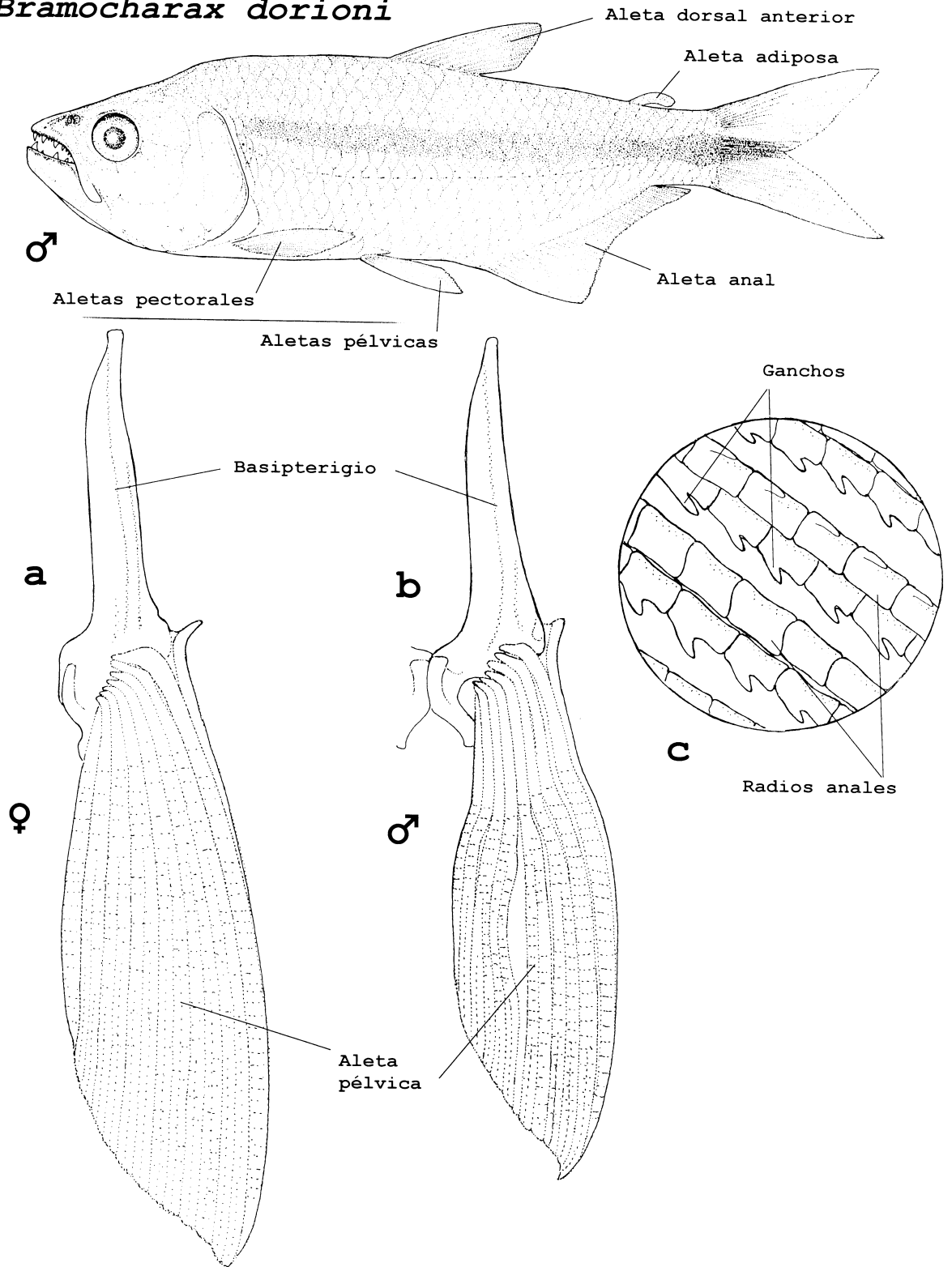


Figura 67. Dimorfismo sexual en las aletas pélvicas y anal de *Bramocharax dorioni* (Characidae). a) Cintura y aleta pélvica de la hembra. b) Cintura y aleta pélvica del macho. c) Detalle de los radios de la aleta anal.

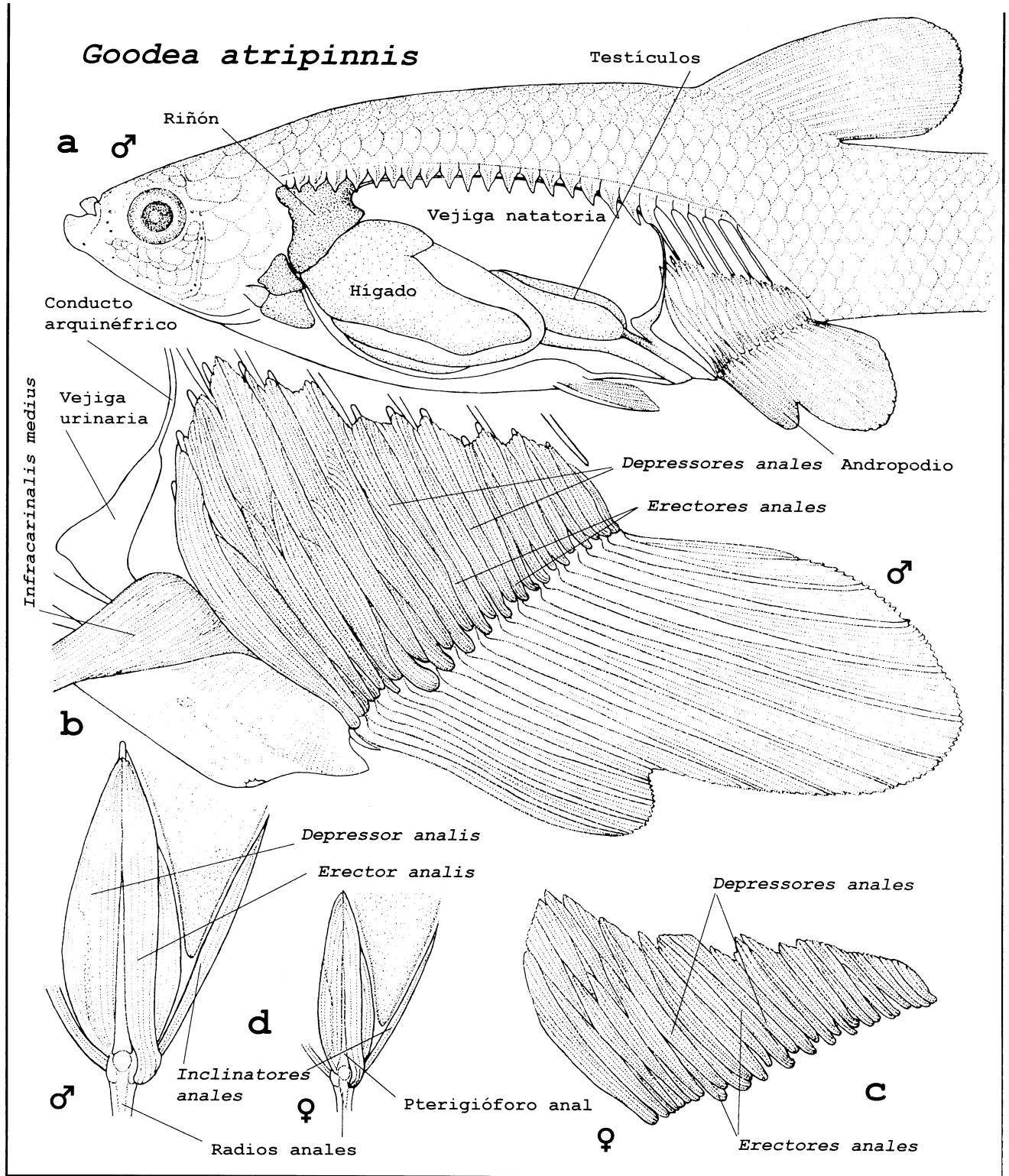


Figura 68. Dimorfismo sexual en la aleta anal de *Goodea atripinnis* (Goodeidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral y de la aleta anal. b) Vista lateral de la musculatura de la aleta anal del macho. c) Musculatura de la aleta anal de la hembra. d) Vista anterior de la musculatura anal en macho y hembra.



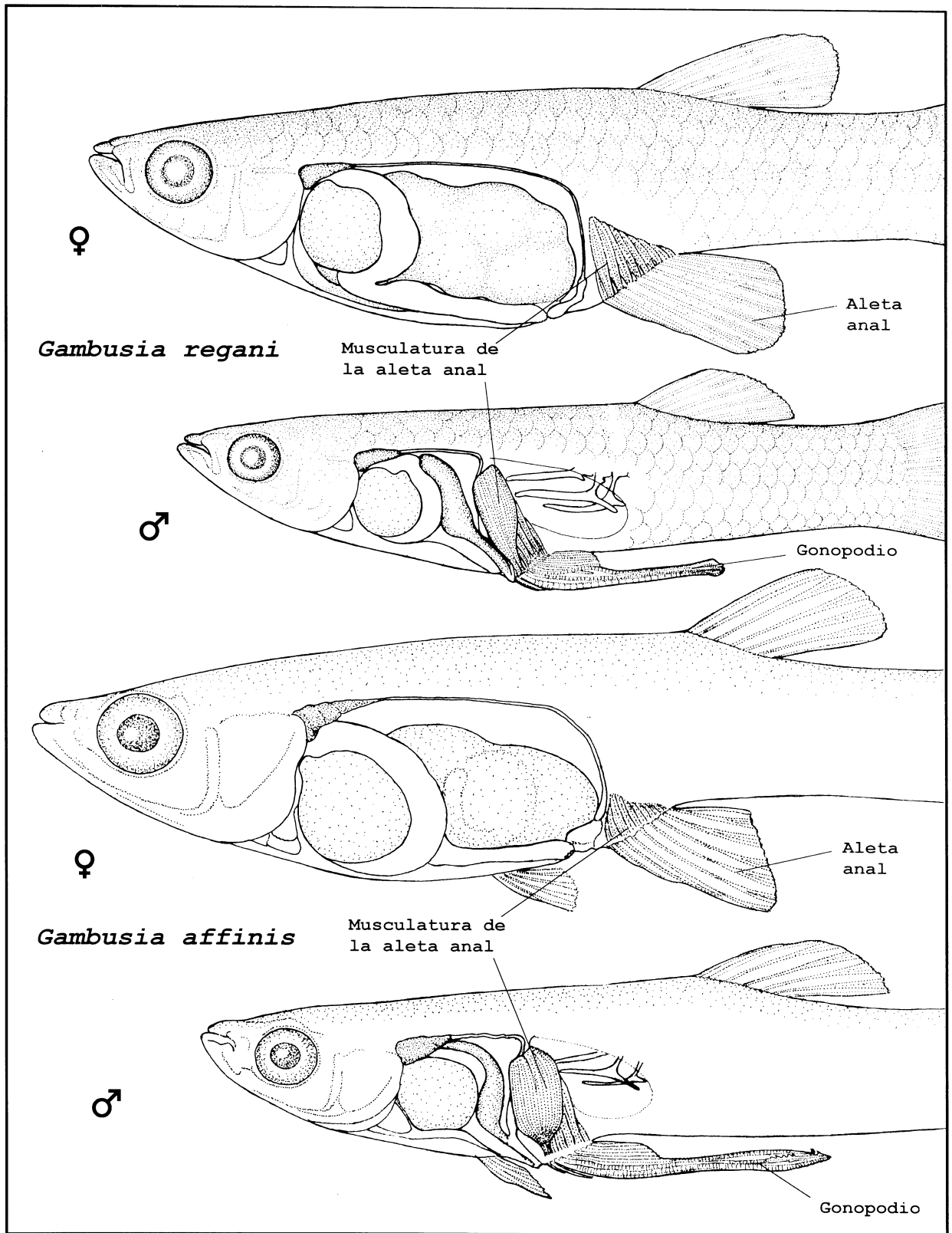


Figura 69. Dimorfismo sexual en la aleta anal de Poeciliidae. a) Hembra y macho de *Gambusia regani*. b) Hembra y macho de *Gambusia affinis*.

