

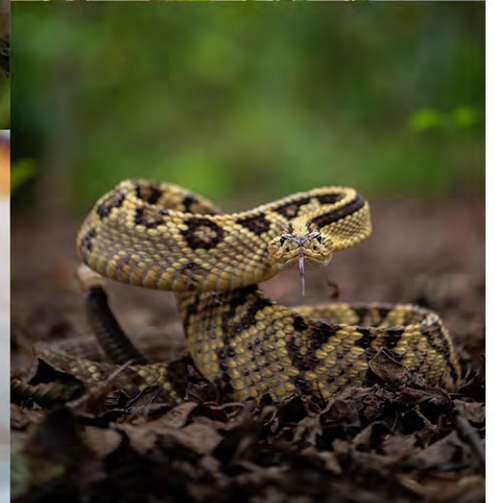
MANUAL DE PRÁCTICAS DE DEUTEROSTOMADOS

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Biología



AUTORES

Adriana Lechuga Granados
Federico Hernández Valencia
Ileri Suazo Ortuño
Julián Javier Alvarado Díaz
Martina Medina Nava
Martín Mejía Zavala



MANUAL DE PRÁCTICAS DE
DEUTEROSTOMADOS

Autores

Adriana Lechuga Granados
Federico Hernández Valencia
Ileri Suazo Ortuño
Julián Javier Alvarado Díaz
Martina Medina Nava
Martín Mejía Zavala

Ilustrador de dibujos

Moises Emanuel Bernal Hernández

Fotografías de Portada

Juan Manuel González Villa (Oso hormiguero, Rana, Felino, Cascabel)
Arelly Ramírez García (Pez)
Juan Manuel Barnard Ávila (Estrellas de mar)
Ramón Cancino Murillo (Ave)

Diseñadora de portada

E. Itzel Álvarez Contreras

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Morelia,
Michoacán, México. Primera edición. 126 pp.
Noviembre 2023

Creación colectiva

ÍNDICE

Introducción	1
Práctica 1. Equinodermos	2
Práctica 2. Hemicordados, Urocordados y Cefalocordados	18
Práctica 3. Peces	30
Práctica 4. Anfibios	48
Práctica 5. Reptiles	63
Práctica 6. Aves	83
Práctica 7. Mamíferos	102
SEGURIDAD, REGLAS Y RECOMENDACIONES DE LABORATORIO	126

INTRODUCCIÓN

La gran diversidad de los deuterostomados (equinodermos, hemicordados, urocordados, cefalocordados y vertebrados) y su importancia socioecológica, hacen necesario conocer de una manera detallada las características morfológicas distintivas de cada uno de los grupos. Por lo que el objetivo de este Manual de Laboratorio, es servir como guía y apoyo para que el estudiante adquiera conocimientos de calidad sobre la anatomía, técnicas de estudio y manejo, que fortalezcan el conocimiento integral en los aspectos de la biología, evolución, ecología, sistemática e importancia socioeconómica de los deuterostomados.

Para cumplir con los fines de este Manual de Laboratorio, se llevarán a cabo siete prácticas, en las que se identificarán los caracteres distintivos de cada uno de los grupos de organismos que integran los deuterostomados. Se adquirirán las habilidades necesarias para su determinación taxonómica y manejo en colecciones científicas. Adicionalmente, se revisarán las adaptaciones morfológicas asociadas con su historia evolutiva.

PRÁCTICA 1

EQUINODERMOS

Los deuterostomados del filo Echinodermata (gr. *echinos*, espinas + *derma*, piel) que incluye a las estrellas de mar, estrellas quebradizas, galletas de mar, pepinos de mar, erizos de mar y lirios marinos, es uno de los grupos de invertebrados más conocidos. Comprende cerca de 7,000 especies vivientes, que salvo pocas formas salobres son estrictamente marinas (Brusca y Brusca, 2005).

Su tamaño varía desde 1 cm hasta casi 3 m de longitud. Se distribuyen en todos los océanos, desde la región intermareal hasta la zona abisal. Casi todos son bentónicos y juegan un importante papel en los ecosistemas marinos, como depredadores de los niveles superiores, ramoneadores de algas o detritívoros que reciclan la materia orgánica en suspensión (Pawson, 2007).

Las características más llamativas del grupo es su simetría pentarradial (cuerpo dividido en cinco partes, que se disponen a lo largo de un eje central) en estado adulto, con fase larvaria bilateral, los pedicelarios y su sistema vascular acuífero, únicos en el reino animal. También presentan un endoesqueleto que se ubica en la dermis (debajo de la epidermis), formado por una serie de osículos calcáreos que pueden articularse o fusionarse entre sí, como se ve en las estrellas y erizos, y que normalmente está dotado de una serie de espinas o tubérculos que sobresalen del cuerpo (Solís-Marín et al., 2014).

Los Equinodermos actuales están constituidos por cinco Clases:

- Crinoidea. Lirios de mar.
- Asteroidea. Estrellas de mar.
- Ophiuroidea. Estrellas quebradizas.
- Echinoidea. Erizos de mar.
- Holothuroidea. Pepinos de mar.

Clase Crinoidea, cuyos integrantes tienen forma de cáliz, la superficie oral orientada directamente hacia arriba, brazos en forma de pluma (pínnulas), placas esqueléticas fusionadas en el cáliz, boca y ano sobre la superficie oral. Este grupo incluye a los lirios de mar y a las estrellas plumosas (Brusca y Brusca, 2005).

Clase Asteroidea, incluye a las estrellas de mar que se distinguen por presentar generalmente un cuerpo formado por cinco brazos o sus múltiplos que surgen del disco central. La boca se ubica en la región oral (parte orientada al sustrato) y el ano en la región aboral, pies ambulacrales bien desarrollados y presencia de pedicelarios (Brusca y Brusca, 2005).

Clase Echinoidea, conformada por erizos regulares (erizos) e irregulares (galletas de mar). Los erizos regulares presentan un esqueleto globular con placas iguales y los erizos irregulares las placas son disímiles y de forma plana (Brusca y Brusca, 2005).

Clase Ophiuroidea, se encuentran las llamadas estrellas quebradizas, serpiente o canasta. Típicamente presentan cinco brazos, pero pueden presentar ramificaciones y son más delgados, largos y flexibles que los de la Clase Asteroidea (Brusca y Brusca, 2005).

Clase Holothuroidea, incluye a los pepinos de mar cuyos cuerpos son blandos y cilíndricos, carecen de brazos, presentan un elongado eje oral-aboral con simetría bilateral secundaria (internamente sus órganos y sistemas aparecen en múltiplos de cinco), pies ambulacrales, una boca rodeada por cirros tentaculares y un endoesqueleto reducido a osículos aislados (Brusca y Brusca, 2005).

OBJETIVOS

- Determinar las características morfológicas más sobresalientes del filo Echinodermata.
- Reconocer los caracteres anatómicos que son importantes para la identificación de los grupos de este filo.
- Identificar las espículas u osículos de diferentes especies de holoturoideos.

MATERIALES

- Ejemplares de especímenes de los diferentes grupos de equinodermos (lirios de mar, estrellas de mar, estrellas quebradizas, pepinos de mar, galletas y erizos de mar)
- Cajas de Petri
- Estuche de disección
- Gotero
- Charolas
- Porta y cubreobjetos
- Microscopio compuesto
- Microscopio estereoscópico
- Hipoclorito de Sodio (Cloro comercial)
- Claves taxonómicas de los diferentes grupos de equinodermos

MÉTODOS

1. Con ayuda de un microscopio compuesto y un estereoscópico, pinzas y aguja, se observarán las principales características morfológicas de cada espécimen, como: la forma y ubicación de la boca, número de brazos, forma del esqueleto, presencia de espinas, pies ambulacrales, osículos, espículas, pedicelarios, papilas dérmicas, tentáculos orales, número de surcos ambulacrales, longitud del disco central y espinas. Una vez realizadas las observaciones, los organismos se determinarán taxonómicamente mediante el uso de claves taxonómicas.
2. Preparar y observar osículos (espículas) de holoturoideos y pedicelarios de equinoideos mediante la siguiente técnica:

Holoturoideos

- Cortar una pequeña fracción del tegumento (dorso del cuerpo) del organismo.
- Colocar la muestra sobre un portaobjetos y agregar de una a dos gotas de Hipoclorito de Sodio (Cloro comercial).
- Dejar reposar la muestra de 1 a 3 minutos (con la finalidad de evitar la desintegración de los osículos).
- Lavar la muestra para eliminar el hipoclorito de sodio.
- Retirar el tejido y dejar las espículas, cubrir la muestra con un cubreobjetos, observar de manera directa al microscopio compuesto.
- Elaborar los esquemas necesarios para señalar las estructuras identificadas.

Equinoideos

- Extraer pedicelarios de los organismos proporcionados.
- Colocar la muestra sobre un portaobjetos y observar directamente en el microscopio estereoscópico.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

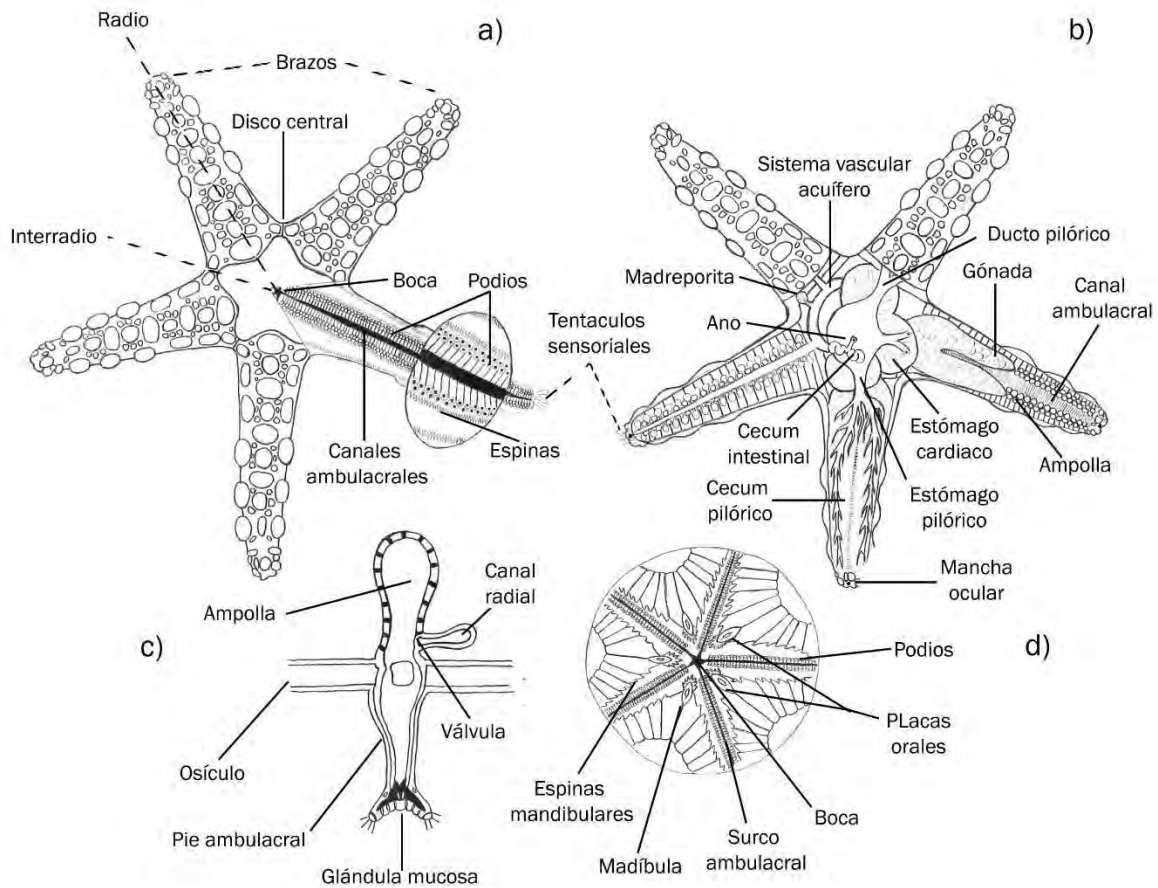


Figura 1. Anatomía interna de una estrella de mar. a) vista oral, b) vista aboral, c) corte transversal de un canal ambulacral y d) acercamiento de la zona oral. Observar ubicación de ano, madreporita, ubicación de los canales y pies ambulacrales (Modificado de Hickman et al., 2006).