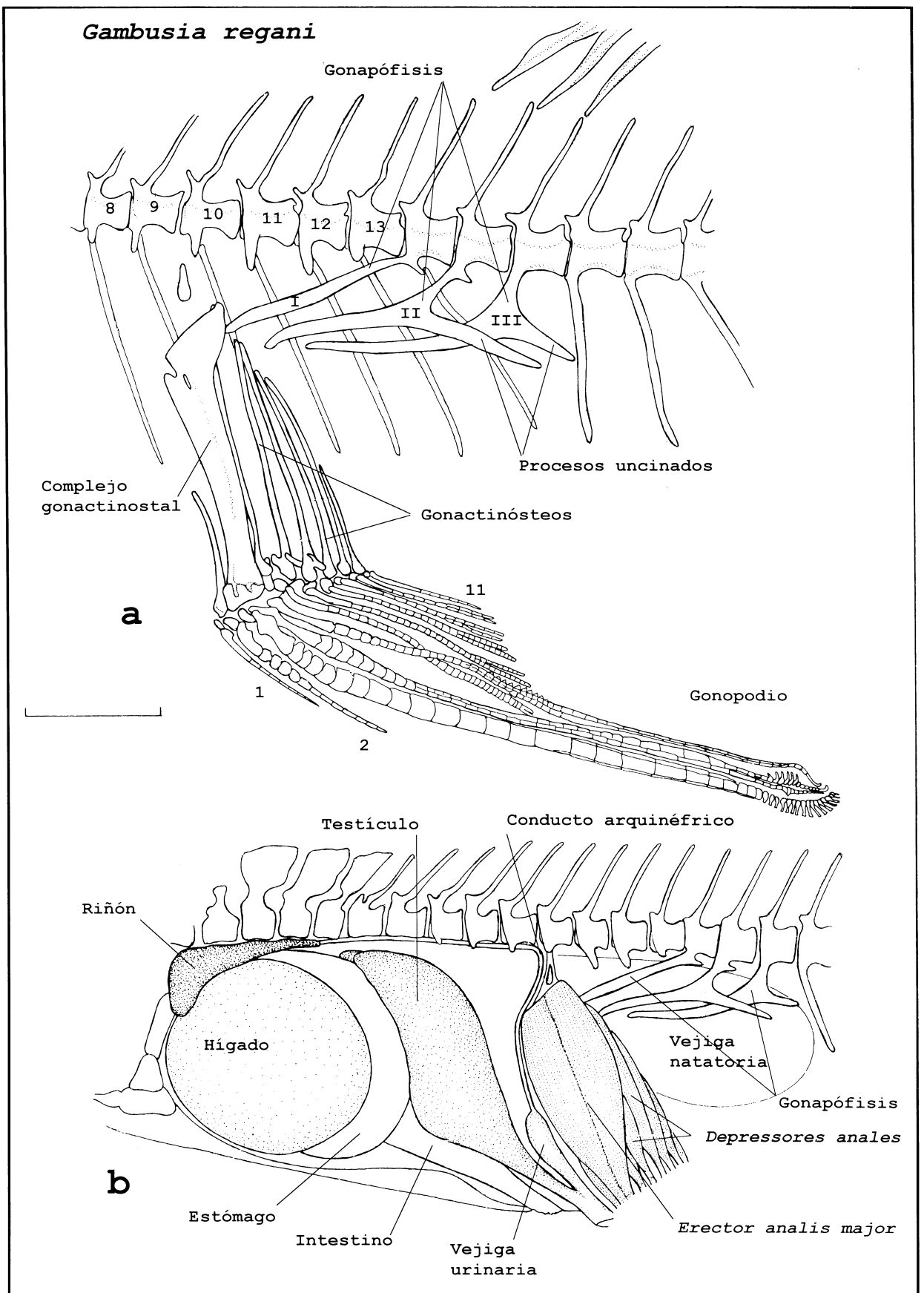


Figura 70. Esqueleto y musculatura del suspensorio gonopodial de *Gambusia regani* (Poeciliidae). a) Esqueleto sexual. b) Musculatura de la aleta anal.

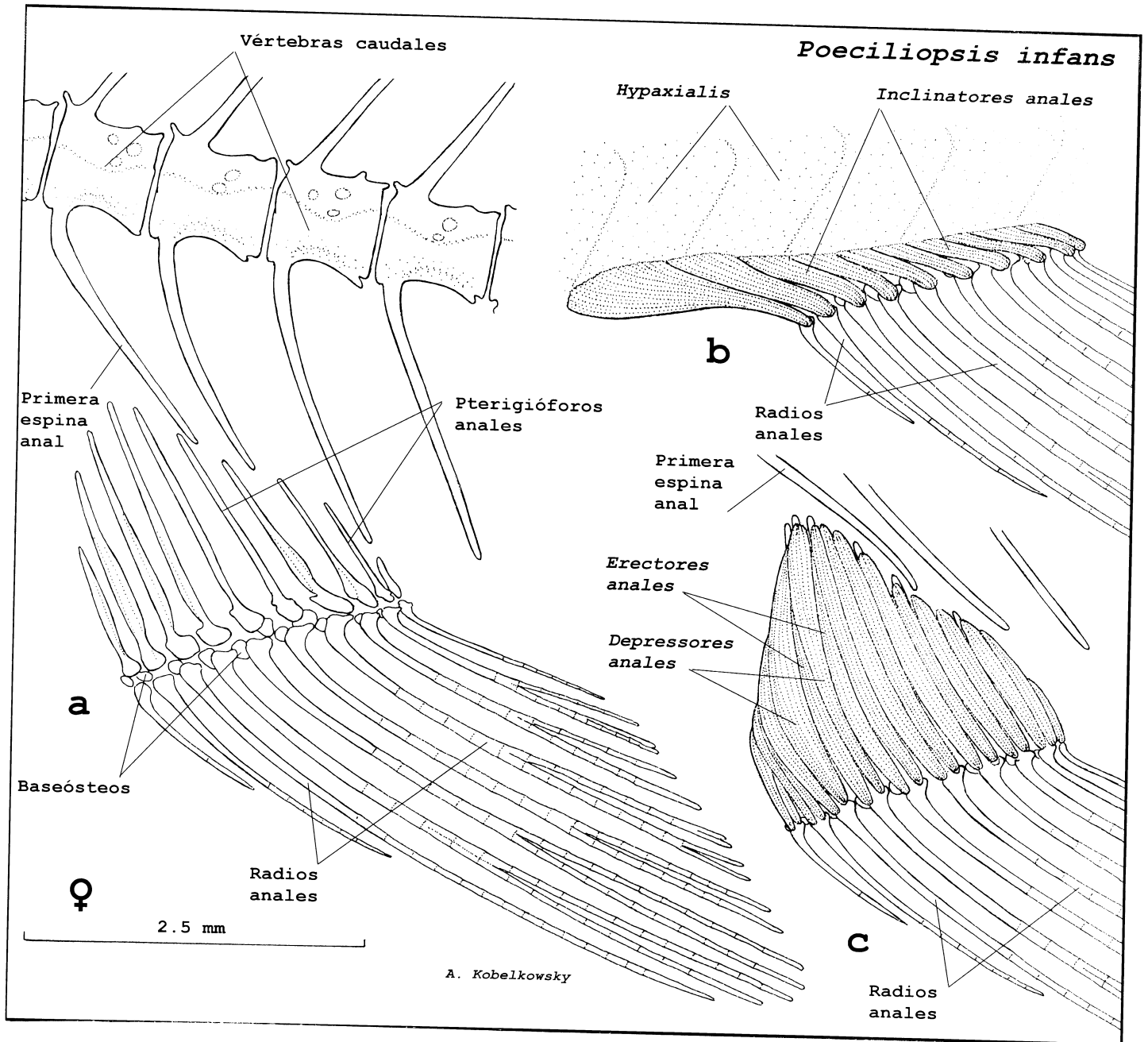
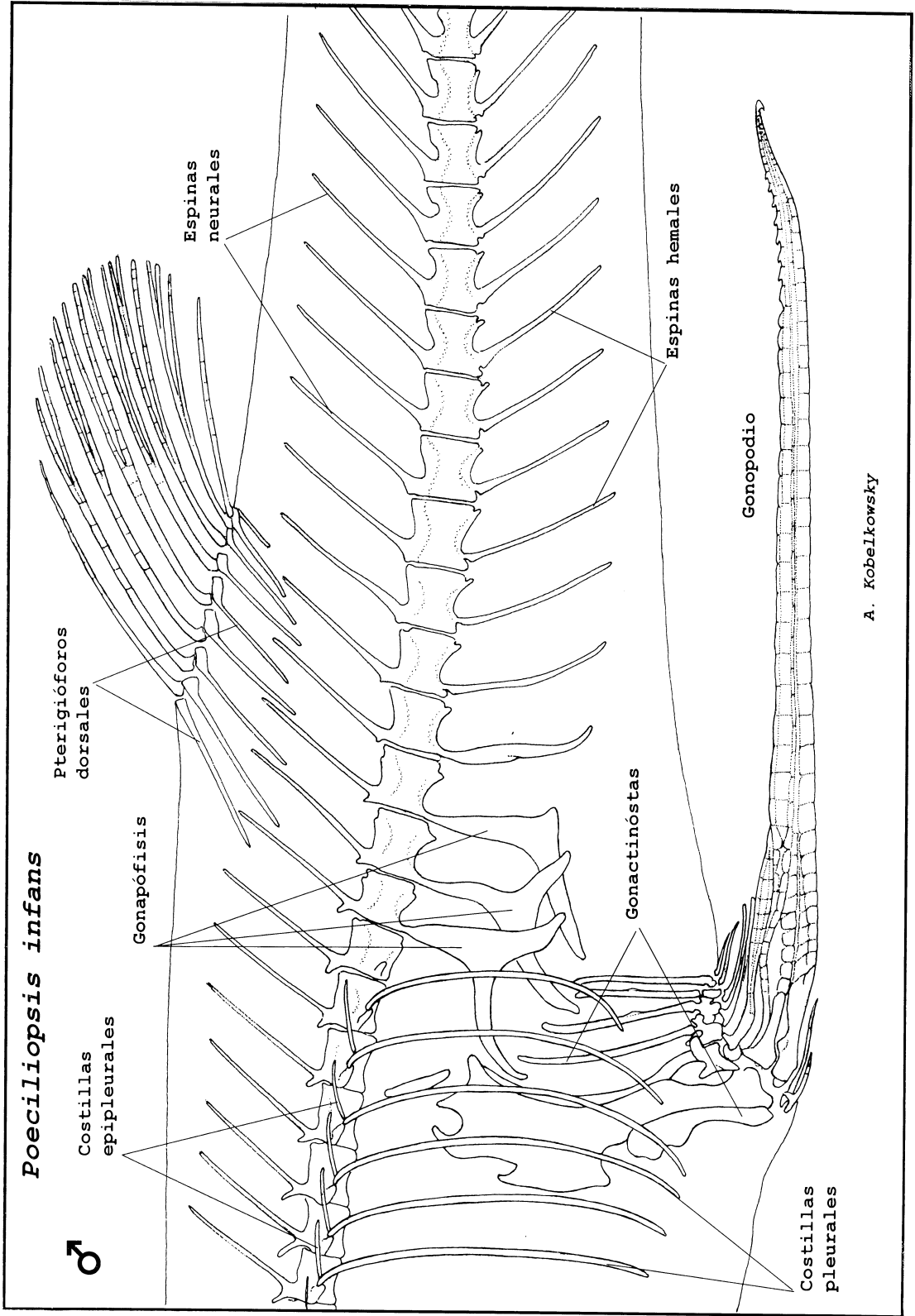


Figura 71. Anatomía de la aleta anal de la hembra de *Poeciliopsis infans* (Poeciliidae). a) Esqueleto. b, c) Musculatura.



A. Kobelkowsky

Figura 72. Gonopodio y suspensorio gonopodial de *Poeciliopsis infans* (Poeciliidae).

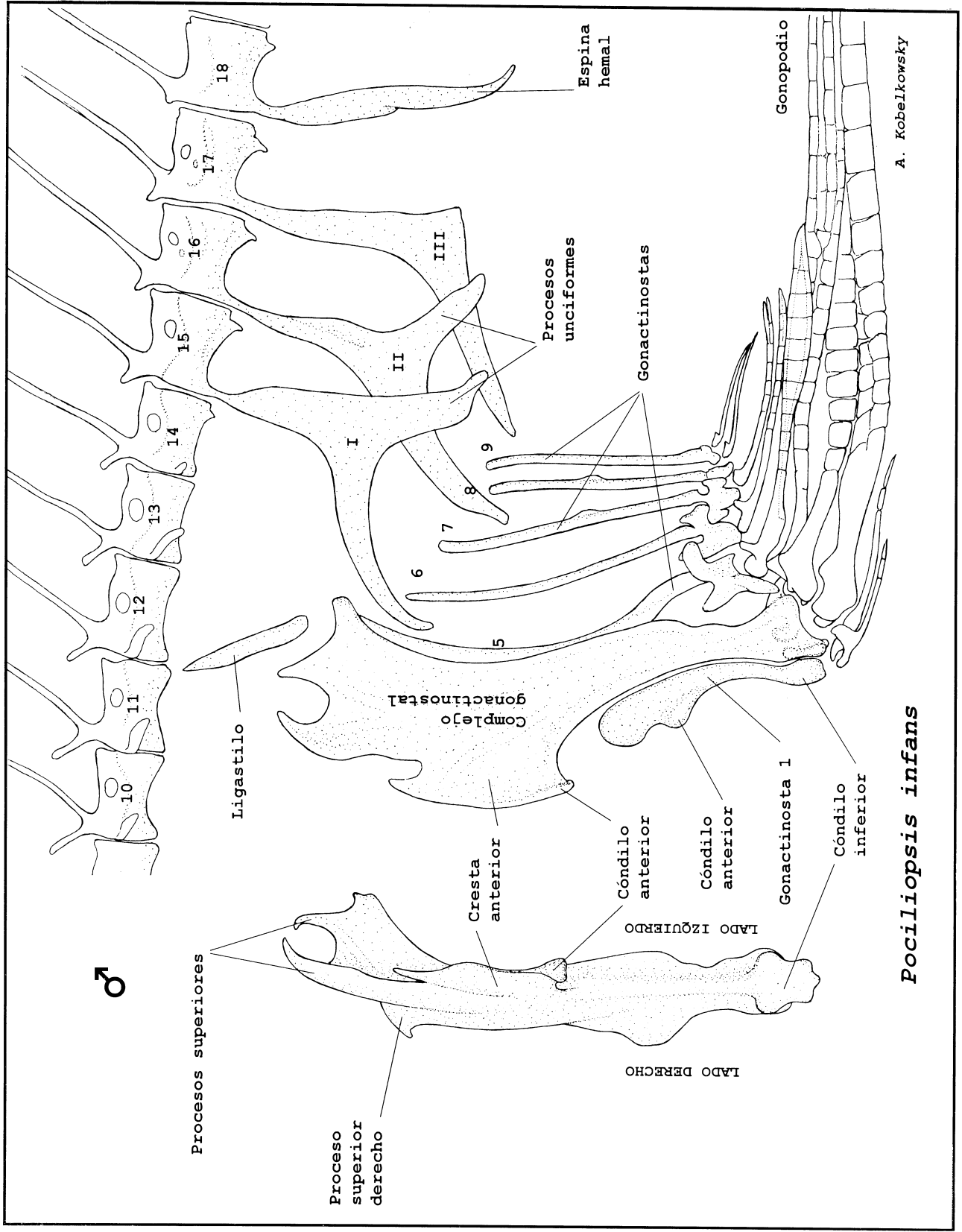


Figura 73. Suspensorio gonopodial de *Pociliopsis infans* (Poeciliidae). a) Vista lateral izquierda. b) Vista anterior del complejo gonactinostal.

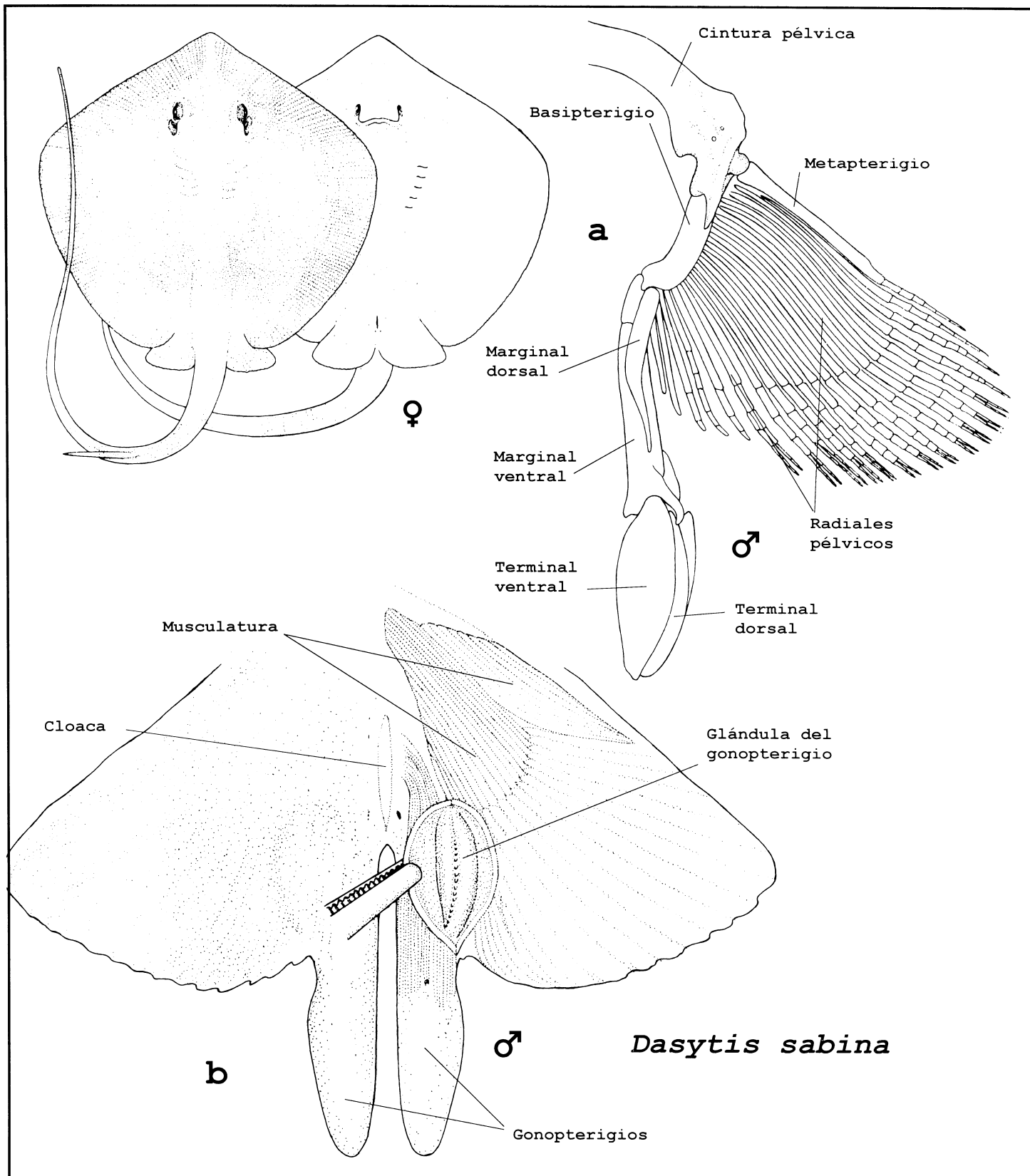


Figura 75. Dimorfismo sexual en las aletas pélvicas de *Dasytis sabina* (Dasyatidae). a) Vista dorsal del esqueleto de la aleta. b) Vista ventral de la musculatura de la aleta.

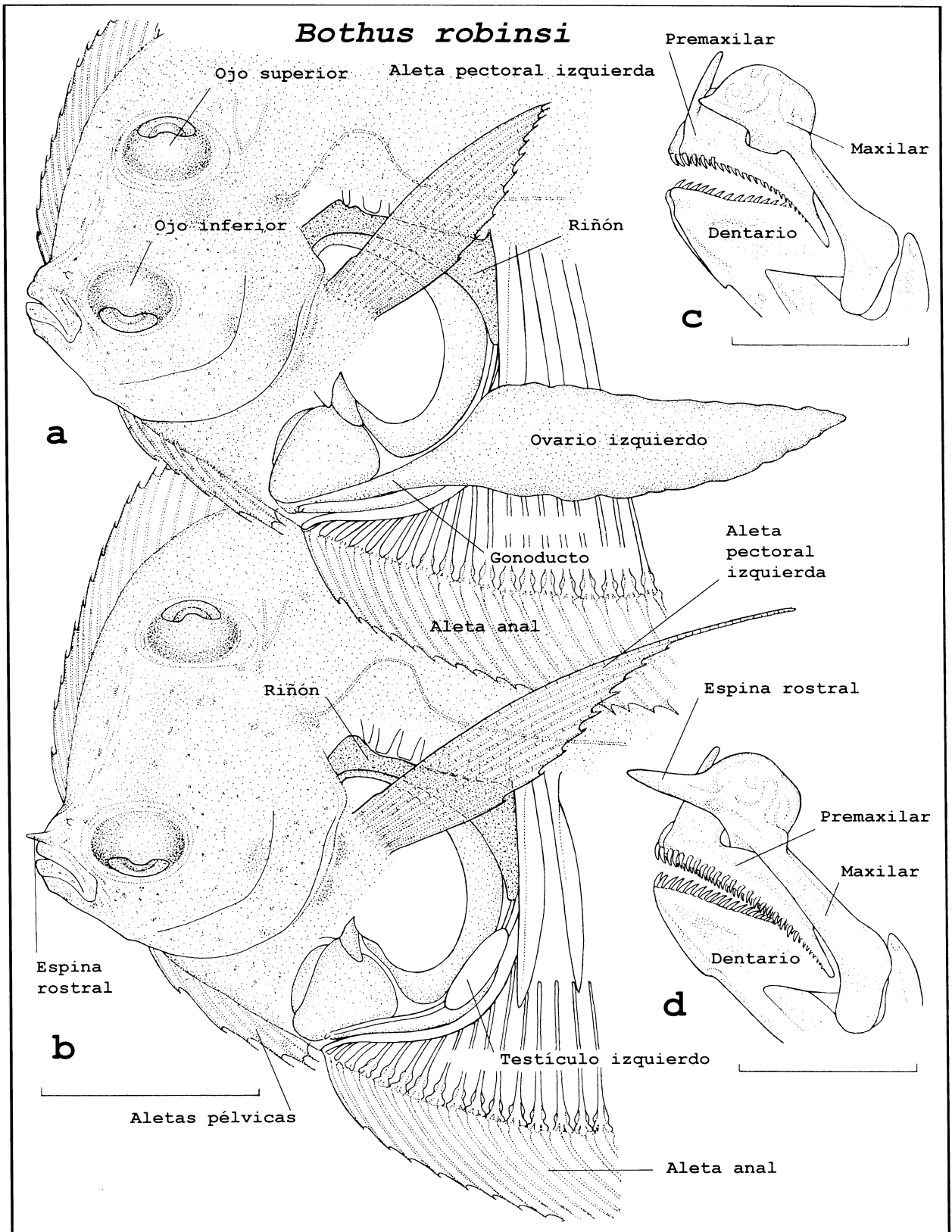


Figura 76. Dimorfismo sexual externo de *Bothus robinsi* (Bothidae). a) Hembra. b) Macho. c) Mandíbulas de la hembra. d) Mandíbulas del macho.

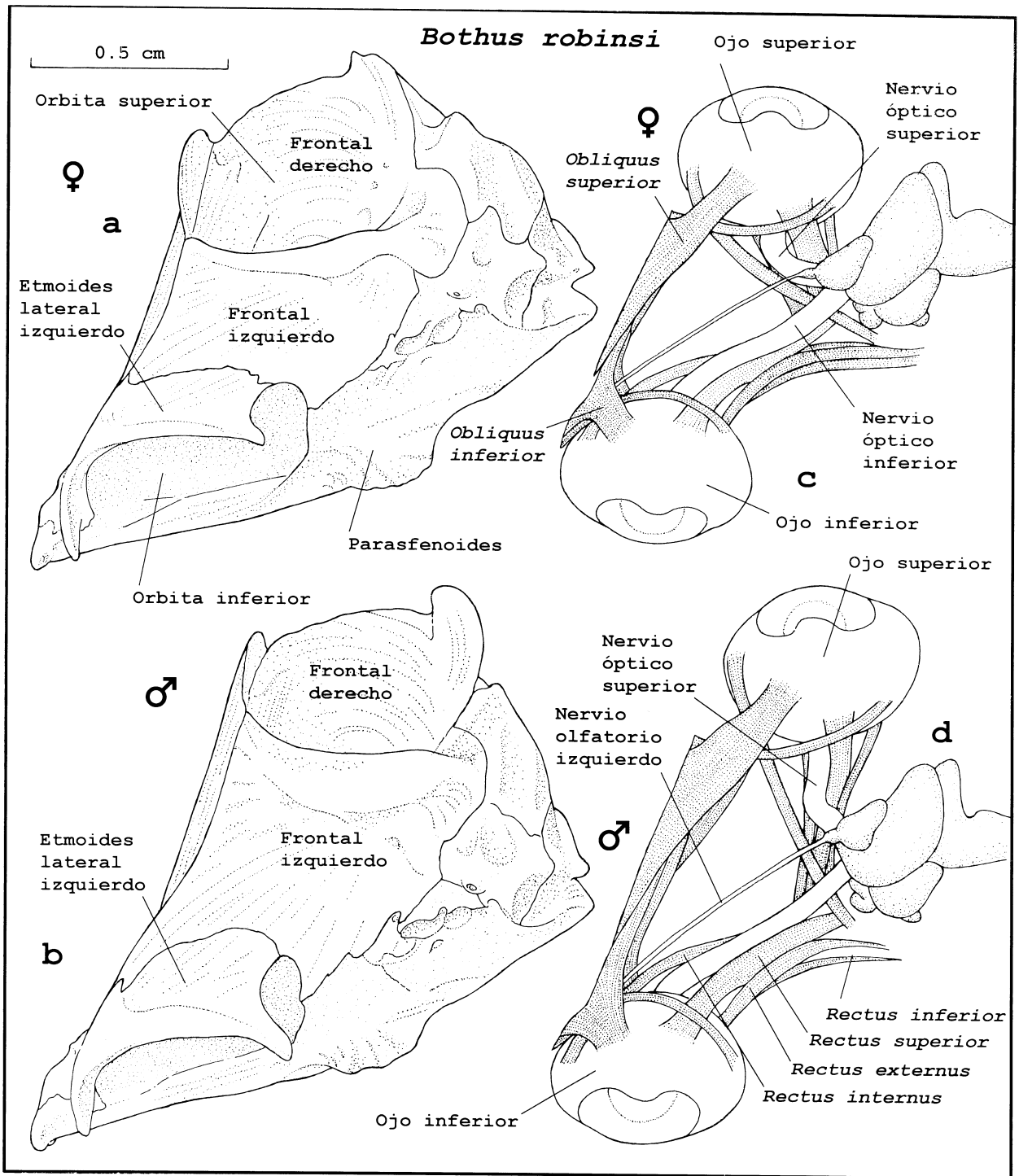


Figura 7'. Dimorfismo sexual interno de *Bothus robinsi* (Bothidae). a) Neurocráneo de la hembra. b) Neurocráneo del macho. c) Sistemas óptico y olfatorio de la hembra. d) Sistemas óptico y olfatorio del macho.