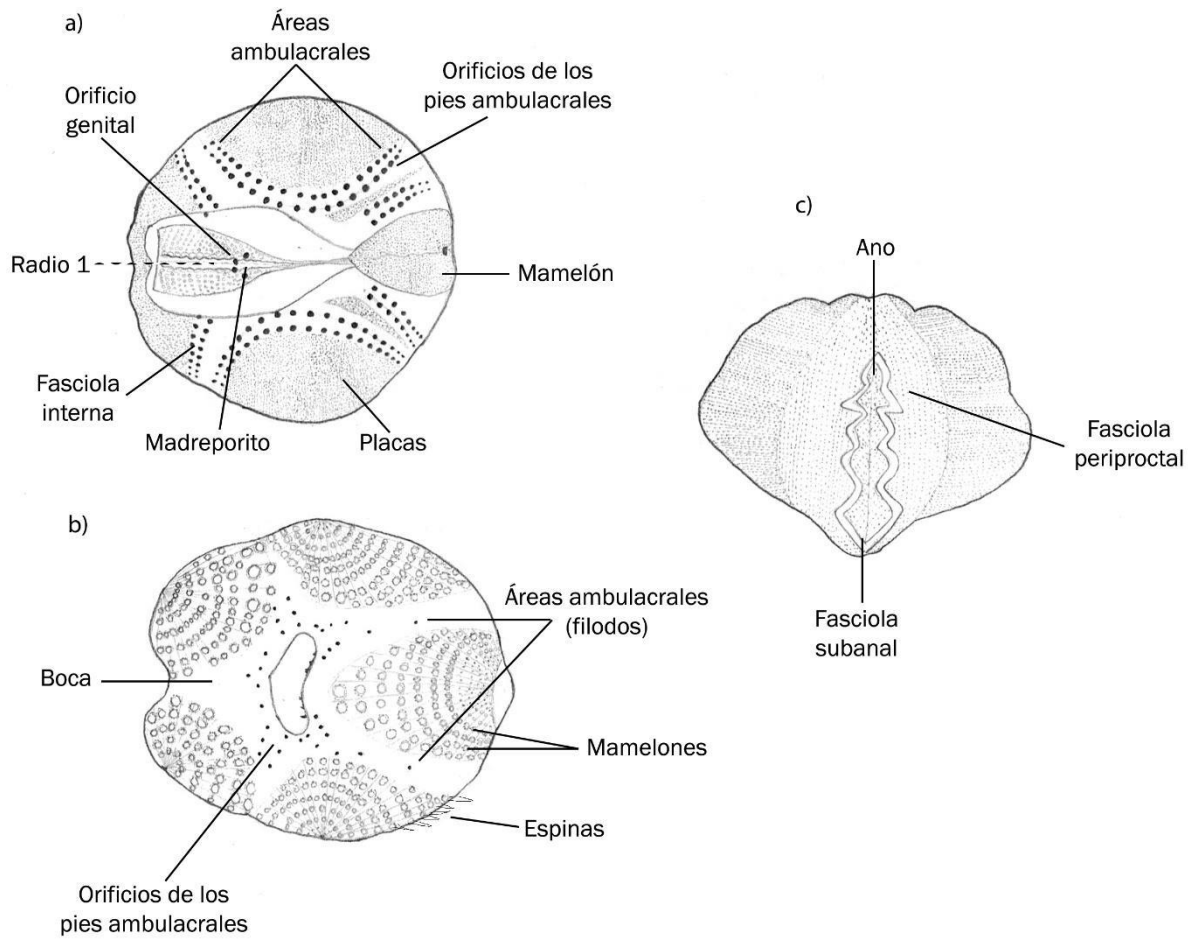


Figura 2. Esqueleto de *Echinocardium* sp. (equinoideos irregulares). a) vista aboral, b) vista oral y c) vista anal (Modificado de García-Moreno, 2012).

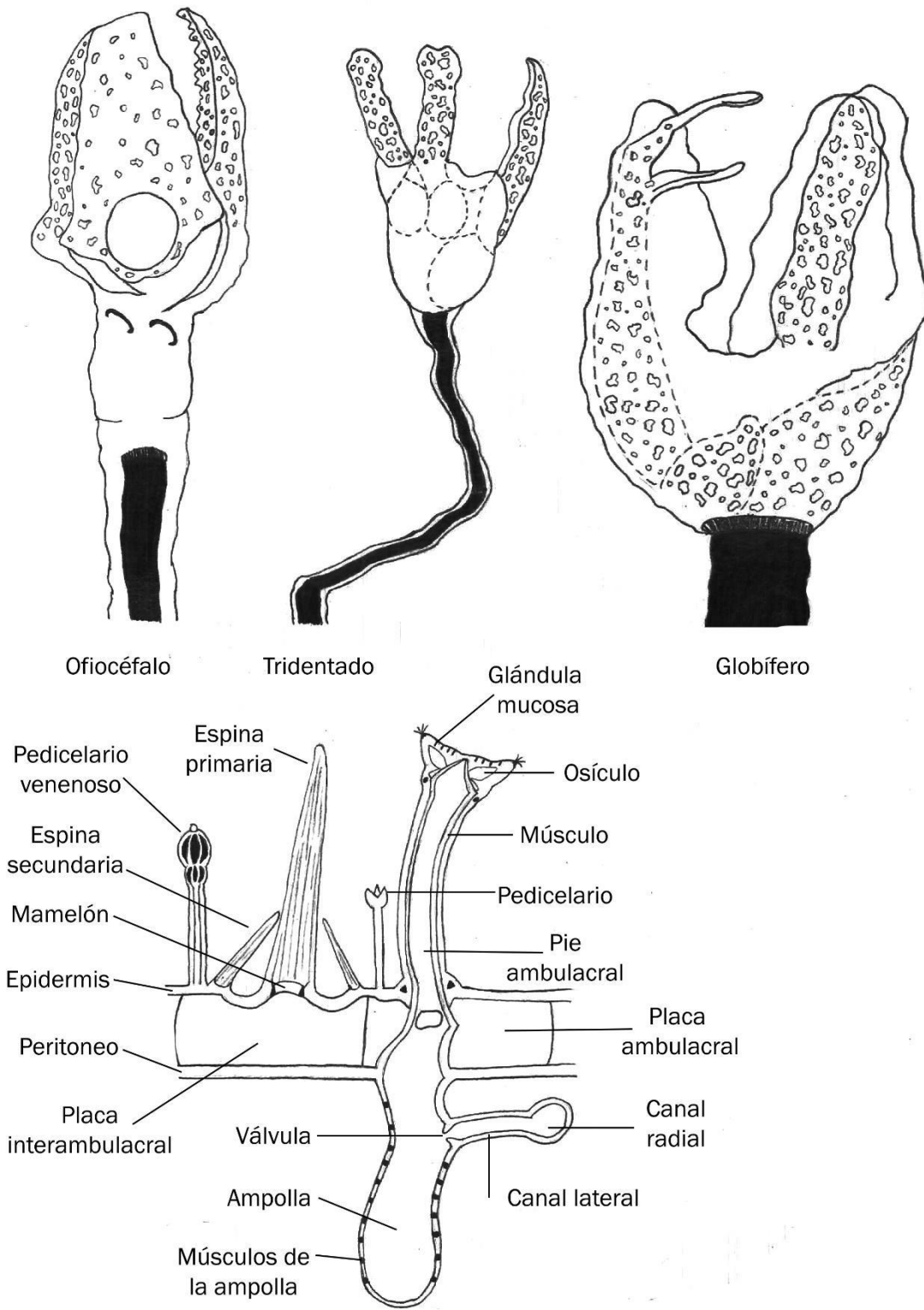


Figura 3. Pedicelarios de equinoideos (Modificado de Menéndez Valderrey, 2021).

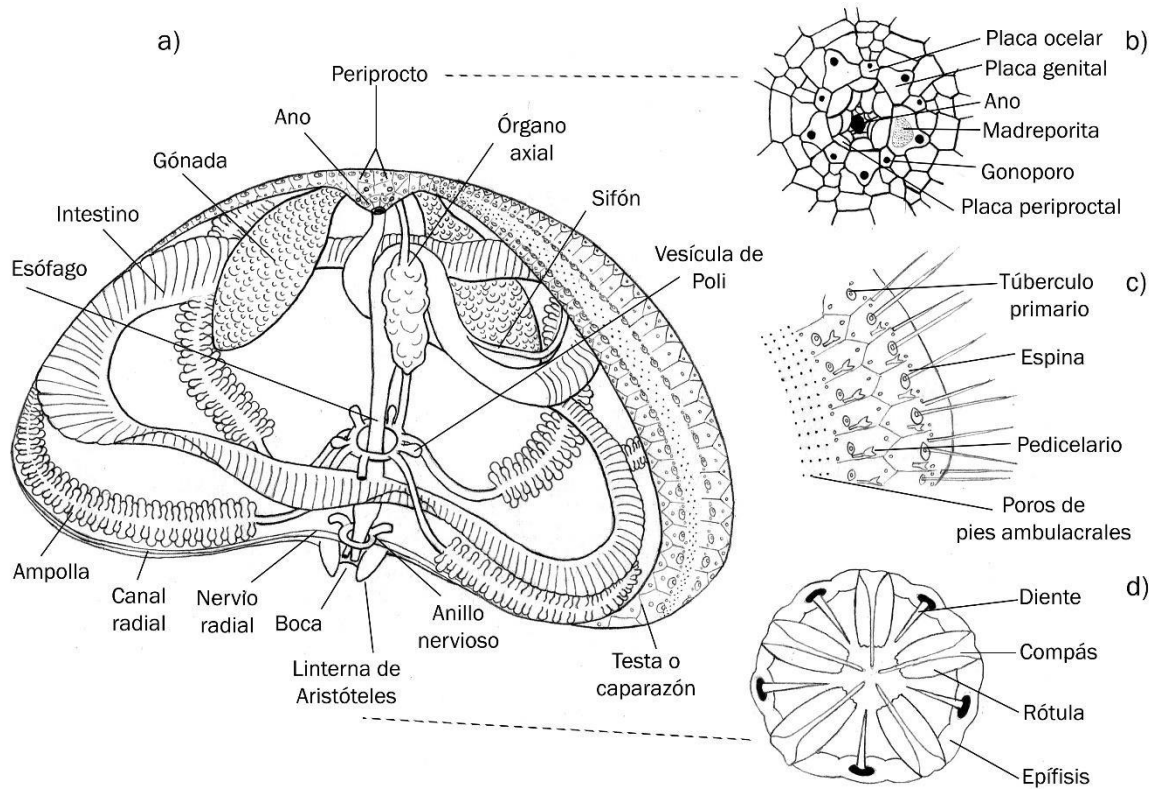


Figura 4. Patrón estructural de la testa de un erizo regular con vista aboral y oral. Se muestra un acercamiento del periprocto, tegumento y de la linterna de Aristóteles (Modificado de Conejeros-Vargas, 2015).

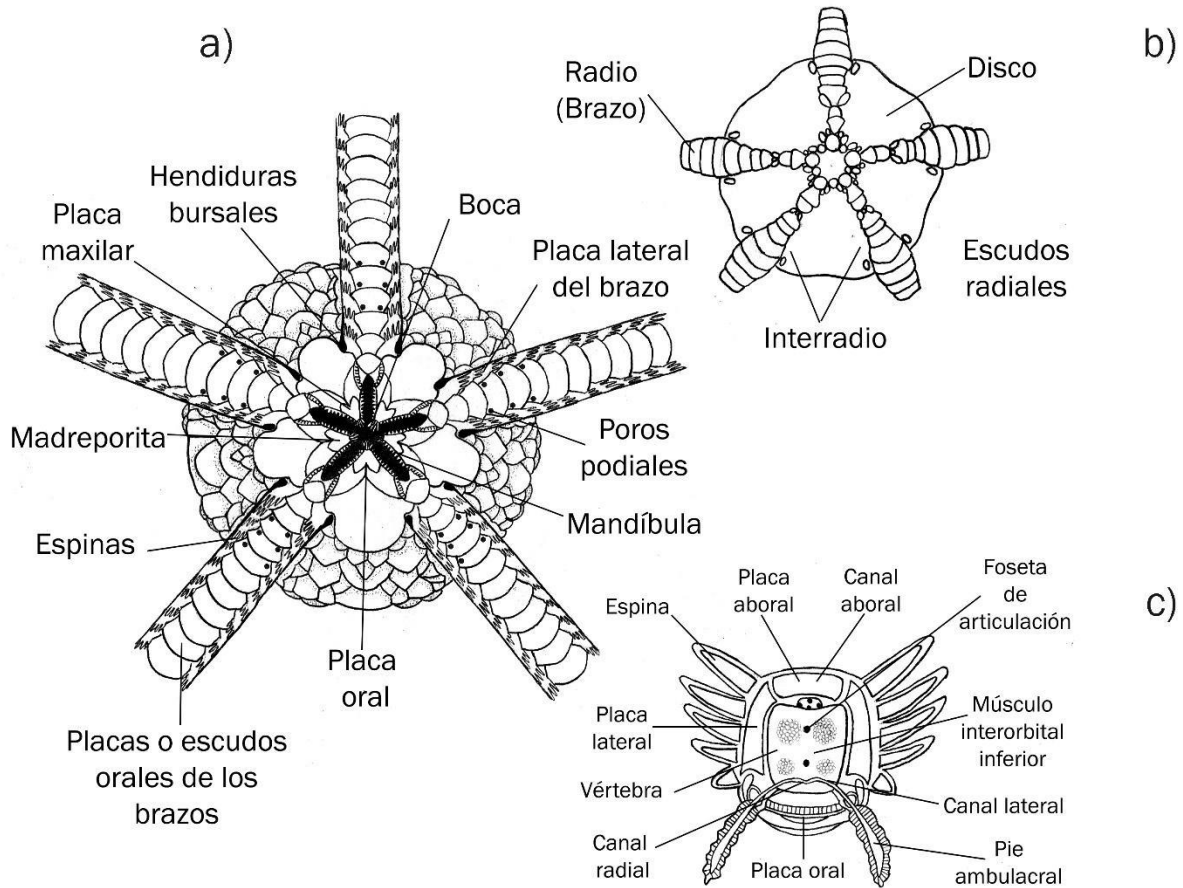


Figura 5. Anatomía externa de una ofiura. a) vista oral, b) vista aboral y c) corte transversal de un brazo de *Ofiura espinosa* (*Ophiotryx* sp.) (Modificado de Hickman et al., 2006).