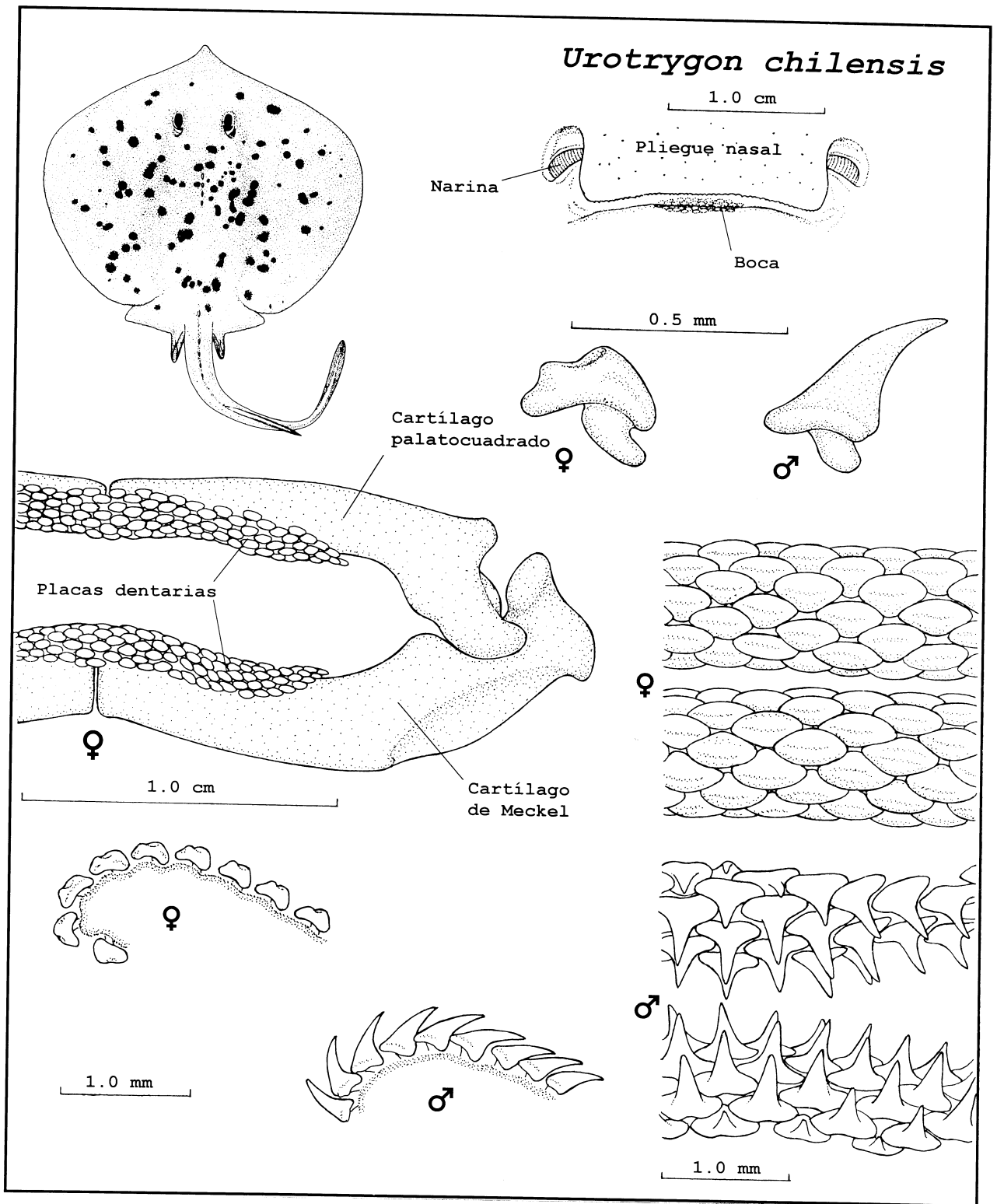


Figura 78. Dimorfismo sexual dentario de *Urotrygon chilensis* (Urolophidae). a) Vista ventral de la boca. b) Vista ventral de las mandíbulas. c) Dientes de hembra y macho respectivamente. d) Hilera sagital de dientes en ambos sexos. e) Dentición mandibular superior e inferior de ambos sexos.

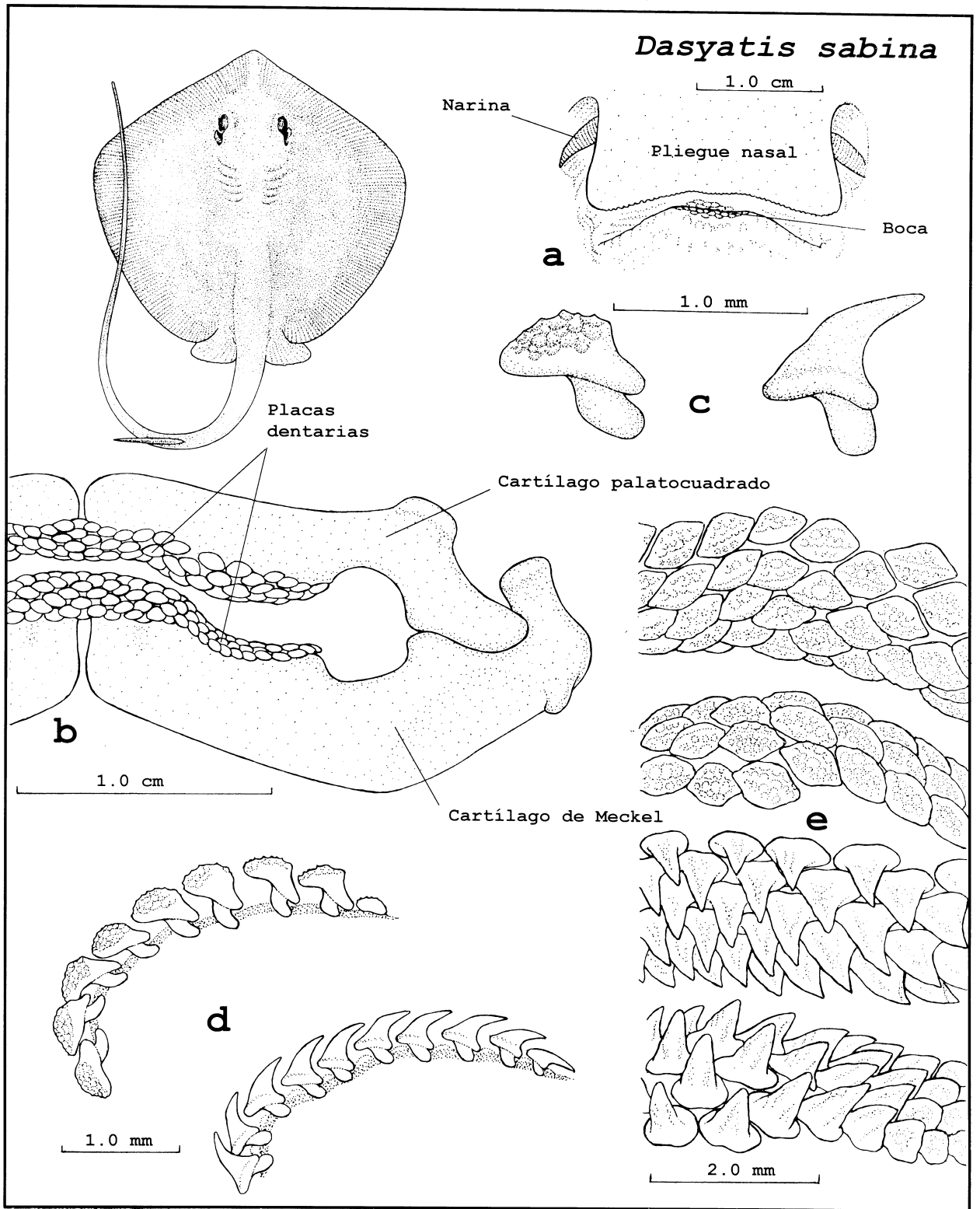


Figura 79. Dimorfismo sexual dentario de *Dasyatis sabina* (Dasyatidae). a) Vista ventral de la boca. b) Vista ventral de las mandíbulas. c) Dientes de hembra y macho respectivamente. d) Hilera sagital de dientes en ambos sexos. e) Dentición mandibular superior e inferior de ambos sexos.

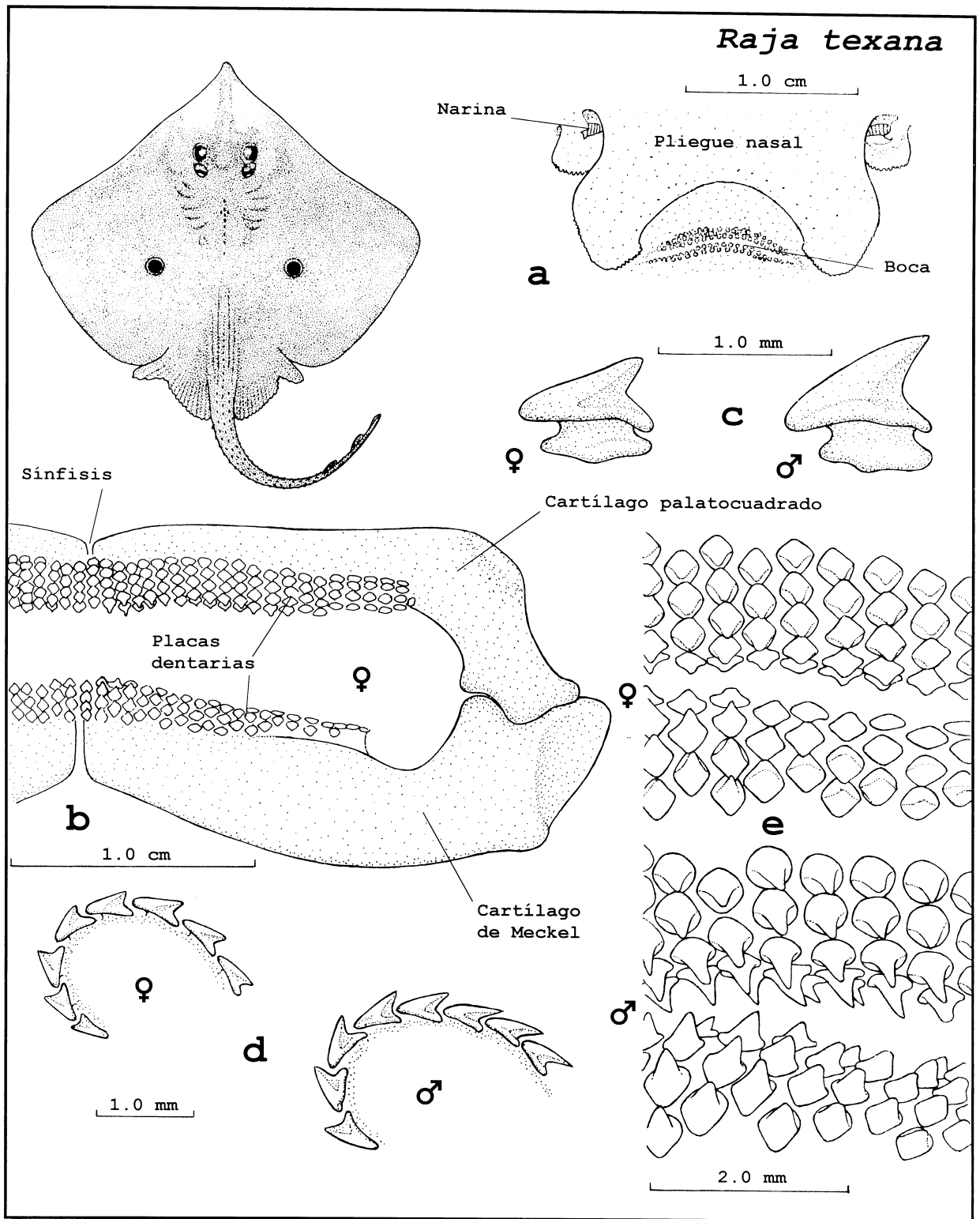


Figura 80. Dimorfismo sexual dentario de *Raja texana* (Rajidae). a) Vista ventral de la boca. b) Vista ventral de las mandíbulas. c) Dientes de hembra y macho respectivamente. d) Hilera sagital de dientes en ambos sexos. e) Dentición mandibular superior e inferior de ambos sexos.

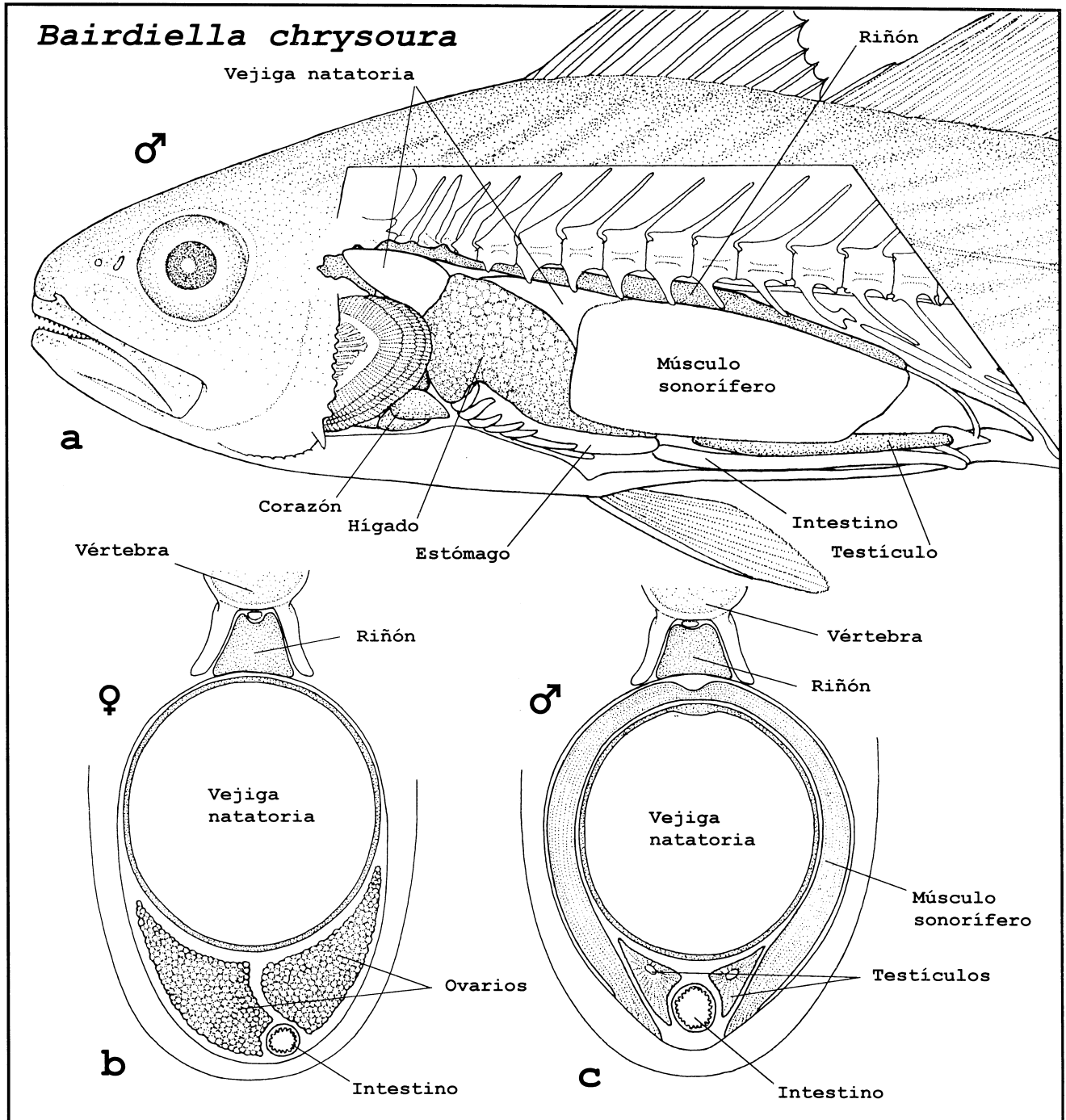


Figura 91. Dimorfismo sexual en la vejiga natatoria de *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae). a) Vista lateral de la cavidad visceral del macho. b) Corte transversal de la vejiga natatoria de la hembra. c) Corte transversal de la vejiga natatoria del macho.

## DISCUSION

### Riñones

De las especies examinadas, sólo *Lampetra spadicea* (Petromizontidae) presenta en el estado adulto, vestigios del pronefros. De acuerdo con varios autores como Morris (1972) este es el riñón funcional en el estado larvario de las lampreas, el cual permanece en el adulto como un cuerpo de tejido linfoide, sin conductos.

El mesonefros de *L. spadicea* se encuentra dentro del mismo patrón morfológico descrito para los Petromyzontiformes por autores como Morris (1972).

En el presente trabajo se reconoce en los condríctios (Chondrichthyes) una relación entre la forma de los riñones y la forma general del cuerpo. Siendo los tiburones peces relativamente esbeltos, su riñón es alargado, y resulta de la fusión del riñón derecho con el izquierdo, y su colocación es ventral a la columna vertebral. En cambio, las rayas tienen el cuerpo corto y ancho, sus órganos se distribuyen en el plano horizontal, así, los riñones son cortos y anchos, no fusionados entre sí y colocados a los lados de la columna vertebral. Sin embargo, Lacy & Reale (1999) señalan que la raya dulceacuícola *Potamotrygon humerosa*, posee riñones alargados.

Las venas cardinales posteriores, que en los tiburones recorren internamente al riñón, en las rayas tienen un trayecto independiente.

De acuerdo con Gilbert (1973) la porción anterior del riñón de los tiburones machos adultos no tiene funciones excretoras y se modifica en la glándula de Leydig, que contribuye a la formación del fluido seminal.

En el presente estudio se proponen dos tipos morfológicos de riñones en las rayas: el lobular y el uniforme. Dentro de las especies de rayas, se encontró que *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina* y *Gymnura micrura* presentan el tipo lobular. Lacy & Reale (1999) describen los riñones de tiburones y rayas con marcadas lobulaciones como en *Raja erinacea*. Sin embargo, en el presente estudio las especies de tiburones y la raya *Raja texana* no muestran lóbulos.

Es conocido que los conductos arquinéfricos (de Wolff) en las hembras de condríctios desaparecen y en los machos se transforman en conductos deferentes (Romer, 1962), los

cuales transportan el esperma. En su lugar en ambos sexos se constituye un sistema de conductos, de los cuales el que drena la orina a la cloaca es el conducto urinario accesorio (Lacy & Reale, 1999). La notable anchura de los conductos urinarios accesorios de *Dasyatis sabina* posiblemente implica la reserva temporal de la orina, de manera análoga a la vejiga urinaria de los teleósteos.

En los teleósteos se encuentra una más alta complejidad morfológica de los riñones mesonéfricos que en los condríctios. Entre las escasas publicaciones sobre la morfología de los riñones de teleósteos se encuentra la clasificación de Ogawa (1961) en cinco categorías, de las cuales, en el presente estudio se señala a una de ellas como errónea y otra imprecisa.

En este estudio se reconoce que la diversidad morfológica de los riñones de los teleósteos se correlaciona con la diversidad de formas del cuerpo y de la cavidad visceral, así como también con estructuras internas como el tracto digestivo, la vejiga natatoria, la columna vertebral y la presencia de ciertos músculos.

El análisis morfológico de los riñones realizado en el presente estudio, incluye especies representativas de los principales superórdenes de Teleostei, siendo el carácter más utilizado el grado de fusión y de separación de los riñones.

La total separación de ambos riñones en los teleósteos se identifica en escasas especies que corresponden a las familias Poeciliidae (*Belonesox belisanus*, *Gambusia regani*, *Gambusia affinis* y *Heterandria bimaculata*), Ogcocephalidae (*Ogcocephalus radiatus*), Diodontidae (*Diodon hystrix*) y Tetraodontidae (*Lagocephalus laevigatus*). Mientras que en los Poeciliidae la separación es casi imperceptible, en los Tetraodontiformes examinados, ambos riñones están ampliamente separados por los músculos *retractores dorsales* de las branquias.

En *O. radiatus* la amplia distancia entre los riñones es debida además de dichos músculos, a la interposición de la columna vertebral. Se observa un paralelismo entre las rayas y los ogcocefálicos, por tener el cuerpo deprimido, la cavidad visceral ancha y la ubicación de los riñones a los lados de la columna vertebral.

Se determina una mayor frecuencia en la fusión total o parcial de los riñones izquierdo y derecho. Asimismo es general la formación de lóbulos renales anteriores, los

cuales rodean al esófago o a la vejiga natatoria, hasta alcanzar los extremos del seno venoso del corazón.

La total fusión de los riñones izquierdo y derecho se observó en *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae). Aunque Ogawa (1961) ejemplifica la total separación de los riñones con los singnátidos, en el presente trabajo se identificó su continuidad por encima de la aorta dorsal.

La total fusión de ambos riñones en especies representativas de las familias Characidae (*Astyanax fasciatus*), Ictaluridae (*Ictalurus balsanus*, *Ictalurus punctatus*), Pimelodidae (*Rhamdia guatemalensis*), Ariidae (*Cathorops melanopus*, *Ariopsis felis*, *Bagre marinus*) y Cyprinidae (*Notropis boucardi*), probablemente sea un carácter común de los Ostariophysi.

Se identifican en el presente trabajo como los dos principales factores anatómicos, que determinan la separación de ambos riñones en su primer tercio (y por lo tanto la formación de los dos lóbulos renales anteriores) al paso de los músculos *retractores dorsales* desde los huesos faringobranquiales hasta las primeras vértebras precaudales, y al anclaje de la vejiga natatoria a las primeras vértebras precaudales.

Mientras que autores como Norman (1934) y Gregory (1959) consideran que los lenguados (orden Pleuronectiformes) derivan de los Perciformes, con base en ciertos caracteres osteológicos, en el presente estudio se adicionan a dicha propuesta, caracteres como son: los músculos *retractores dorsales* de las branquias y la presencia de los lóbulos renales anteriores.

Autores como Nelson (1994) presentan la discusión del origen de los Tetraodontiformes a partir de algún grupo de Perciformes o de Zeiformes. En el presente trabajo se propone la consideración de otros caracteres como la total separación de los riñones mediante los músculos *retractores dorsales* y la columna vertebral en Diodontidae (*Diodon hystrix*) y Tetraodontidae (*Lagocephalus laevigatus*).

En representantes de los Paracanthopterygii (*Opsanus beta*, *Porichthys porosissimus*, *Ogcocephalus radiatus*) la separación de ambos riñones en aproximadamente los dos primeros tercios, es consecuencia de la interposición de los marcadamente largos músculos *retractores dorsales*, que en *Opsanus beta*, presenta tendones largos.

En las familias examinadas de Pleuronectiformes (Achiriidae, Cynoglossidae, Paralichthyidae, Bothidae) los

relativamente cortos lóbulos renales anteriores están separados por los *retractores dorsales*, estando ausente la vejiga natatoria. Relacionado con el extremo aplanamiento lateral de los lenguados, se encuentra el contacto de dichos lóbulos con los cleitra de la cintura escapular.

Además de los lóbulos renales anteriores, se reconocen con menor frecuencia lóbulos de los riñones en "espacios disponibles", como el lóbulo cefálico de los Characidae (*Astyanax fasciatus*, *Bramocharax dorioni*), de colocación ventral al neurocráneo y entre las arterias branquiales eferentes; los lóbulos laterales de Cyprinidae (*Notropis boucardi*, *Megalobrama amblycephala*) colocados entre las dos cámaras de la vejiga natatoria; el lóbulo posterior en Gobiidae (*Gobionellus hastatus*), Clupeidae (*Brevoortia patronus*) y Elopidae (*Elops saurus*) colocado en los primeros arcos hemales; y el lóbulo posterior izquierdo de los Achiriidae (*Achirus lineatus*, *Trinectes maculatus*, *Gymnachirus texae*) colocado extravisceralmente, junto con la vejiga urinaria, en contraposición de las asas intestinales extraviscerales del lado contrario.

La asimetría del riñón es más notable en representantes de los Pleuronectiformes. Kobelkowsky (2000a) describe la presencia del lóbulo renal posterior del lado izquierdo de los Achiriidae, y Kobelkowsky (2000b) encuentra la escotadura izquierda del riñón de los Cynoglossidae (*Symphurus plagiusa*, *Symphurus civitatus*), producida por el paso de una fascia que sostiene al estómago desde las primeras vértebras precaudales.

La separación de los riñones de los Siluriformes analizados (Ictaluridae, Pimelodidae y Ariidae) en un órgano anterior y otro posterior, aparentemente es la culminación de una tendencia evolutiva que se observa en los Characiformes. Posiblemente es una consecuencia de la implementación de un sistema de transmisión del sonido, característico de los Ostariophysi, que implica la asociación de la vejiga natatoria con las modificaciones de las cuatro primeras vértebras en los osículos de Weber.

Es de especial interés la comunicación del riñón posterior con el anterior mediante la vena cardinal posterior derecha, que implica modificaciones estructurales en el complejo vertebral, como lo son los surcos o canales por los que dicho vaso pasa.

En todas las especies en que se analizó el riñón, se observa la tendencia de conservarse más gruesa la vena cardinal posterior derecha, que recorre el lóbulo renal anterior derecho, para conectarse directa o indirectamente



con la parte derecha del seno venoso del corazón. Este carácter se considera una plesiomorfía de los teleósteos.

Dicha tendencia se reconoce como más acentuada en los Siluriformes examinados, debido a la conservación exclusivamente de la vena cardinal posterior derecha como enlace entre el riñón posterior con el anterior.

## Ovarios

La fusión de ambos ovarios y la ausencia de oviductos en *Lampetra spadicea* corresponde al patrón morfológico conocido de los Petromyzontiformes, descrito por autores como Hardisty (1971).

La asociación entre los ovarios y los llamados órganos epigonales en *Carcharhinus* sp. y *Carcharhinus longimanus*, *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina*, *Raja texana* y *Gymnura micrura* corresponde a lo descrito en general en los condríctios por autores como Hamlett & Koob (1999). Se considera a los órganos epigonales como estructuras hemopoyéticas (linfomiéloides).

Con respecto a la suspensión de los ovarios mediante los mesovaria, en los teleósteos se reconocen tres situaciones: a) en la mayoría de los grupos están suspendidos desde la vejiga natatoria, b) en los que carecen de ésta, como en los Gobiidae (*Gobionellus hastatus*) se suspenden desde el techo de la cavidad visceral, de manera similar a los Chondrichthyes, y c) en los que la vejiga natatoria está restringida, los ovarios cuelgan en parte de la vejiga natatoria y en parte del techo de la cavidad visceral, como en los Ariidae (*Cathorops melanopus*), Ictaluridae (*Ictalurus balsanus*) y Pimelodidae (*Rhamdia guatemalensis*).

Es sobresaliente la reducción de dos a un ovario en *Strongylura marina* (Belonidae); sin embargo, parece ser que el patrón morfológico del género *Strongylura* es el de desarrollar ambos ovarios como se observa en *Strongylura notata* y *Strongylura timucu*.