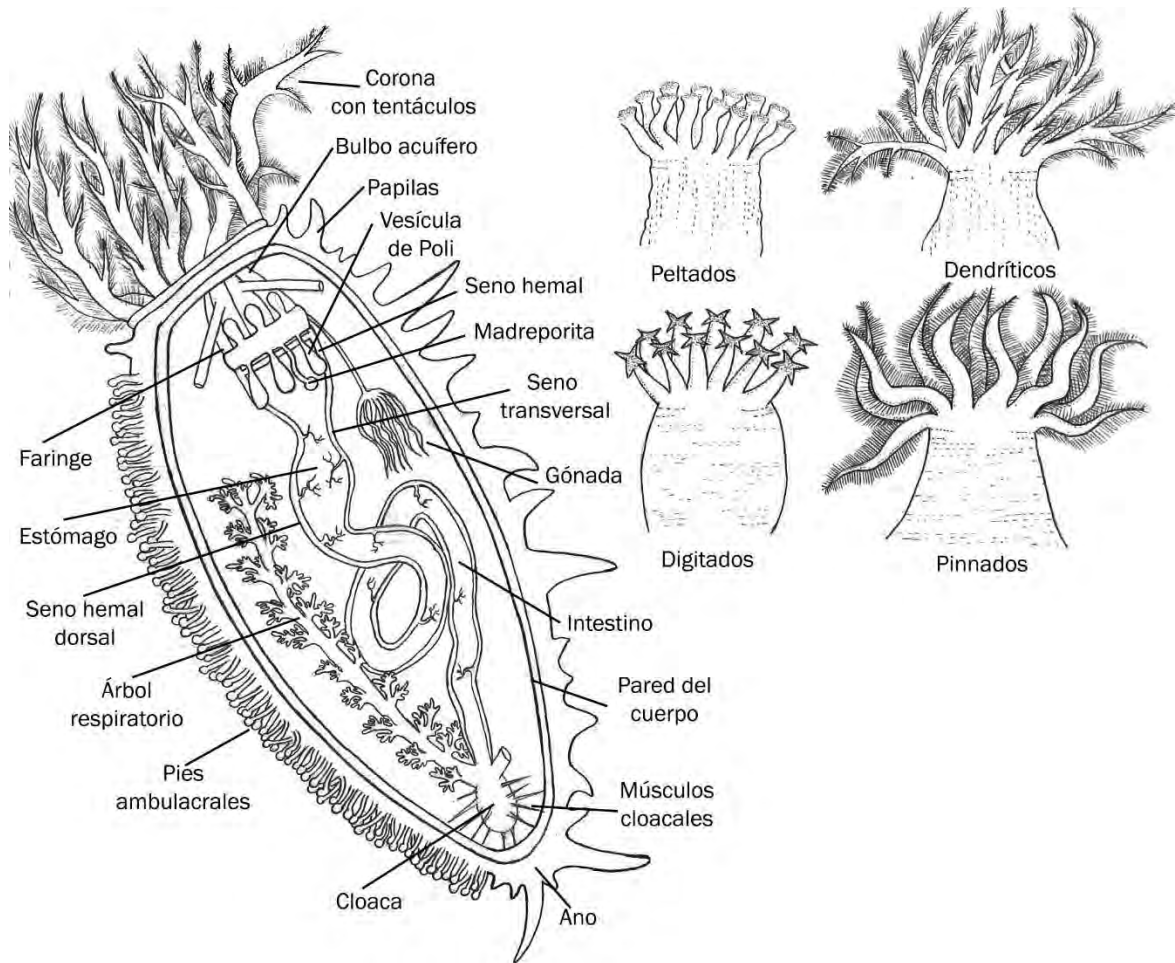


Figura 6. Principales características anatómicas de un pepino de mar (*Sclerodactyla* sp.). Se muestran diversas formas de tentáculos bucales que presentan los pepinos de mar (Modificado de Hickman et al., 2006).

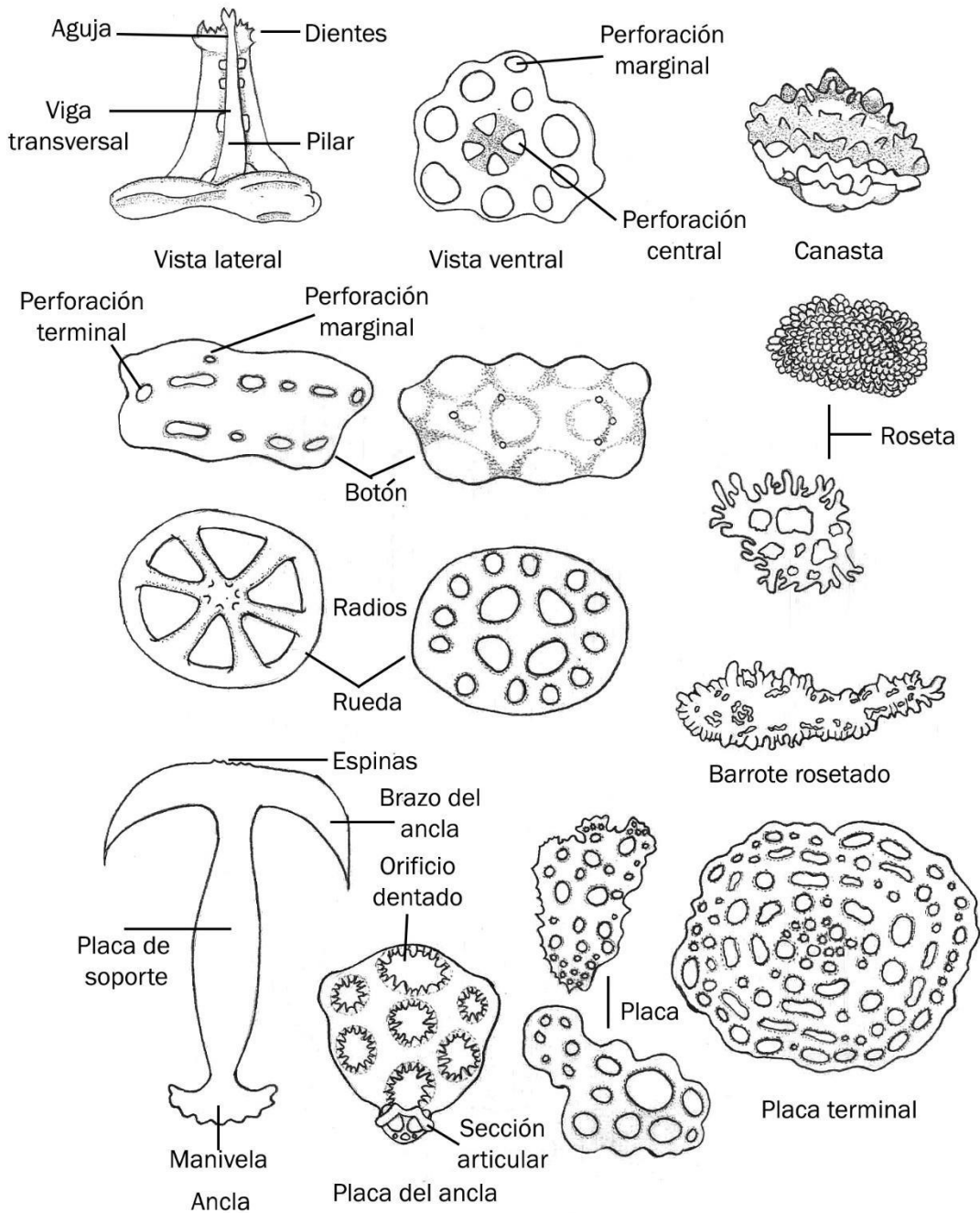


Figura 7. Tipos de espículas calcáreas presentes dentro de la epidermis en organismos de la clase Holothuroidea y algunos elementos arquitectónicos de importancia taxonómica (Modificado de Oguro et al., 1990).

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué son deuterostomados los equinodermos?
2. ¿En qué consiste el sistema ambulacral y cuál es su función?
3. ¿Cuál es la función de la linterna de Aristóteles?
4. ¿Qué son los osículos calcáreos y cuál es su función?
5. Anota las características de cada una de las clases de Equinodermos en cuanto a: 1) Tipo de simetría en fase larvaria y adulta, 2) Posición de la boca, 3) Posición del ano, 4) Posición de la madreporita, 5) Presencia o ausencia de surcos ambulacrales, número y posición, 6) Presencia o ausencia de pedicelarios, función y disposición y 7) Tipo de reproducción.

Crinoidea (lirios de mar)	Asteroidea (estrellas de mar)	Ophiuroidea (estrellas quebradizas)	Echinoidea (erizos de mar)	Holothuroidea (pepinos de mar)

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para todos los grupos se deberán hacer esquemas de la anatomía externa y de las estructuras observadas e identificadas, para ello deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible. Para la revisión de las estructuras internas solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2005. Invertebrados. 2ª edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U., Madrid, España. 1005 pp.
- Conejeros-Vargas, C. A. 2015. Taxonomía y distribución de los equinodermos (Echinodermata) de las costas de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Moreno, A., et. al. 2012. Prácticas de zoología, estudio y diversidad de equinodermos. Reduca (Biología). Serie Zoología. 5 (3): 58-70.
- Hickman, C. P., L.S. Roberts y A. Larson. 2006. Zoología. Principios integrales. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid, España. 1022 pp.
- Menéndez Valderrey, J.L. "Los equinodermos Generalidades". asturnatura.com [en línea] Num. 100 [consultado el 4/2/2021]. Disponible en <<https://www.asturnatura.com/articulos/equinodermos/general.php>> ISSN 1887-5068.
- Oguro, C., T. Okutani y H. Horikawa. 1990. Echinoderms from Continental Shelf and Slope around Japan Vol.1. Japan Fisheries Resource Conservation Association, Tokyo, Japan, 159 pp.
- Pawson, D. L. 2007. Phylum Echinodermata. Zootaxa, 1668: 749-764.
- Solís-Marín, F. A., Laguarda-Figueras, A. y Honey-Escandón, M. (2014). Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S441-S449.

PRÁCTICA 2

HEMICORDADOS, UROCORDADOS Y CEFALOCORDADOS

Los Hemicordados son un filo perteneciente a los deuterostomados por lo que están emparentados con los Equinodermos, los Quetognatos y los Cordados. Se separan de los Cordados (Urocordados, Cefalocordados y Vertebrados) por no presentar todas las características de los cordados, ya que no poseen un auténtico notocordo.

Los Hemicordados se caracterizan por su cuerpo vermiforme o compacto, algunos son coloniales y viven en tubos secretados por ellos mismos, son sedentarios o sésiles, por el tipo de su habitáculo y cuerpo frágil hacen difícil su recolección. En su mayoría son de reproducción sexual y algunas especies lo hacen asexualmente por gemación. Existen alrededor de 100 especies bentónicas de amplia distribución desde el litoral hasta aguas profundas (Brusca y Brusca, 2005).

Dentro del filo de los Cordados se incluyen a los subfilos Urocordados, Cefalocordados y Vertebrados. En el desarrollo de esta práctica se abordarán a los grupos de Urocordados y Cefalocordados, para el caso de los Vertebrados se trabajarán en las prácticas consecutivas.