Aunque en general un ovario es ligeramente más largo que el otro, una marcada asimetría en el tamaño se observa en la anchoa *Anchoa mitchilli* y en la anchoveta *Cetengraulis edentulus*. En la primera el ovario más grande es el izquierdo, el cual se desarrolla por debajo del intestino.

Mientras que en los condríctios ambos ovarios se encuentran totalmente separados entre sí, y en los ciclóstomos se fusionan en toda su longitud, en los teleósteos el patrón

general es la fusión de sus extremos posteriores, quedando el resto de ambas gónadas separado. Aparentemente esta es la situación general de los teleósteos, como se observa en *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae), no obstante, resaltan algunas modificaciones a este patrón.

Se reconocen cuatro grados de unión entre el ovario izquierdo y el derecho: a) fusión del extremo posterior (mayoría de los teleósteos), b) contacto de los dos ovarios a todo lo largo, sólo con fusión del extremo posterior y persistente durante todo el ciclo de maduración ovárica (Ariidae), c) fusión total de ambos ovarios, manteniendo un tabique interovárico (Goodeidae), d) fusión total de ambos ovarios sin permanencia del tabique interovárico (Poeciliidae). Así, los grados más elevados de unión de los ovarios entre sí, se encuentran en familias ovovivíparas o vivíparas.

Entre las especies que tienen el patrón general de ovarios fusionados por su extremo posterior, se reconocen los que son paralelos entre sí, pero que además hacen contacto la gónada derecha con la izquierda como en los bagres de la familia Ariidae (*Cathorops melanopus*) y el pez pipa *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae); o los que están parcialmente separados por la vejiga natatoria, como en el ronco *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae), o por el intestino como en *Myrophis punctatus* (Ophichthyidae).

Se identifica como el factor que produce la divergencia de los ovarios de los teleósteos a la interposición de la vejiga natatoria, que es más notable en los grupos taxonómicos que la presentan con un aspecto ventral esférico u ovoide, como en *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae), *Opsanus beta* y *Porichthys porosissimus* (Batrachoididae).

El sentido del aplanamiento de los ovarios en ciertos grupos de teleósteos, es el mismo que el del cuerpo y por lo tanto de la cavidad visceral. Así, los ovarios lateralmente aplanados corresponden a taxa con modificación del cuerpo en el mismo sentido, como *Anchoa mitchilli* (Engraulidae), *Brevoortia patronus* (Clupeidae), *Achirus lineatus* (Achiridae), *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) y *Bothus robinsi* (Bothidae). Los ovarios dorsoventralmente aplanados corresponden a especies deprimidas como *Ogcocephalus radiatus* (Ogcocephalidae) y a especies con la cavidad visceral deprimida como *Cathorops melanopus* (Ariidae).

La situación morfológica más especializada de los ovarios de los teleósteos se encuentra en el orden

Pleuronectiformes o de los lenguados, ejemplificada por *Achirus lineatus* (Achiridae), *Symphurus plagiusa* (Cynoglossidae), *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae) y *Bothus robinsi* (Bothidae). Debido a la notable reducción del volumen de la cavidad visceral, cada ovario al madurar crece hacia atrás, rebasando el primer pterigióforo de la aleta anal y ubicándose entre la musculatura hipoaxial y los músculos que mueven a los radios de la aleta anal. Norman (1934) denomina a los espacios ocupados por los ovarios como "cavidades corporales secundarias", de las cuales la del lado derecho (lado oculado) es ocupada, además, por una o dos asas intestinales en los Achiridae .

## Testículos

De manera similar a los ovarios de *Carcharhinus* sp. (Carcharhinidae), *Urotrygon chilensis* (Urolophidae), *Dasyatis sabina* (Dasyatidae), *Raja texana* (Rajidae) y *Gymnura micrura* (Gymnuridae), los testículos están asociados a los órganos epigonales. Es probable que esta sea la situación generalizada de los Chondrichthyes.

Al igual que la hembra de *Strongylura marina* (Belonidae) el macho de esta especie desarrolla solo el testículo derecho, mientras que *Strongylura notata* y *Strongylura timucu* presentan los dos testículos.

La presencia de ambos testículos es la situación generalizada de los teleósteos, como se observa en la mayoría de las especies examinadas.

Asimismo, la situación generalizada de los teleósteos y a diferencia de los condríctios es el reducido tamaño de los testículos con relación a los ovarios (Moyle & Sech, 1988). Sin embargo, se reconocen excepciones como los ovarios de *Anchoa mitchilli* (Engraulidae) y *Astyanax fasciatus* (Characidae), en las que los testículos maduros aproximadamente alcanzan las dimensiones de los ovarios maduros. Así, probablemente los índices gonadosomáticos sean similares entre los sexos.

Aunque en general un testículo es ligeramente más grande que el otro, la asimetría es marcada en *Anchoa mitchilli* y *Cetengraulis edentulus* (Engraulidae).

En el presente estudio se observa que la condición generalizada de los teleósteos es la fusión posterior de ambos testículos, sin embargo, sobresale la situación inversa en *Goodea atripinnis* (Goodeidae), en que en la

porción anterior ambos testículos y sus conductos testiculares principales están fusionados.

Siendo la condición generalizada la de encontrarse ambos testículos separados entre sí, se reconocen dos situaciones diferentes: ambos testículos en contacto entre sí en toda su longitud, sin fusión como en *Cathorops melanopus* (Ariidae), y en la que están fusionados en toda su longitud, como en los Poeciliidae (*Gambusia regani* y *Gambusia affinis*).

En el presente análisis se observa que en general en los teleósteos los testículos son alargados, sin embargo, los de *Astyanax fasciatus* y *Bramocharax dorioni* (Characidae) tienen de manera excepcional un aspecto en zigzag.

La situación especial de presentar los testículos divergentes entre sí, como en *Diodon hystrix* (Diodontidae), es debida a la interposición del intestino.

De manera similar a los ovarios de *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae), los testículos de esta especie después de un trayecto paralelo divergen por la interposición de la vejiga natatoria.

De forma semejante a las hembras, se reconoce una relación del sentido de aplanamiento de los testículos con el del cuerpo, en los engráulidos *Anchoa mitchilli* y *Cetengraulis edentulus* y los pleuronéctiformes *Achirus lineatus*, *Symphurus plagiusa*, *Citharichthys spilopterus* y *Bothus robinsi*.

Asimismo, se reconoce una relación entre el aplanamiento dorsoventral del cuerpo o de la cavidad visceral con el aplanamiento dorsoventral de los testículos, como se observó en *Ogcocephalus radiatus* (Ogcocephalidae) y en *Cathorops melanopus* (Ariidae).

La situación morfológica de los testículos más notable se encontró en *Ictalurus balsanus* e *I. punctatus* (Ictaluridae) y en *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae), por estar formados en toda su longitud por numerosos lóbulos. La forma de dichos lóbulos permite diferenciar a los ictalúridos de los pimelódidos examinados.

Es excepcional la situación morfológica de los testículos de *Hyporhamphus roberti* (Hemirhamphidae) por presentar dos porciones en cada gónada. Probablemente la porción anterior sea de carácter espermatogénico y la porción posterior de formación de espermátóforos, como describen Grier &

Collette (1987) en especies del género *Zenarchopterus*, y que posiblemente implique fertilización interna.

Como una situación reconocida en familias como Serranidae, Sparidae y Labridae (Nikolsky, 1963), se observó la presencia de ovotestes en el lábrido *Thalassoma lucasanum*, la cual Warner (1982) reconoce junto con *Thalassoma bifasciatum* como especie hermafrodita de tipo protogíneo.

## **Sistema de conductos**

Mientras que en los Petromyzontiformes y los Teleostei, los conductos que drenan la orina desde los riñones hasta el exterior son los arquinéfricos, en los Chondrichthyes estos se han perdido en las hembras, y se han transformado en conductos deferentes en los machos (Romer, 1962). En ambos sexos de los condríctios los conductos arquinéfricos son sustituidos por los conductos urinarios accesorios.

Aunque los condríctios no poseen vejiga urinaria, es notable el ensanchamiento de los conductos urinarios accesorios de la raya *Dasyatis sabina*, los cuales probablemente almacenan orina de forma temporal. Esta situación la describe Romer (1962) para algunos elasmobranquios, sin especificar los grupos.

Se reconoce una amplia diversidad de situaciones anatómicas de los conductos urinarios, genitales y urogenitales y de las vejigas urinarias en los Teleostei.

Mientras que en las lampreas los conductos arquinéfricos corren por el borde ventral de cada riñón mesonéfrico, en los teleósteos de manera general se observan externamente en la porción posterior de los riñones. Sin embargo, en *Goodea atripinnis* se desprenden de su porción anterior.

Durante el análisis de la morfología de los conductos arquinéfricos se reconocen dos situaciones principales: a) ambos conductos arquinéfricos alcanzan la vejiga urinaria de manera independiente, b) ambos conductos se unen entre sí, denominándose "conducto urinario común", el cual llega a la vejiga urinaria o al exterior. Asimismo, se reconoce que la unión de ambos conductos arquinéfricos puede ser dentro del riñón como en *Astyanax fasciatus* o fuera del mismo como en *Opsanus beta*.

Se reconoce una relación inversa entre la longitud del riñón y la longitud de los conductos arquinéfricos. Así, especies con riñón corto, tienen conductos arquinéfricos largos y viceversa. Sin embargo, la longitud de estos

conductos puede estar relacionada con la conformación de la parte posterior de la cavidad visceral, lo que se puede ejemplificar al comparar *Membras vagrans* y *Menidia beryllina* (Atherinopsidae).

Se observan tres situaciones en la relación de los conductos arquinéfricos y la vejiga natatoria: a) los conductos rodean posteriormente a la vejiga natatoria, como en la mayoría de las especies examinadas, b) la rodean cerca de su extremo posterior, por ambos lados, como en *Bairdiella chrysoura*, c) la rodean por un mismo lado, como en *Salmo mykiss*.

Mientras que en los anfibios y los reptiles la vejiga urinaria es un derivado de la cloaca, y en los mamíferos se origina de la alantoides, en los teleósteos es una modificación del conducto urinario común (Romer, 1962). En estos últimos se desarrolla de dos maneras: a) como un ensanchamiento del conducto urinario común, b) como una evaginación de dicho conducto, con uno o dos lóbulos y con dimensiones variables.

Sobresale la situación extravisceral de la vejiga urinaria en los Achiridae (Kobelkowsky, 2000a), como se ejemplifica con *Achirus lineatus*.

Se reconoce el patrón morfológico en los machos de los teleósteos, de la unión del conducto urinario común con el conducto espermático común.

La ausencia de los conductos reproductores en ambos sexos de *Lampetra spadicea* corresponde al patrón morfológico de los Petromyzontiformes descrito por Romer (1962), quedando los gametos libres en el celoma y saliendo por los orificios de la papila urogenital.

Mientras que la condición común es la presencia de un solo ostium o abertura anterior común de las trompas de Falopio, se observa como un carácter especial la separación de las aberturas anteriores (ostia) de las trompas de Falopio en *Gymnura micrura*.

Asimismo, mientras que en general en los condríctios cada oviducto se abre independientemente a la cloaca, se observa de manera especial la unión de ambos oviductos en un seno común en *Raja texana*.

## Caracteres sexuales secundarios

Siendo uno de los caracteres dimórficos más generalizado el mayor tamaño del cuerpo de las hembras, es notable la inversión de esta situación en *Bothus robinsi*, lo cual es el primer registro en la literatura de los Pleuronectiformes (Kobelkowsky, 2004a).

Como el carácter corporal dimórfico más notable se encuentra el desarrollo de la bolsa incubatriz en el macho de *Syngnathus scovelli*, lo cual es característico de la familia Syngnathidae, y la observación en el presente trabajo de la mayor altura del abdomen del cuerpo de la hembra, debida a que los ovarios tienen posición dorsal con respecto al intestino.

El mayor número de diferencias sexuales secundarias en los peces examinados se concentra en las aletas, principalmente en las que están modificadas para la fertilización. La presencia de gonopterigios en las aletas pélvicas de los tiburones y rayas examinados, es un carácter común de los Chondrichthyes (Compagno, 1999).

La literatura señala a los Goodeidae, como los teleósteos con mayor complejidad en las relaciones materno-fetales (Turner, 1937; Wourms y col. 1988), sin embargo, existe una mayor complejidad en la estructura de la aleta anal y el suspensorio gonopodial de los Poeciliidae (Rosen & Gordon, 1953; Rosen & Bailey, 1963). En el presente trabajo se corrobora comparando *Goodea atripinnis* (Kobelkowsky, 2004c) con *Gambusia regani* (Kobelkowsky y Alva-García, 2000) y *Poeciliopsis infans*.

Mientras que en la literatura se considera al andropodio de los Goodeidae como el principal carácter sexual secundario externo, en el presente estudio se adicionan caracteres miológicos como la mayor longitud y volumen de los machos de los músculos *depresores anales* y *erectores anales* de *G. atripinnis*.

Siendo escasos los trabajos sobre la musculatura relacionada con el suspensorio gonopodial, como el de Rosen & Gordon (1953), en el presente estudio se detalla en *P. infans*, reconociéndose como situación peculiar su asimetría.

Al comparar el esqueleto y la musculatura sexuales de *G. regani* y *P. infans* se observa preliminarmente una relación directa del volumen de los músculos *erectores major* con la longitud del gonopodio.