Tanto Urocordados como Cefalocordados comparten cuatro características generales de los cordados: notocorda, tubo neural dorsal, aberturas branquiales y cola postanal. Adicionalmente los Urocordados y Cefalocordados presentan un endostilo

Los Urocordados presentan las cuatro características típicas de los cordados en su etapa larvaria, por lo que se les denomina “cordados con cola”. De adultos presentan una túnica de celulosa que rodea al animal por lo que también se les conoce como “tunicados” (la túnica compuesta de tunicina puede ser gruesa y correosa o fina, delicada y translúcida). Son exclusivamente marinos, con amplia distribución y casi todos son hermafroditas. La mayoría de ellas son sésiles en estado adulto y existen aproximadamente 2,000 especies (Brusca y Brusca, 2005).

Los Cefalocordados también conocidos como anfioxos, presentan un cuerpo comprimido lateralmente en forma de punta de lanza, transparentes, desprovistos de miembros y de 5 a 7 cm de longitud. Habitan en aguas costeras de ambientes marinos y estuarinos de todo el mundo, viven enterrados en la arena proyectando tan sólo su extremo anterior del cuerpo. Son especies dioicas, actualmente existen 33 especies pertenecientes a los géneros *Branchiostoma*, *Epigonichthys* y *Asymmetron* (Brusca y Brusca, 2005).

OBJETIVO

- Reconocer las características distintivas de los Hemicordados, Urocordados y Cefalocordados.

MATERIALES

- Material biológico (especímenes representantes de los grupos considerados)
- Charolas de disección
- Pinzas
- Pinceles
- Cajas de Petri
- Pissetas
- Microscopio estereoscópico
- Literatura de apoyo

MÉTODOS

Para la revisión de todos los ejemplares se utilizará literatura de apoyo para la identificación de caracteres morfológicos y de los esquemas que se presentan.

Hemicordados

Para su revisión se utilizarán ejemplares de *Balanoglossus* sp. o afines. Se colocará en una charola de disección, se manejará con pinces y con ayuda del microscopio estereoscópico se procederá a reconocer la anatomía externa del organismo.

Urocordados

Se usarán ejemplares de *Salpa* sp. o afines, el organismo se colocará en caja de Petri y se manipulará con pinces y con ayuda del microscopio estereoscópico se procederá a reconocer la parte anterior y posterior, las bandas musculares, el endostilo y el estómago.

Cefalocordados

Se usarán ejemplares de *Amphioxus* sp., el organismo se colocará en caja de Petri. Se manipulará con pinces y con ayuda del microscopio estereoscópico se procederá a reconocer la parte anterior y posterior, la segmentación y el grado de cefalización de los ejemplares.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

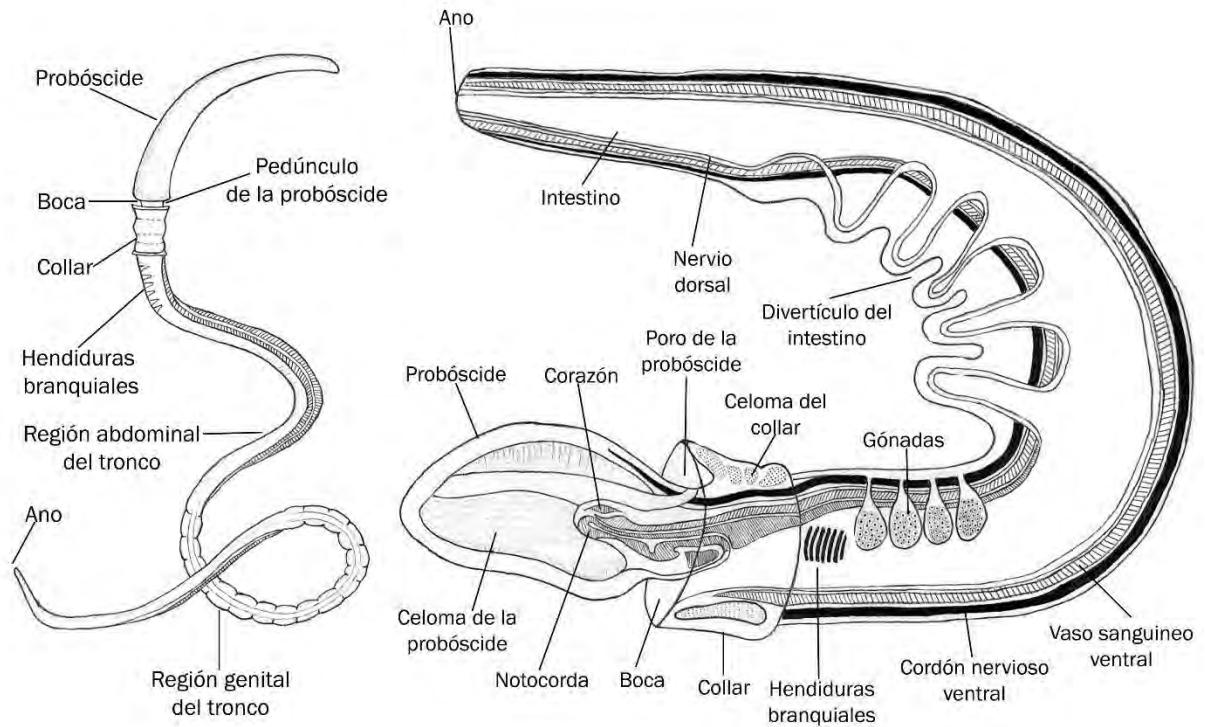


Figura 1. Ejemplar de Hemicordado (Clase Enteropneusta) vista lateral externa e interna (Modificado de Hickman, 2009).

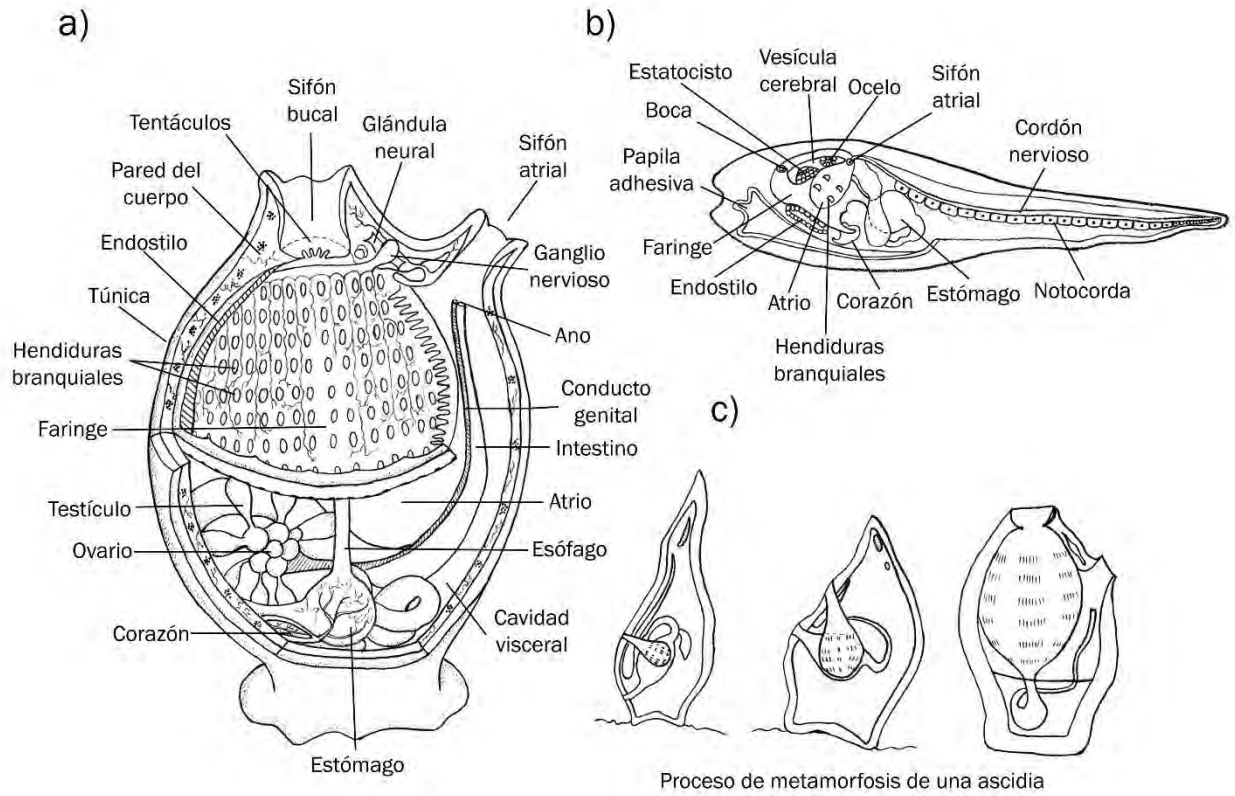


Figura 2. a) Adulto de ascidia, mostrando las estructuras internas, b) Larva en fase de vida libre (con notocordio y hendiduras branquiales) y c) Proceso de metamorfosis de la ascidia (Modificado de Raven et al., 2017).

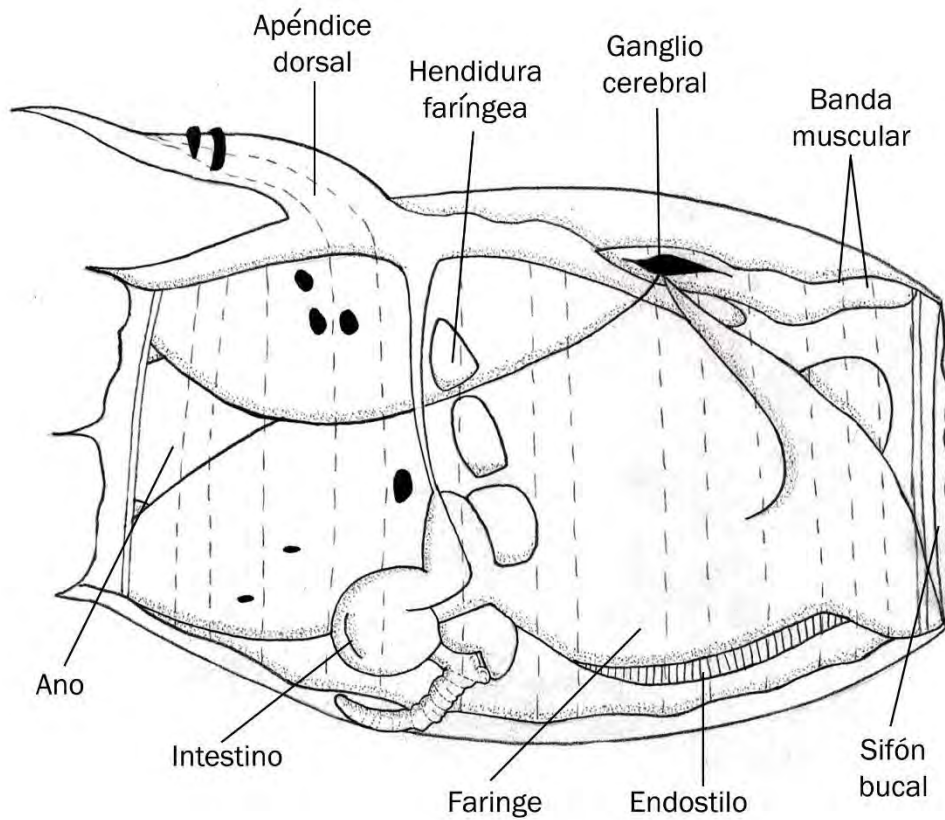


Figura 3. Urocordado (*Doliolum* sp). Forma planctónica en forma de pequeño barril de 2 a 3 cm de longitud. Son transparentes. En ocasiones se forman cadenas de salpas (Modificado de Brusca y Brusca, 2005).

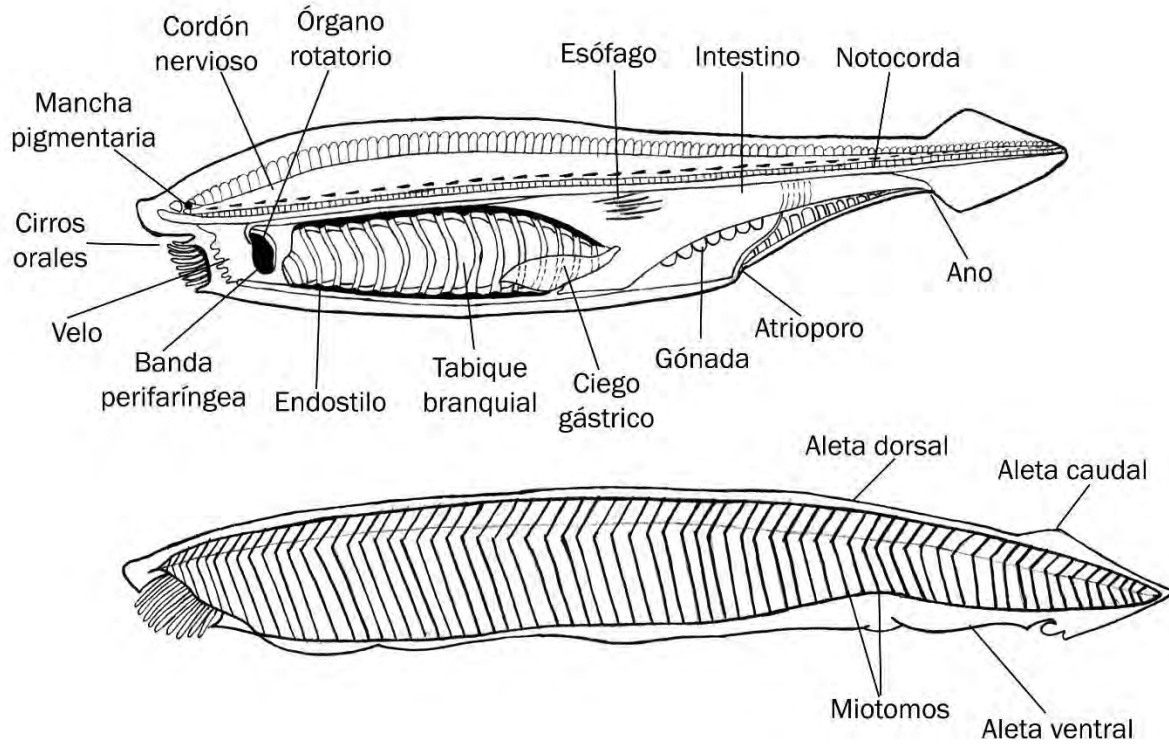


Figura 4. Vista lateral esquemática del cuerpo completo de un amphioxus, mostrando la anatomía interna y externa (donde se aprecian los miotomos) (Modificado de Raven et al., 2017).

CUESTIONARIO

1. ¿Qué cambios se presentan en el notocordio de los diferentes ejemplares?
2. Investiga y analiza la relación evolutiva que presentan entre sí los Urocordados, Cefalocordados y Vertebrados; considerando la hipótesis de Garstang.
3. ¿Por qué algunos autores consideran a los Equinodermos como los antecesores de los cordados?
4. Anota las características distintivas de cada una de los grupos revisados. Incorporando los siguientes datos: 1) Posición y ubicación de la notocorda, 2) Aberturas branquiales, 3) Posición de tubo neural y 4) Forma del cuerpo.

Hemicordados	Urocordados	Cefalocordados

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para todos los grupos se deberán hacer esquemas de la anatomía externa y de las estructuras observadas, para ello, deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible, para la revisión de las estructuras internas solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

Brusca, R. C. y G. J. Brusca, 2005, Invertebrates, 2th edition, Sinuauer Associates, Incorporated. España. 1005 pp.

Hickman, C., L. Roberts, S. Keen, A. Larson, H. l'Anson y D. Eisenhour. 2009. Principios integrales de zoología. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid, España. 936 pp.

Raven, P.H., Johnson, G.B., Mason, K.A., Losos, J.B. and Singer, S.R., 2017. Biology. Eleven edition. McGraw-Hill. USA. 1282 pp.

PRÁCTICA 3

PECES

El término “pez” es utilizado de manera convencional, para describir una diversidad de vertebrados acuáticos que utilizan principalmente las branquias como medio de respiración. La mayoría posee aletas y el cuerpo cubierto con escamas de algún origen. Aún la forma moderna de usar la palabra “pez”, implica un punto de conveniencia, pero no refleja una unidad taxonómica, ya que los peces no conforman un grupo monofilético.

Los peces representan el grupo más antiguo y diverso del subfilo Vertebrata del filo Chordata, constituyen cinco de las nueve clases de vertebrados vivos (Myxini, Petromyzontida, Chondrichthyes, Actinopterygii y Sarcopterygii) y la mitad de las aproximadamente 60,000 especies de vertebrados reconocidas. Se estiman más de 32,000 especies vivientes con adaptaciones que les han permitido vivir en casi todos los ambientes acuáticos (Nelson et al., 2016). Los peces están integrados por los agnatos (lampreas y peces bruja) y los peces mandibulados vivos (cartilagosos y óseos). En cuanto al aspecto reproductivo, los llamados “peces” presentan un huevo de tipo anamniota (sin membranas extraembrionarias) y presentan tres estrategias reproductivas: ovíparos, ovovivíparos y vivíparos (Álvarez, 1970).

Los Agnatos, son peces sin mandíbula y con aletas impares, son animales principalmente carroñeros o parásitos. Aunque los “peces bruja” no tienen vértebras en estado adulto y las lampreas las tienen de forma muy rudimentaria, están incluidos en el subfilo Vertebrata ya que poseen un cráneo y muchas otras homologías con otros vertebrados (Kobelkowsky, 2005).

El resto de los peces tienen apéndices pareados, mandíbulas y están incluidos en el linaje monofilético de los Gnatostomados (peces cartilagosos y óseos).

Los peces cartilagosos de la **Clase Chondrichthyes** (tiburones, rayas y quimeras), se caracterizan por poseer un esqueleto cartilaginoso y sin vejiga gaseosa. Con excepción de las quimeras todos presentan una mandíbula superior no fusionada al cráneo. Son de hábitos carnívoros y algunos filtradores. Presentan hendiduras branquiales laterales o

ventrales y no poseen opérculo, salvo en quimeras que presentan una membrana semejante al opérculo. Las escamas son de tipo placoidea y algunas especies llegan a presentar espinas especializadas para la defensa (Cailliet et al., 1996).

Los peces óseos en la actualidad están divididos en la **Clase Actinopterygii** (peces de aletas suaves con radios y espinas) y la **Clase Sarcopterygii** (peces de aletas lobuladas). Estos peces se caracterizan por presentar un esqueleto óseo, vejiga gaseosa y mandíbula fusionada al cráneo. La mayoría de las especies presentan branquias cubiertas por un opérculo, en el caso de los sarcopterigios presentan pulmones que utilizan para la respiración. En este grupo se pueden encontrar diferentes tipos de escamas (ganoideas, ctenoideas, cicloideas y las cosmoideas típicas de los sarcopterigios) (Nelson et al., 2016).

OBJETIVOS

- Revisar y analizar las características anatómicas de los principales grupos de peces.
- Reconocer las características merísticas y morfométricas utilizadas para su determinación taxonómica.
- Determinar a nivel de género los ejemplares proporcionados.

MATERIALES

- Especímenes de diferentes especies de peces
- Estuche de disección
- Guantes de látex
- Cubre bocas
- Charola
- Piseta
- Agua

- Microscopio estereoscópico
- Vernier, regla y cinta métrica
- Claves para la identificación de peces marinos y dulceacuícolas

MÉTODOS

Aspectos básicos para la identificación de los peces

Un entendimiento básico de la morfología externa de los peces es un prerrequisito para su identificación.

En el área de las branquias, las aberturas múltiples es una característica típica de los peces cartilaginosos. Mientras que una sola estructura ósea y plana cubre esta área en los peces óseos, denominada opérculo.

Las aletas pareadas se presentan en todos los peces, excepto en los agnatos. Estas incluyen a las aletas pectorales, usualmente localizadas cerca de las aberturas branquiales y a las aletas pélvicas, que generalmente se encuentran en la superficie ventral.

Las aletas impares medias se encuentran verticalmente orientadas a lo largo de la línea media del cuerpo del pez. La aleta dorsal y caudal puede encontrarse en una gran variedad de formas en los peces. La aleta anal se encuentra a lo largo de la línea media ventral, usualmente ubicada en la parte posterior de la abertura anal.

Las aletas de la mayoría de los peces óseos (Actinoptergios) están sostenidas por radios o por una combinación de radios y espinas. Los radios presentan segmentación o una forma de “Y” con terminaciones bifurcadas y son flexibles. En contraste, las espinas son sólidas, rígidas y con puntas afiladas. El conteo de radios o espinas en las aletas se considera un carácter merístico.

Uso de claves de identificación

Cuando se utilizan claves de identificación en cualquier grupo, es importante considerar varios aspectos relevantes. En primer lugar, las claves pueden ser generales o específicas, dependiendo de los niveles taxonómicos a determinar y de la cobertura geográfica, entre otros aspectos. Por ejemplo, si tenemos una clave que se elaboró para las especies conocidas de una región específica – la cuenca del lago Pátzcuaro –, y la especie en cuestión fue recolectada en el estado de Yucatán, es muy probable que la clave sea de poca utilidad si el rango de distribución de la especie no es amplio. Adicionalmente, si el ejemplar fue recolectado en el lago Pátzcuaro, pero que sea la primera vez que se registra formalmente en esa región o localidad, y que por lo mismo no está incluida en la clave, entonces será de poca utilidad. Lo anteriormente expuesto se aplica para el uso de catálogos, guías de campo y otras obras que sirven de referencia sobre la diversidad biológica.

Revisión de los organismos

Para su revisión los organismos se colocan en charolas con agua suficiente para mantenerlos húmedos, se manejan con pinzas y guantes de látex. Con ayuda del microscopio estereoscópico, se procederá a reconocer las características distintivas de cada grupo de peces. Por ejemplo: hendiduras branquiales, posición y tipos de aletas, tipo de escamas, posición de la boca, forma del cuerpo.

Agnatos

Se utilizarán ejemplares adultos y juveniles de lampreas (Petromyzontida) de agua dulce. Con ayuda del microscopio estereoscópico se procederá a reconocer la anatomía externa del organismo. Deberá revisarse la parte anterior, posterior, las aletas, así como la boca del adulto donde deberá distinguir el patrón de dentículos que lo conforman.

Peces cartilagosos

Se reconocerán las características distintivas de este grupo de peces. Por ejemplo: número y posición de hendiduras branquiales, posición y tipos de aletas, tipo de escamas, posición de la boca y forma del cuerpo.

Peces óseos

Se usarán ejemplares de diferentes familias tanto de peces de agua dulce como marinos. Se reconocerán las características distintivas de este grupo de peces. Por ejemplo: opérculo, posición y tipos de aletas, tipo de escamas, posición de la boca, forma del cuerpo, posición y número de nostrilos.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

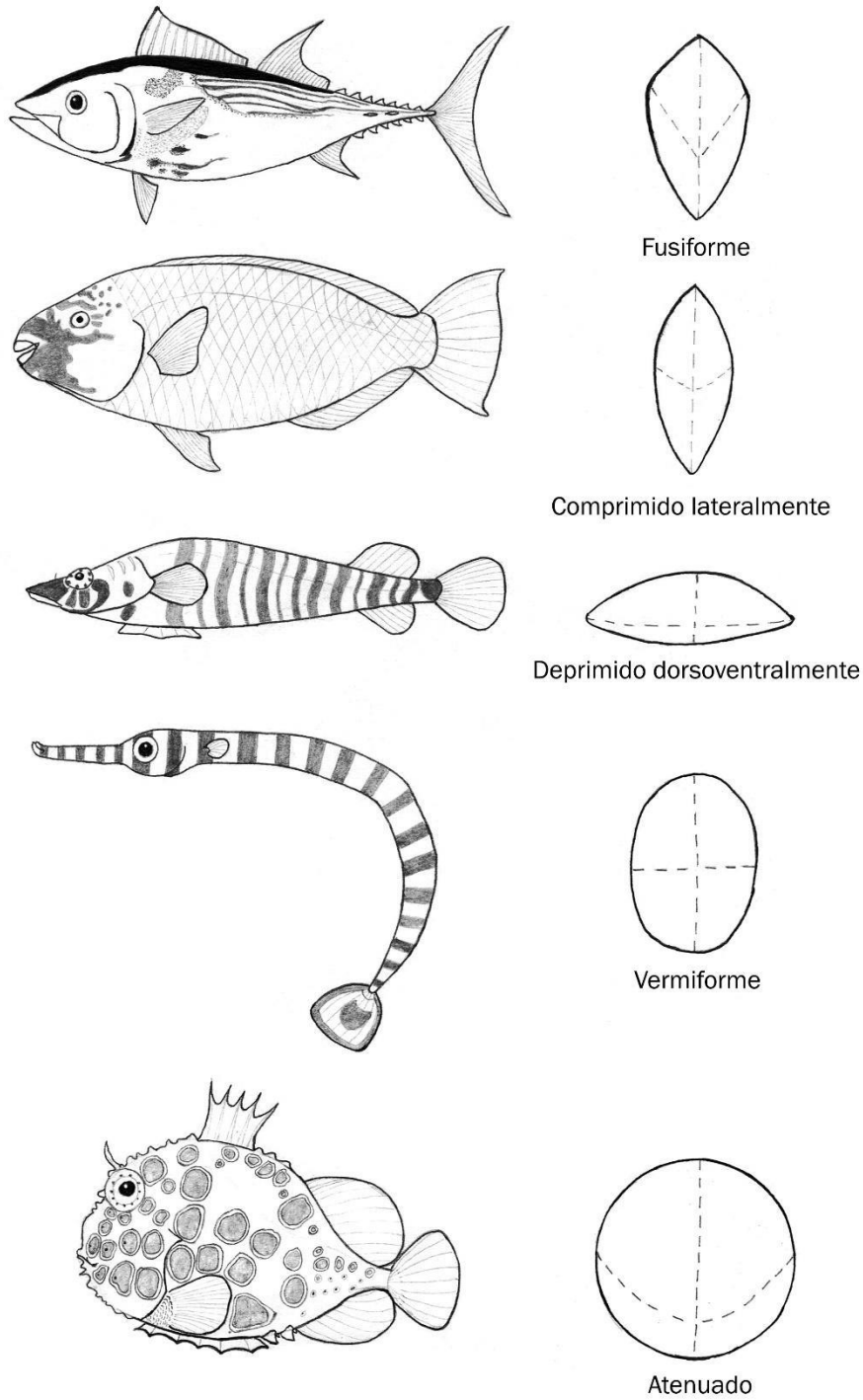


Figura 1. Formas corporales en peces (Modificado de Cailliet, et al., 1996).