Se reconoce a *Bothus robinsi* como la especie de teleósteos con mayor número de caracteres sexuales dimórficos. Kobelkowsky (2004a) describe las implicaciones anatómicas que tiene la diferente separación de los ojos entre los sexos, siendo en los machos la mayor amplitud de los huesos frontales y etmoides laterales izquierdos, la mayor longitud de los músculos *obliquus superior* y *obliquus inferior*, de los nervios ópticos y del nervio olfatorio izquierdo.

Mientras que en los Rajiformes la condición general es la de presentar los machos y las hembras la misma dentición, en el presente trabajo se reconoció la forma puntiaguda de los dientes de los machos y aplanada de las hembras de *Urotrygon chilensis*, *Dasyatis sabina* y *Raja texana*.

El análisis anatómico del tracto digestivo de estas especies de rayas, no mostró diferencias sexuales Kobelkowsky (2004d). Mientras que Feduccia & Slaughter (1974) suponían que en varias especies de Rajidae, el dimorfismo sexual dentario implicaba una diferente dieta entre los sexos, McEachran (1977) demostró que en ambos sexos la dieta es la misma, y sugirió que la dentadura puntiaguda del macho permite sujetar a la hembra por una aleta pectoral durante la cópula, como describen McCourt & Kerstitch (1980) al estudiar el comportamiento reproductivo de *Urolophus jamaicensis*.

De acuerdo con Kajiura & Tricas (1996) *D. sabina* presenta un dimorfismo sexual estacional, sustituyéndose los dientes planos por los agudos sólo en la época de reproducción.

Como carácter sexual secundario interno es sobresaliente en *Bairdiella chrysoura* y *Stellifer lanceolatus* (Kobelkowsky, 1999) la presencia de los músculos sonoríferos en los machos. Esta condición morfológica la describen Chao (1978) en otras especies de Sciaenidae, y Tavolga (1971) la relaciona con la producción de sonido por el macho para atracción sexual.



## CONCLUSIONES

### Riñones

1. La forma de los riñones de los peces está directamente relacionada con la forma de las estructuras vecinas, las cuales son en orden de importancia las siguientes:
  - Las vértebras precaudales
  - La vejiga natatoria
  - El esófago
  - Los músculos dorsales de los arcos branquiales
  - La región basioccipital del neurocráneo
  - La aorta dorsal y la arteria celiaca
  - Nervios craneales y raquídeos
  - Conductos reproductores
2. Es un carácter común en los peces el recorrido de las venas cardinales posteriores dentro del riñón.
3. Es un carácter común en los teleósteos el mayor grosor de la vena cardinal posterior derecha.
4. El contacto directo de los riñones con el corazón es común en los teleósteos superiores.
5. Se reconocen varios grados de fusión de los riñones en los teleósteos.
6. La separación parcial o total de los riñones de los teleósteos es debida a la presencia de los músculos retractores de las branquias, y en segundo término al anclaje de la vejiga natatoria a la columna vertebral.
7. La tendencia más notable del sistema excretor de los peces es la total separación en un riñón anterior y otro posterior, por interposición del sistema de transmisión del sonido en los Ostariophysii.

### Gónadas

La situación generalizada de las gónadas de los Chondrichthyes es su asociación con los órganos epigonales.

1. Se confirma que el patrón morfológico de los ovarios de los teleósteos es su carácter hueco, la fusión

posterior de ambas gónadas, y su continuación en un solo gonoducto.

2. El mayor grado de fusión de ambos ovarios entre sí se reconoce en los teleósteos con desarrollo intraovárico.
3. Es un carácter común de los teleósteos la fusión posterior de ambos testículos.
4. El mayor grado de fusión de ambos testículos entre sí se reconoce en los teleósteos con fertilización interna.
5. La condición morfológica más notable de los testículos de los teleósteos es su carácter lobular en los bagres de las familias Ictaluridae y Pimelodidae.

#### **Sistema de conductos**

1. Es un carácter común de los condríctios la presencia de los conductos urinarios accesorios.
2. La mayor diversidad de conductos urinarios y urogenitales se identifica en los teleósteos.
3. Es común la presencia de la vejiga urinaria en los teleósteos.
4. Existe una mayor complejidad de los conductos genitales femeninos y masculinos de los condríctios, que de los teleósteos.
5. La mayor especialización de los conductos espermáticos se encuentra en los lenguados de las familias Paralichthyidae y Bothidae, en contraste con Cynoglossidae y Achiriidae.

#### **Caracteres sexuales secundarios**

1. El grado máximo de dimorfismo sexual del cuerpo se encuentra en la familia Syngnathidae, por la presencia de la bolsa incubatriz.
2. El mayor número de caracteres sexuales dimórficos en los peces se reconoce en las familias que presentan fertilización interna.
3. El dimorfismo sexual que implicó un mayor número de estructuras anatómicas se manifestó en el lenguado *Bothus robinsi*.

## Literatura citada

- Balon, E.K. 1984. Patterns in the evolution of reproductive styles in fishes. En: Potts, G.W. & R.J. Wootton (Eds.) *Fish reproduction: strategies and tactics*. London. Academic Press. 35-53.
- Barni, A., C. Mazzoldi & M.B. Rasotto. 2001. Reproductive apparatus and male accessory structures in two batrachoid species (Teleostei, Batrachoididae). *Journal of Fish Biology*, 2001 (58): 1557-1569.
- Bruslé-Sicard, S., R. Reinboth & B. Fourcalt. 1994. germinal potentialities during sexual state changes in a protandric hermaphrodite, *Amphiprion frenatus* (Teleostei, Pomacentridae). *Journal of Fish Biology*, 1994(45): 597-611.
- Castro, J.I. 1983. *The sharks of North American waters*. Texas A & M University Press. 180 p.
- Castro, J.I., P.M. Bubucis & N.A. Overstrom. 1988. The reproductive Biology of the chain dogfish, *Scyliorhinus retifer*. *Copeia*, 1988(3): 740-746.
- Chao, L.N. 1978. A basis of classifying Western Atlantic Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). *NOAA Tech. Rep., NMFS Tech. Circ.* 415: 1-64.
- Chiasson, R.B. 1980. *Laboratory anatomy of the perch*. Dubuque. W.M. C. Brown Company Publishers. 67 p.
- Cinquetti, R. 1997. Histochemical, enzyme histochemical and ultrastructural investigation on the sperm-duct glands of *Padogobius martensi* (Pisces, Gobiidae). *Journal of Fish Biology*, 1997(50): 978-991.
- Compagno, L.J.V. 1999. Endoskeleton. En: Hamlett, W.C. (Ed.). *Sharks, skates, and rays. The biology of elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 69- 92.
- Cyrus, D.P. & S.J.M. Blaber. 1984. The reproductive biology of *Gerres* in Natal estuaries. *Journal of Fish Biology*, 1984(24): 491-504
- De Jong, J., A.J.H. de Ruiter & R. van den Hurk. 1989. Testis-testicular gland complex of two *Tripterygion* species (Blennioidei, Teleostei): differences between territorial and non-territorial males. *Journal of Fish Biology*, 1989(35): 497-508.
- Dodd, J.M. 1983. Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes). En: Hoar, W.S. & D.J. Randall (Eds.). *Fish physiology*, vol. IXA. New York, Academic Press.

- Feduccia, A. y B.H. Slaughter. 1974. Sexual dimorphism in skates (Rajidae) and its posible role in differential niche utilization. *Evolution* 28: 164-168.
- Gambaryan, S.P. 1988. Kidney morphology in sturgeons: a microdissectional and ultrastructural study. *Journal of Fish Biology*, 1988(33): 383-398.
- Garg, S.K. 1987. Seasonal effects of pinealectomy on testicular recrudescence and secretory activity of seminal vesicles in the catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Journal of Fish Biology*, 1987(30): 377-387.
- Gerard, P. 1954. Organes uro-genitaux. In: Grassé, P.P. (ed.) *Traité de Zoologie*. vol. 12:974-1043. Masson. Paris.
- Gilbert, S.G. 1973. *Pictorial anatomy of the dogfish*. University Washington Press. Seattle. 59 p.
- Gregory, W.K. 1959. Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanisms. Eric Lundberg, Florida. 481 p.
- Grier, H. 2000. Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). *Journal of Morphology*, 243: 265-281.
- Grier, H.J. & B.C. Colette. 1987. Unique spermatozeugmata in testis of halfbeaks of the genus *Zenarchopterus* (Teleostei: Hemirhamphidae). *Copeia*, 1987(2): 300-311.
- Grier, H.J., J.R. Linton, J.F. Leatherland & V.L. de Vlaming. 1980. Structural evidence for two different testicular types in teleost fishes. *The American Journal of Anatomy*, 159: 331-345.
- Hamlett, W.C. & T.J. Koob. 1999. Female reproductive system. En: Hamlett, W.C. (Ed.). *Sharks, skates, and rays. The biology of elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 398-443.
- Hamlett, W.C. 1999. Male reproductive system. En: Hamlett, W.C. (Ed.). *Sharks, skates, and rays. The biology of elasmobranch fishes*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. 444- 470.
- Hardisty, M.W. 1971. Gonadogenesis, sex differentiation and gametogenesis. En: Hardisty, M.W. & I.C. Potter. *The biology of lampreys*, Academic Press. London. 295-359.
- Kajiura, S.M. y T.C. Tricas. 1996. Seasonal dynamics of dental dimorphism in the atlantic stingray *Dasyatis sabina*. *Journal of Experimental Biology* 199: 2297-2306.
- Kobelkowsky, A. 1999. El sistema urogenital de los géneros *Bairdiella* y *Stellifer* (Pisces: Sciaenidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 49:153-162.

- Kobelkowsky, A. 2000a. Sistema urogenital de la familia Achiridae (Pisces: Pleuronectiformes) del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 10(1): 51-60.
- Kobelkowsky, A. 2000b. Sistema digestivo del lenguado *Symphurus* (Pisces: Cynoglossidae). *Zoología Informa*, 2000 (43): 17-26.
- Kobelkowsky, A. 2004a. Sexual dimorphism of the flounder *Bothus robinsi* (Pisces: Bothidae). *Journal of Morphology*, 260: 165-171.
- Kobelkowsky, A. 2004b. 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. 2004c. General anatomy and sexual dimorphism of *Goodea atripinnis* (Teleostei: Goodeidae). En: Grier, H.J. & M.C. Uribe (Eds.). *Viviparous fishes. Proceedings of the I and II International Symposia*. New life Publications, Homestead, Florida.
- Kobelkowsky, A. 2004d. Sistema digestivo y dimorfismo sexual dentario de las rayas *Urotrygon chilensis* (Urolophidae), *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) y *Raja texana* (Rajidae). En: Lozano V. M.L. & A.J. Contreras B. (Eds.) *Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina*. Universidad Autónoma de Nuevo León. 15-30.
- Kobelkowsky, A. 2004e. Esplacnología de la raya mariposa *Gymnura micrura* (Rajiformes: Gymnuridae). *Vertebrata Mexicana*. 14: 1-8.
- Kobelkowsky, A. & A. Alva-García. 2000. Anatomía sexual de *Gambusia regani* (Pisces: Poeciliidae). *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 71(2): 133-142.
- Lacy, E.R. & E. Reale. 1999. Urinary system. In: Hamlett, W.C. (ed.) *Sharks, skates, and rays. The biology of elasmobranch fishes*. 353-397. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller & D.R. May Passino. 1977. *Ictiología*. AGT Editor, S.A. 489 p.
- Lahnsteiner, F. B. Nussbaumer & R.A. Patzner. 1993. Unusual testicular accesory organs, the testicular blind pouches of blennies (Teleostei, Blennidae). Fine structure, (enzyme-) histochemistry and possible functions. *Journal of Fish Biology*, 1993(42): 227-241.
- Lahnsteiner, F., R.A. Patzner & T Weismann. 1993. The spermatic ducts of salmonid fishes (Salmonidae, Teleostei). Morphology, histochemistry and composition of the secretion. *Journal of Fish Biology*, 1993(42): 79-93.
- Lahnsteiner F., R.A. Patzner & T. Weismann. 1994. The testicular main ducts and the spermatic ducts in some cyprinid fishes-II.

- Composition of the seminal fluid. *Journal of Fish Biology*, 1994(44): 459-467.
- Lau, P.P.F. & Y. Sadovy. 2001. Gonad structure and sexual pattern in two threadfin breams and possible function of the dorsal accessory duct. *Journal of Fish Biology*, 2001(58): 1438-1453.
- LoNostro, F., H. Grier, L. Andreone & G.A. Guerrero. 2003. Involvement of the gonadal germinal epithelium during sex reversal and seasonal testicular cycling in the protogynous swamp eel, *Synbranchus marmoratus* Bloch 1795 (Teleostei, Synbranchidae). *Journal of Morphology*, 257: 107-126.
- McCourt, R.M. & A.N. Kerstitch. 1980. Mating behavior and sexual dimorphism in dentition in the stingray *Urolophus concentricus* from the Gulf of California. *Copeia*, 1980(4): 900-901.
- McEachran, J.D. & B. Seret. 1990. Gymnuridae. En: J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post y L. Saldaha (Eds.) *Check list of the fishes of the eastern tropical Atlantic*. JNICT, Lisboa, SEI, Paris, & UNESCO, Paris, pp. 64-66.
- McEachran, J.D. 1977. Reply to "Sexual dimorphism in skates (Rajidae)". *Evolution*, 31: 218-220.
- Micale, V., F. Perdichizzi & G. Santangelo. 1987. The gonadal cycle of captive white bream, *Diplodus sargus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 1987(31): 435-440.
- Morris, R. 1972. Osmoregulation. En: Hardisty, M.W. & I.C. Potter (Eds.) *The biology of lampreys*. Academic Press, London. 193-239.
- Moyle, P.B. & J.J. Cech. 1988. *Fishes. An Introduction to ichthyology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 559 p.
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. En: Hoar, W.S. & D.J. Randall (Eds.) *Fish Physiology*. Academic Press. 223- 275.
- Nelson, G.G. 1975. Anatomy of the male urogenital organs of *Goodea atripinnis* and *Charadon lateralis* (Atheriniformes: Cyprinodontoidei), and *G. atripinnis* courtship. *Copeia*, 1975(3): 475-482.
- Nelson, J.S. *Fishes of the world*. 1994. John Wiley & Sons, Inc. New York. 600 p.
- Nikolsky, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, London. 352 p.
- Norman, J.R. 1934. A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). 1. Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. London. British Museum.

- Ogawa, M. 1961. Comparative study of the external shape of the teleostean kidney with relation to phylogeny. *Sci. Rept. Tokyo Kyoiku Daigaku* B10, 61-68.
- Pratt, Jr. H.L. 1988. Elasmobranch gonad structure: A description and survey. *Copeia* 1988(3):719-729.
- Rasotto, M.B. 1993. The embryological origin of the juxtatesticular body in jawfishes (Opisthognathidae). *Journal of Fish Biology*, 1993(43): 661-669.
- Rasotto, M.B., A. Marconato & D.Y. Shapiro. 1992. Reproductive apparatus of two jawfish species (Opisthognathidae) with description of a juxtatesticular body. *Copeia*, 1992(4): 1046-1053.
- Riehl, R. & H. Greven. 1993. Fine structure of egg envelopes in some viviparous goodeid fishes, with comments on the relation of envelope thinness to viviparity. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 91-97.
- Romer, A.S. 1962. *The Vertebrate Body*. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 475 p.
- Rosen, D.E. & R.M. Bailey. 1963. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography and systematics. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 126(1): 1-176.
- Rosen, D.E. & M. Gordon. 1953. Functional anatomy and evolution of male genitalia in poeciliid fishes. *Zoologica*. 38(1): 1-47, IV plates.
- Rosenblum, P.M., J. Pudney & I.P. Callard. 1987. Gonadal morphology, enzyme histochemistry and plasma steroid levels during the annual reproductive cycle of male and female brown bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus* Lesueur. *Journal of Fish biology*, 1987(31): 325-341.
- Sadovy, Y. & D.Y. Shapiro. 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia*, 1987(1): 136-156.
- Seiwald, M. & R.A. Patzner. 1989. Histological, fine-structural and histochemical differences in the testicular glands of gobiid and bleniid fishes. *Journal of Fish biology*, 1989(35): 631-640.
- Stoumboudi, M. Th. W. Villwock, J. Sela & M. Abraham. 1993. Gonadosomatic index in *Barbus longiceps*, *Capoeta damascina* and their natural hybrid (Pisces, Cyprinidae), versus spermatozoan index in the parental males. *Journal of Fish biology*, 1993(43): 865-875.
- Sundararaj, B.I. & S.K. Nayyar. 1969. Effects of castration and/or hypophysectomy on the seminal vesicles of the catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Journal of Experimental Zoology*, 172: 369-384.

Suzuki, H.I., A.A. Agostinho & K.O. Winemiller. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. *Journal of Fish biology*, 2000(57): 791-807.

Tavolga, W.N. 1971. Sound production and detection. En: Hoar, W.S. & D.J. Randall (Eds.) *Fish Physiology*. Academic Press. 5: 135-205.

Turner, C.L. 1937. The trophotaeniae of the Goodeidae, a family of viviparous cyprinodont fishes. *Journal of Morphology*. 61(3): 495-523.

Warner, R. 1982. Mating systems, sex change and sexual demography in the rainbow wrasse, *Thalassoma lucasanum*. *Copeia*, 1982(3): 653-661.

Wourms, J.P., B.D. Grove, & J. Lombardi. 1988. The maternal-embryonic relationship in viviparous fishes. In: Hoar, W.S., and D.J. Randall, Eds. *Fish Physiology*, Vol. XIB. Academic Press. New York. 1-134.

Young, J.Z. 1962. *The life of vertebrates*. Clarendon Press, Oxford. 820 p.



## Glosario

Anclaje de la vejiga natatoria. Fijación de la vejiga natatoria a la columna vertebral.

Andropodio. Organo de fertilización de los Goodeidae, formado por los seis primeros radios de la aleta anal.

Aorta dorsal. Arteria que corre ventral a la región precaudal de la columna vertebral, y que se continúa como arteria caudal.

Aparato de Weber. Conjunto de las primeras cuatro vértebras, sus osículos y sus ligamentos, como parte del sistema de transmisión del sonido de los Ostariophysi.

Arteria celiaca. Ramificación de la aorta dorsal que irriga estómago, intestino e hígado.

Bolsa incubatriz. Formación ventral de los machos de los Syngnathidae, que alberga a los embriones en desarrollo.

Cloaca. Espacio común para las aberturas del ano y urogenitales.

Complejo gonactinostal. Fusión de los pterigióforos 2, 3 y 4 de la aleta anal de los Poeciliidae.

Complejo vertebral. Conjunto fusionado de vértebras del aparato de Weber.

Conducto arquinéfrico. Conducto del pronefros y del mesonefros.

Conductos deferentes. Conductos que transportan el esperma en los condríctios, y que son derivados de los conductos de Wolf.

Conducto espermático. Conducto que como continuación del conducto testicular principal, abandona hacia atrás al testículo.

Conducto mesonéfrico. = conducto arquinéfrico.

Conducto neumático. Conducto que comunica la vejiga natatoria con el tracto digestivo en los teleósteos inferiores o fisóstomos.

Conducto testicular principal. Conducto que recorre internamente al testículo.

Conducto urinario accesorio. Conducto del riñón de los condríctios, no derivado del conducto de Wolf.

Conducto urinario común. Unión de ambos conductos arquinéfricos.

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

Espermatóforo, espermatozoeugmata. Masa de espermatozoides que se coloca en el orificio o el conducto genital femenino.

Glándula del gonopterigio. Estructura encerrada en una vaina musculosa en el gonopterigio de las rayas, que secreta una sustancia que acompaña al esperma.

Gonactinósteas. Pterigióforos modificados de la aleta anal de los Poeciliidae.

Gónada. Organo femenino que forma ovocitos.

Gonapófisis. Arcos hemales modificados para asociarse al esqueleto de la aleta anal.

Gonopodio. Organo de fertilización de los Poeciliidae, como modificación de los radios 3, 4 y 5 de la aleta anal.

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

Hemopoyético. Organo o tejido formador de sangre.

Ligamento de Baudelot. Ligamento que sostiene al cleitrum desde el neurocráneo o las primeras vértebras.

Ligastilo. Huesecillo cilíndrico de los machos de Poeciliidae, colocado en el ligamento suspensorio, que une al complejo gonactinostal a un centro vertebral.

Mesonefros. Riñón de los peces y anfibios. Con conducto arquinéfrico.

Mesorquium. Mesenterio que sostiene al testículo.

Mesotubarium. Mesenterio que sostiene al oviducto.

Mesovarium. Mesenterio que sostiene al ovario.

Músculos *depressores anales*. Músculos que mueven hacia atrás los radios de la aleta anal.

Músculos *erectores anales*. Músculos que mueven hacia delante a los radios de la aleta anal.

Músculos *inclinadores anales*. Músculos que mueven hacia un lado a la aleta anal.

Músculos *infracarinalis medius*. Músculos ventrales que relacionan la cintura escapular con la pélvica.

Músculos *infracarinalis posterior*. Músculos ventrales que relacionan la cintura pélvica con la aleta caudal.

Músculo *obliquus inferioris*. Paquete inferior de la musculatura hipoaxial de los peces.

Músculos *retractores dorsales*. Músculos que se originan en las primeras vértebras y se insertan en los huesos infrafaríngeobranquiales.

Músculos sonoríferos. Músculos asociados a la vejiga natatoria, para que esta produzca sonidos.

Nefrona. Unidad funcional del riñón.

Opistonefros. Conjunto de mesonefros y metanefros.

Organo epigonal. Organo hemopoyético asociado a las gónadas de los condríctios.

Orificio genital. Abertura externa de la gónada.

Orificio urinario. Abertura externa del conducto urinario común.

Orificio urogenital. Abertura externa del conducto urogenital.

Osículo de Weber. Huesecillo que forma parte del aparato de Weber.

Ostium. Abertura anterior del oviducto de los condríctios.

Ovario. Gónada femenina.

Ovotestis. Formado por ovario y testículo.

Papila urinaria. Prominencia de la piel con el orificio urinario.

Papila urogenital. Prominencia de la piel con el orificio urogenital.

Procesos unciformes. Procesos posteriores de las gonapófisis.

Pronefros. Riñón más primitivo.

Riñón. Organo excretor y osmorregulador.

Riñón anterior. Porción anterior separada del mesonefros.

Riñón posterior. Porción posterior separada del mesonefros.

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

Seno espermático. Espacio común a los dos conductos testiculares principales.

Seno urinario. Espacio donde desembocan los dos conductos arquinéfricos.

Seno urogenital. Espacio común que resulta de la unión del conducto espermático común y el conducto urinario común.

Seno vaginal. Unión amplia de los dos oviductos en *Raja texana*.

Seno venoso. Cámara más posterior del corazón.

Sifón. Estructura del gonopterigio de los tiburones que inyecta agua de mar durante el proceso de la cópula.

Testículo. Gónada masculina.

Trofonemata. Prolongaciones acintadas de la pared interna del útero de los condriktios.

Vejiga natatoria o vejiga gaseosa. Órgano derivado del pulmón, que puede estar conectado al tracto digestivo o estar separado.

Vejiga urinaria. Ensanchamiento o lobulación del conducto urinario común.

Vena caudal. Vena de la cola.

Venas cardinales posteriores. Ramificación hacia delante de la vena caudal.

Vesículas seminales. Modificaciones posteriores de los conductos deferentes de los condriktios, y ensanchamientos anexos a los conductos espermáticos de los teleosteos.

**Publicaciones relacionadas  
con la tesis**

- Kobelkowsky, D.A.** 1999. El sistema urogenital de los géneros *Bairdiella* y *Stellifer* (Pisces: Sciaenidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 49: 153-162.
- Kobelkowsky, D.A.** y A. Alva-García. 2000. Anatomía sexual de *Gambusia regani* (Pisces: Poeciliidae). *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 71(2): 133-142.
- Kobelkowsky, D.A.** 2000. Sistema urogenital de los lenguados de la familia Achiridae (Pisces: Pleuronectiformes) del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 10(1): 51-60.
- Kobelkowsky, A.** 2004. Sexual dimorphism of the flounder *Bothus robinsi* (Pisces: Bothidae). *Journal of Morphology*, 260: 165-171.
- Kobelkowsky, A.** 2004. 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.** 2004. General anatomy and sexual dimorphism of *Goodea atripinnis* (Teleostei: Goodeidae). En: Grier H.J. & Uribe, M.C. (eds.) *Viviparous Fishes. Proceedings of the I and II Symposia*. Editorial New Life Publications, Homestead, Florida, E.U.A. (en prensa).
- Kobelkowsky, A.** 2004. Sistema digestivo y dimorfismo sexual dentario de las rayas *Urotrygon chilensis* (Urolophidae), *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) y *Raja texana* (Rajidae). En: Lozano V., M.L. y A.J. Contreras B. A.J. (eds.). *Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina*. Universidad Autónoma de Nuevo León. P: 15-30.
- Kobelkowsky, A.** 2004. Esplacnología de la raya mariposa *Gymnura micrura* (Rajiformes: Gymnuridae). *Vertebrata Mexicana*, 14: 1-8.
- Kobelkowsky, A.** 2003. Relaciones anatómicas de la vejiga natatoria del ronco *Bairdiella chrysoura* (Pisces: Sciaenidae). *Archivos Mexicanos de Anatomía. Nueva Epoca*, 1(2): 53-60.
- Kobelkowsky, A.** 2000. Sistema digestivo del lenguado *Symphurus* (Pisces: Cynoglossidae). *Zoología Informa*, 2000(43): 17-26.



EL SISTEMA UROGENITAL Y  
CARACTERES SEXUALES  
SECUNDARIOS DE LOS PECES.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD IZTAPALAPA  
Casa abierta al tiempo

COORDINACIÓN DE SISTEMAS ESCOLARES

En México, D.F., se presentaron a las 13:00 horas del día 28 del mes de enero del año 2005 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA  
DR. ARMANDO FERREIRA NUÑO  
DR. EDMUNDO DIAZ PARDO  
DR. CESAR FLORES COTO  
DRA. MARIA DEL CARMEN URIBE ARANZABAL

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron a la presentación de la Disertación Pública cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS  
DE: ABRAHAM KOBELKOWSKY DIAZ

y de acuerdo con el artículo 78 fracción IV del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

  
  
ABRAHAM KOBELKOWSKY DIAZ  
FIRMA DEL ALUMNO

REVISÓ

LIC. CARMEN LLORENS FABREGAT  
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

  
DR. OSCAR ARMANDO MONROY  
HERMOSILLO

PRESIDENTE

  
DR. JOSE LUIS ARREDONDO  
FIGUEROA

VOCAL

  
DR. ARMANDO FERREIRA NUÑO

VOCAL

  
DR. EDMUNDO DIAZ PARDO

VOCAL

  
DR. CESAR FLORES COTO

SECRETARIA

  
DRA. MARIA DEL CARMEN URIBE  
ARANZABAL