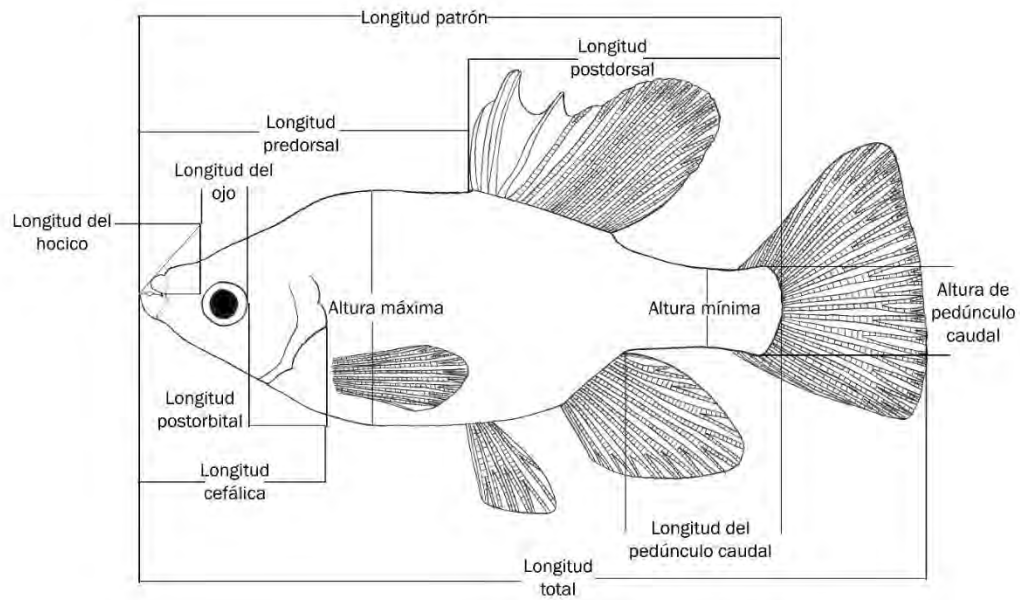


Figura 2. Caracteres morfométricos (son las medidas y proporciones del cuerpo) considerados en la identificación taxonómica de peces (Modificado de Cailliet et al., 1996).

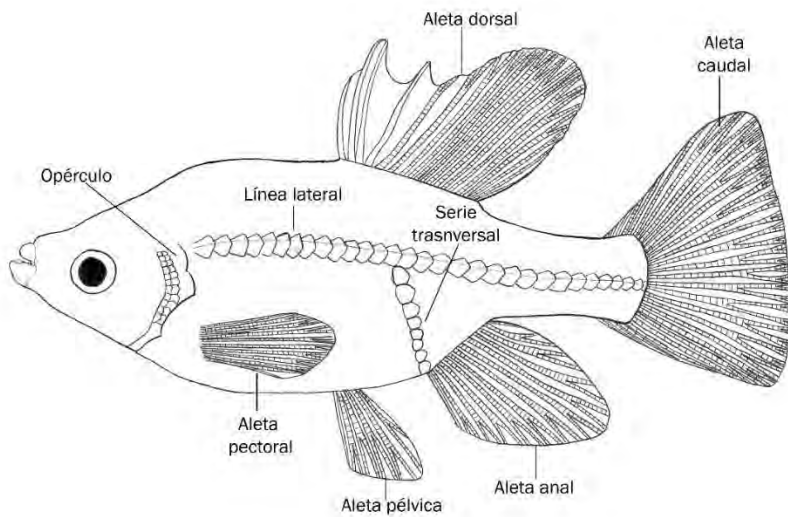


Figura 3. Caracteres merísticos (conteo de escamas, radios y espinas, entre otros) considerados en la identificación taxonómica de peces (Modificado de Cailliet et al., 1996).

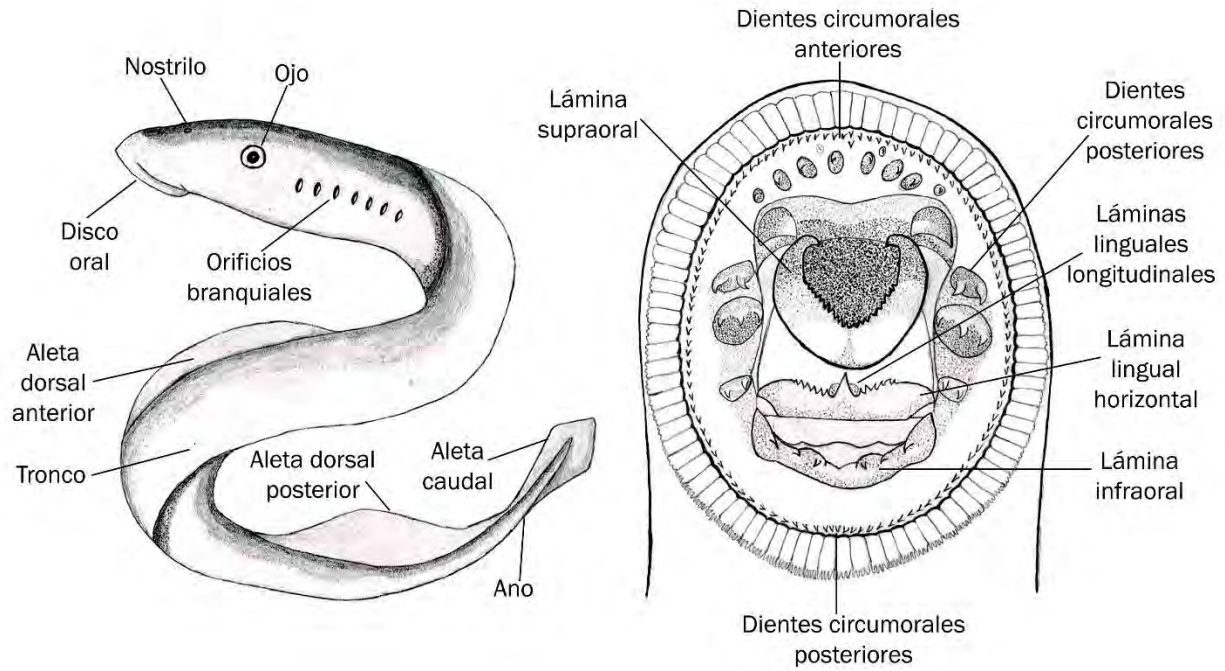


Figura 4. Anatomía externa generalizada y dentición de la lamprea de Chapala (*Lampetra spadicea*). Vista ventral del embudo oral (Modificado de Kobelkowsky, 2005).

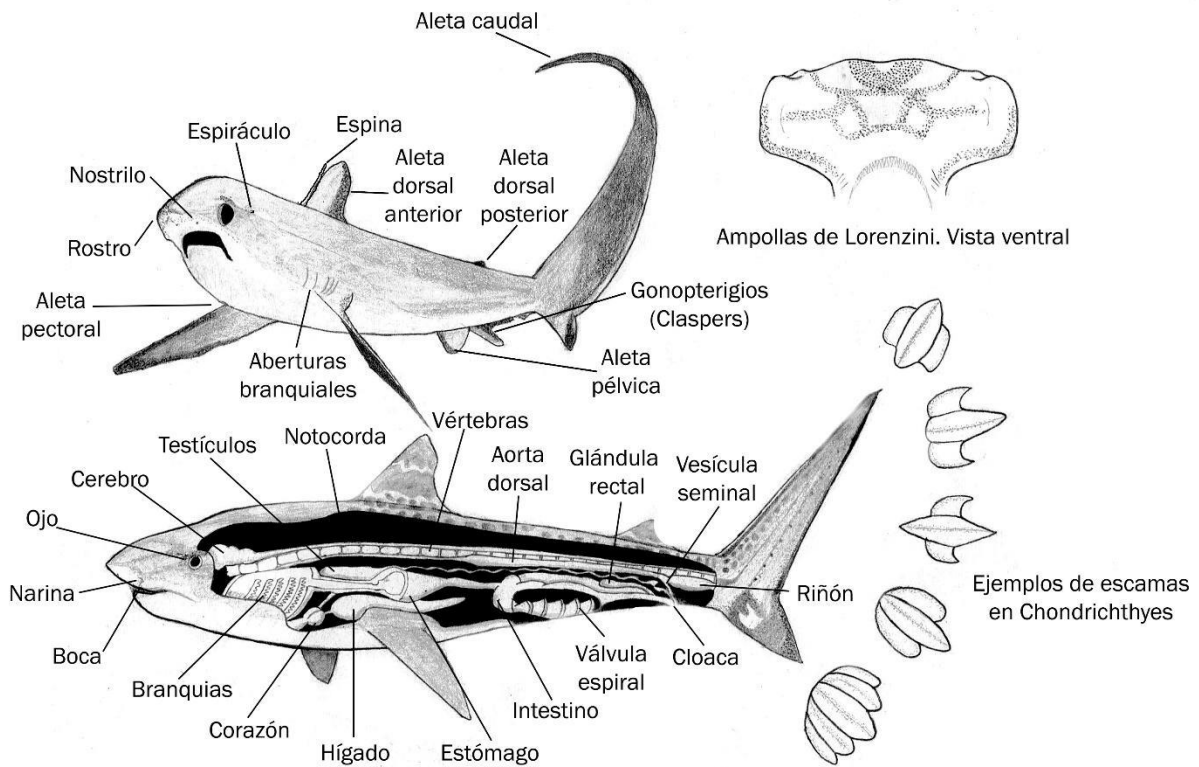


Figura 5. Estructuras utilizadas en el proceso de identificación de los tiburones. Ejemplo de escamas en Chondrichthyes (Modificado de Lamilla y Bustamante, 2005).

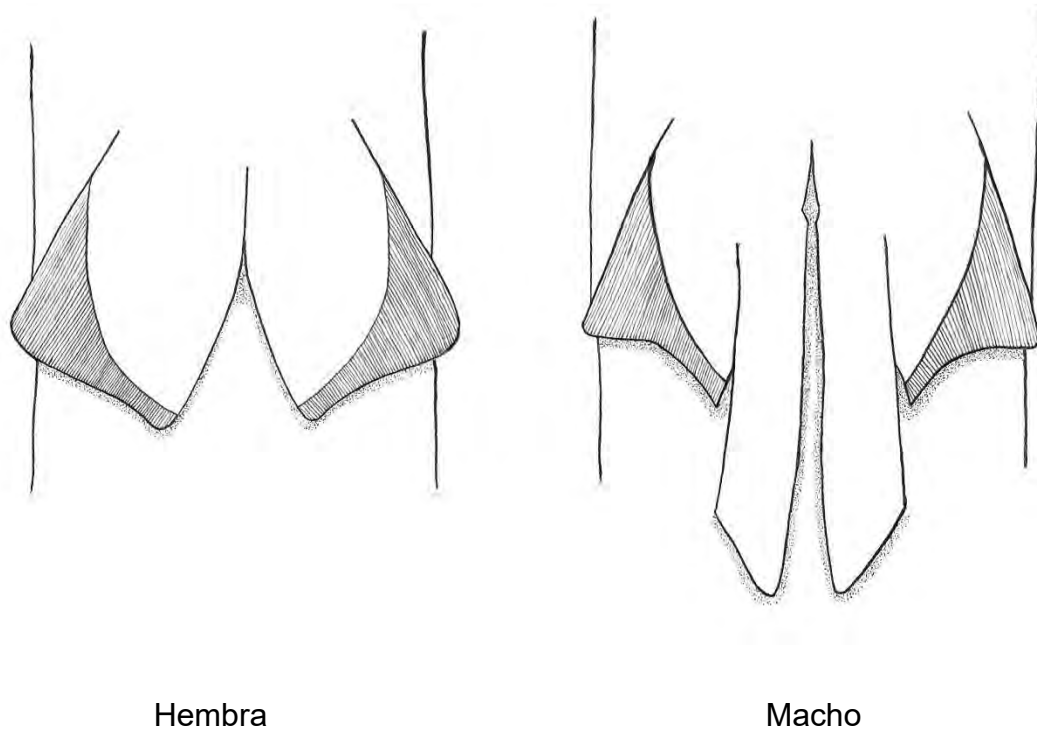


Figura 6. Detalles de los gonopterigios o claspers en Chondrichthyes (Modificado de Cailliet et al., 1996).

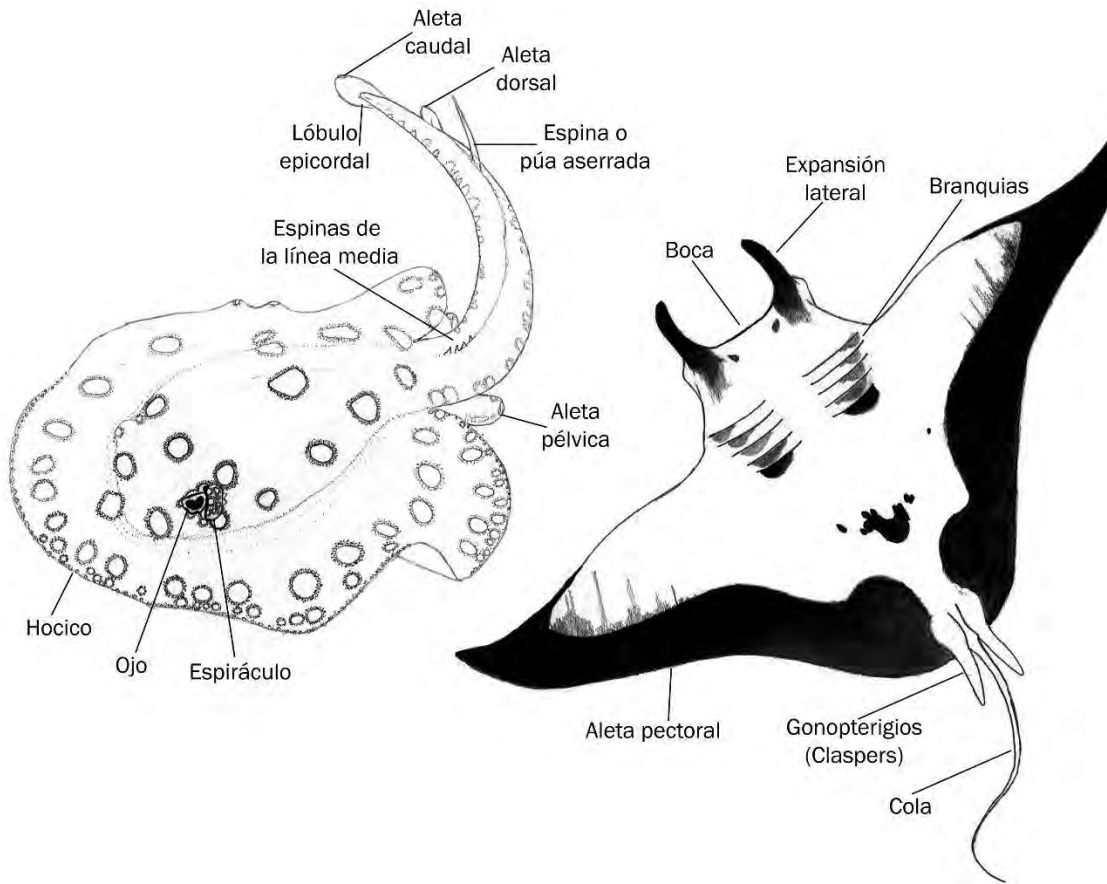


Figura 7. Estructuras utilizadas en el proceso de identificación de las rayas y mantarrayas (Modificado de Lamilla y Bustamante, 2005).

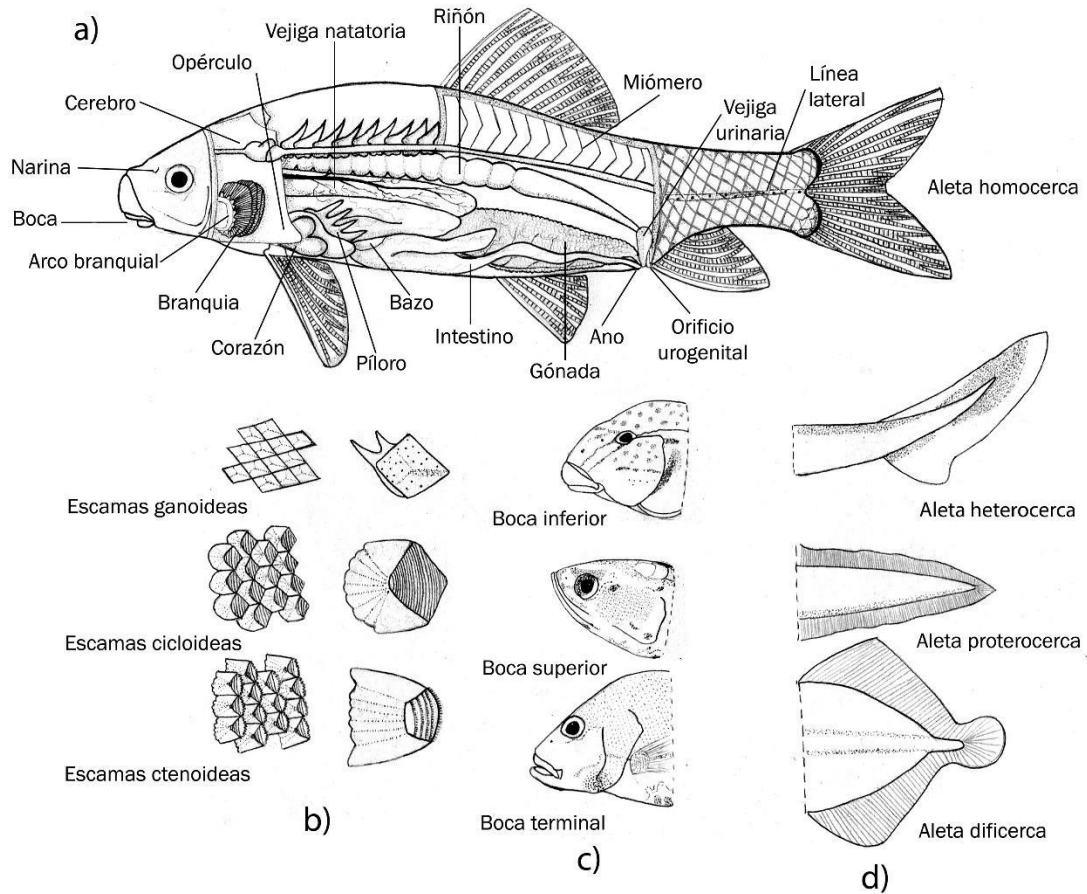


Figura 8. a) Principales órganos internos de un pez óseo. b) Tipos de escamas en los peces: Ganoideas, cicloideas y ctenoideas. c) Posiciones de la boca. d) Tipos de aleta caudal (Modificado de Hickman, et al., 2006).

CUESTIONARIO

1. Define qué es un carácter taxonómico y cuál es la importancia del manejo de las claves dicotómicas.
2. ¿Cuáles son los caracteres merísticos y morfométricos que distinguen al grupo de los Agnatos y qué especies están representadas en México?
3. ¿Cuáles son los caracteres merísticos y morfométricos que distinguen al grupo de los Condrictios y qué grupos son los mejor representados en México?
4. ¿Cuáles son los caracteres merísticos y morfométricos que distinguen al grupo de los peces óseos y qué grupos son los mejor representados en México?
5. Investiga qué especies de peces (nombre vernáculo y científico), son las de mayor explotación y cuáles se cultivan en mayor escala en México.
6. Proporciona tres ejemplos de especies nativas y tres de especies introducidas de peces, su importancia ecológica, comercial y ¿qué efecto han tenido las especies introducidas en los ecosistemas acuáticos en México?
7. ¿Existen peces venenosos en México? Señala las especies relevantes y a que familia pertenecen.
8. Menciona tres líneas de investigación en peces que se desarrollan actualmente en la Ictiología.

9. Anota las estructuras distintivas de cada uno de los grupos revisados: 1) Presencia de aletas pares o impares, 2) Presencia de aberturas branquiales u opérculo, 3) Presencia o ausencia de mandíbula, 4) Posición y número de nostrilos, 5) Tipo de aleta caudal, 6) Presencia o ausencia de escamas y 7) Tipo de escamas.

Agnatos	Gnatostomados	
Lampreas	Peces cartilagosos	Peces óseos

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para todos los grupos se deberán hacer esquemas de la anatomía externa y de las estructuras observadas e identificadas, para ello deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible, se deberán mantener húmedos con el uso de las pisetas. Para la revisión de las estructuras internas solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez V. J. 1970. Peces mexicanos (claves). Secretaria de Industria y Comercio. Comisión Consultiva de Pesca. Series de investigaciones Pesquera. México. 166 pp.
- Cailliet, G., M. Love y A. Ebeling. 1996. Fishes, a field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification and Natural History. By Waveland Press, Inc. Fishes. United States of America. pp. 167-171.
- Hickman, C. P., L.S. Roberts y A. Larson. 2006. Zoología. Principios integrales. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid, España. 1022 pp.
- Kobelkowsky, A. (2005). Esqueleto y dentición de la lamprea de Chapala, *Lampetra spadicea* (Petromyzontidae). Hidrobiológica, 15(2): 151-159.
- Lamilla, J. y Bustamante, C. 2005. Guía para el reconocimiento de: tiburones, rayas y quimeras de Chile. Oceana 17(nov. 2005):1-80
- Nelson, J.S., Grande, T.C. y Wilson, M.V.H. 2016. Fishes of the World. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: [i]-xli, 1-707.

PRÁCTICA 4

ANFIBIOS

La palabra “anfibio”, deriva del griego *amphis* = doble y *bios* = vida, y se refiere a una de las características clave de este grupo, ya que en la mayoría de las especies vivientes, su ciclo de vida se divide en dos fases: una completamente acuática, que corresponde a la etapa de desarrollo embrionario y vida larvaria en la que las larvas respiran por medio de branquias, ya sea externas o internas; y la otra es la fase de adulto en la que el organismo puede llevar una vida totalmente terrestre, o bien presentar un modo de vida en parte terrestre y en parte acuático (Lee, 1996). El huevo de los anfibios es anamniótico (envuelto por membranas gelatinosas) y susceptible a la desecación. Después de la metamorfosis, los metamorfos, juveniles y adultos además de respiración pulmonar presentan respiración cutánea. Algunas especies carecen de pulmones y respiran sólo por la piel y el epitelio bucal interno. Hay especies que son completamente acuáticas y otras totalmente terrestres, que incluso han llegado a suprimir la fase larvaria de vida libre. Los anfibios presentan una piel delgada, permeable, lisa, con glándulas granulares y mucosas (Vitt y Caldwell, 2014).

Existen alrededor de 8,161 especies que los especialistas han clasificado en tres grandes grupos: las ranas y los sapos (orden **Anura**), son los anfibios más conocidos y se reconocen fácilmente por carecer de cola en estado adulto y poseer patas traseras que les permiten dar brincos y saltos. En las salamandras (orden **Urodela** o **Caudata**), la cola y extremidades son usadas en combinación con movimientos ondulatorios del cuerpo para desplazarse. Las cecilias (orden **Gymnophiona** o **Apoda**) son un grupo de anfibios tropicales poco conocidos, con un aspecto semejante al de una lombriz; carecen de extremidades y muchas especies viven en túneles que ellas mismas excavan, en tanto que otras son completamente acuáticas (Savage, 2002).

OBJETIVOS

- Identificar las características distintivas de los tres órdenes de anfibios.
- Reconocer las características morfológicas utilizadas en la identificación de anfibios, como aspecto necesario para la determinación taxonómica de los mismos.
- Determinar al menor nivel taxonómico los ejemplares proporcionados.

MATERIALES

- Material biológico de diferentes especies de anfibios
- Charola de disección
- Estuche de disección
- Microscopio estereoscópico
- Pissetas
- Claves de identificación

MÉTODOS

- Colocar los ejemplares en una charola y con la ayuda de una pisseta mantenerlos húmedos. Utilizar con cuidado pinzas o agujas de disección.
- Ubicar las características externas distintivas de cada orden de anfibios.
- Con la ayuda de claves dicotómicas, esquemas, fotografías, guías de identificación y el microscopio estereoscópico, determinar al menor nivel taxonómico cada organismo.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

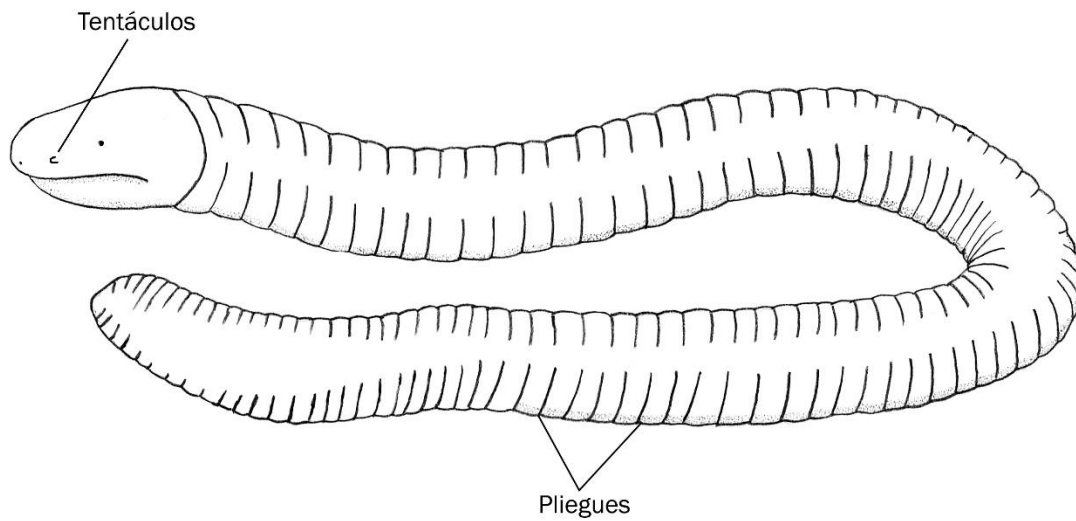


Figura 1. Aspecto general de los Gymnophiona (cecílidos). El número de pliegues varía según la especie (Modificado de Renjifo y Lundberg, 1999).

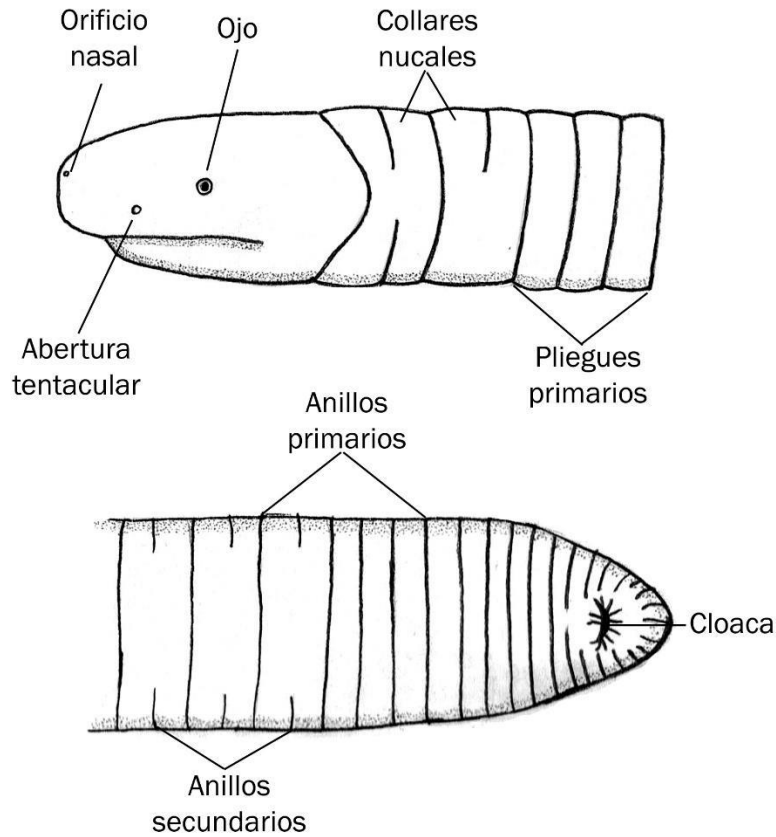


Figura 2. Vista lateral de la cabeza y ventral posterior del cuerpo de un cecílido adulto (Modificado de McCranie y Wilson, 2002).

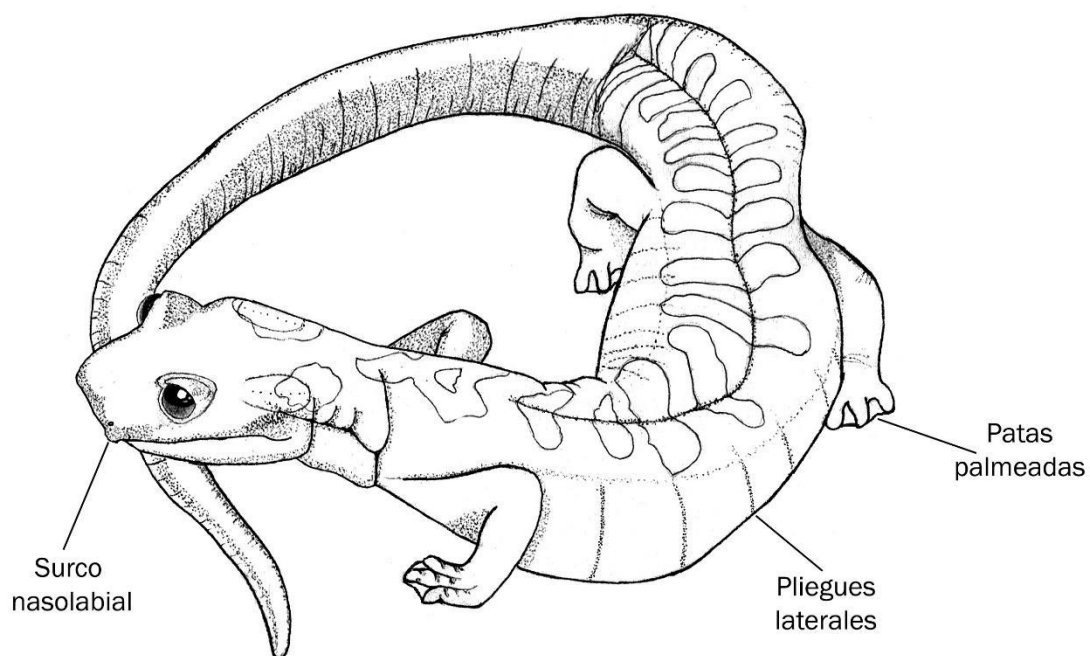


Figura 3. Vista general de Caudata (Urodelos). El número de pliegues y el largo de la cola varía según la especie (Modificado de Renjifo y Lundberg, 1999).

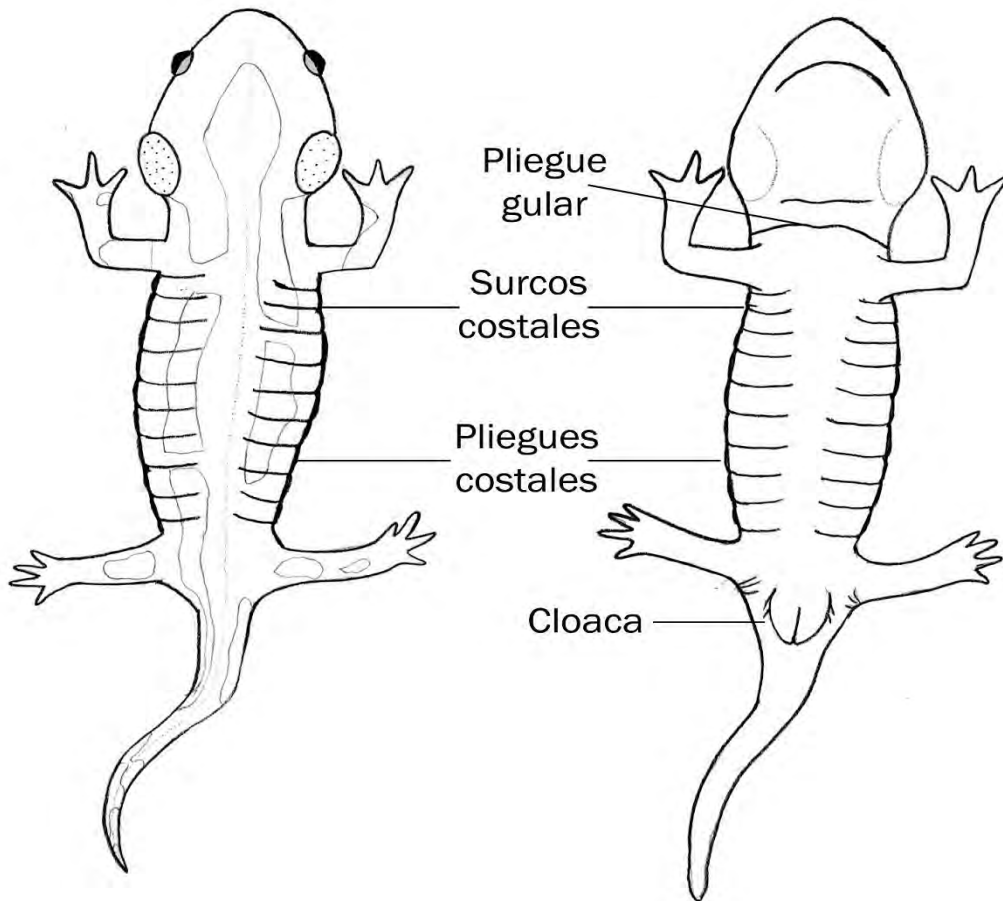


Figura 4. Vista dorsal y ventral de una salamandra adulta (Modificado de McCranie y Wilson, 2002).

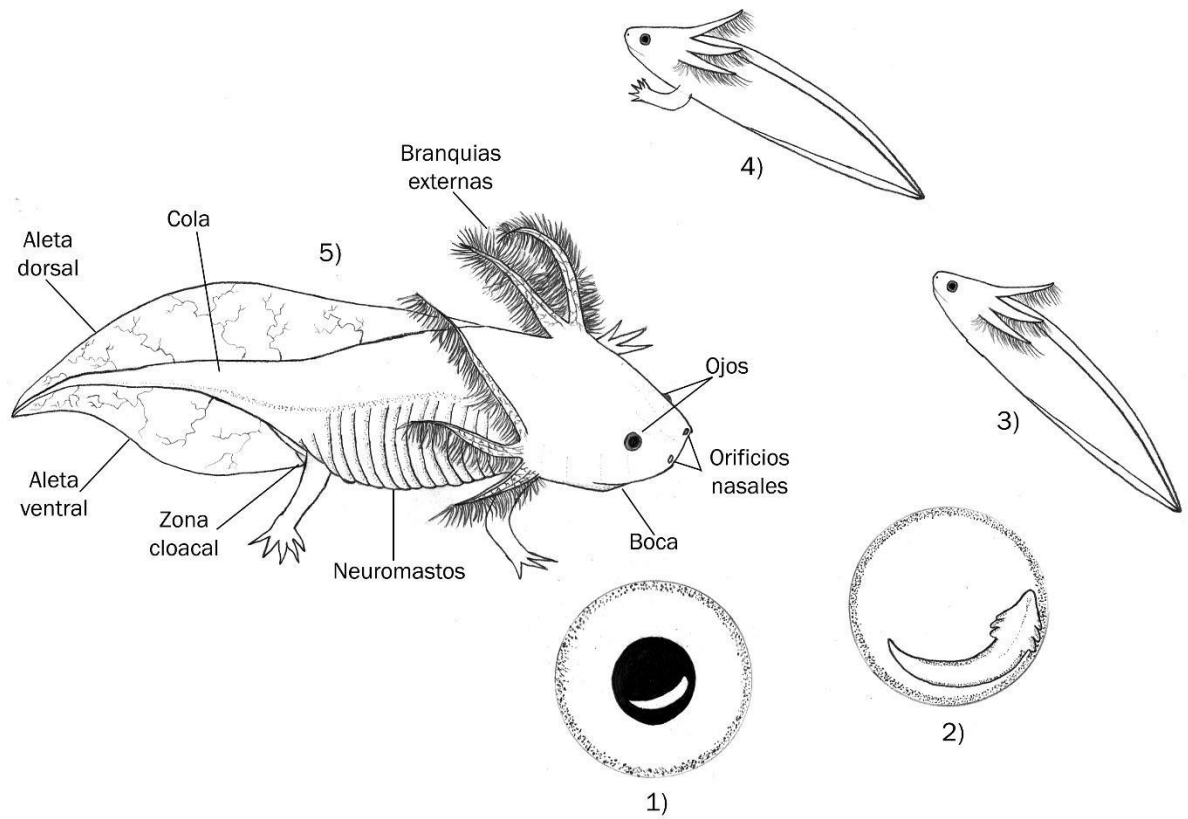


Figura. 5. Vista general de diferentes estadios de *Ambystoma* sp. (Modificado de Mena y Servín, 2014).

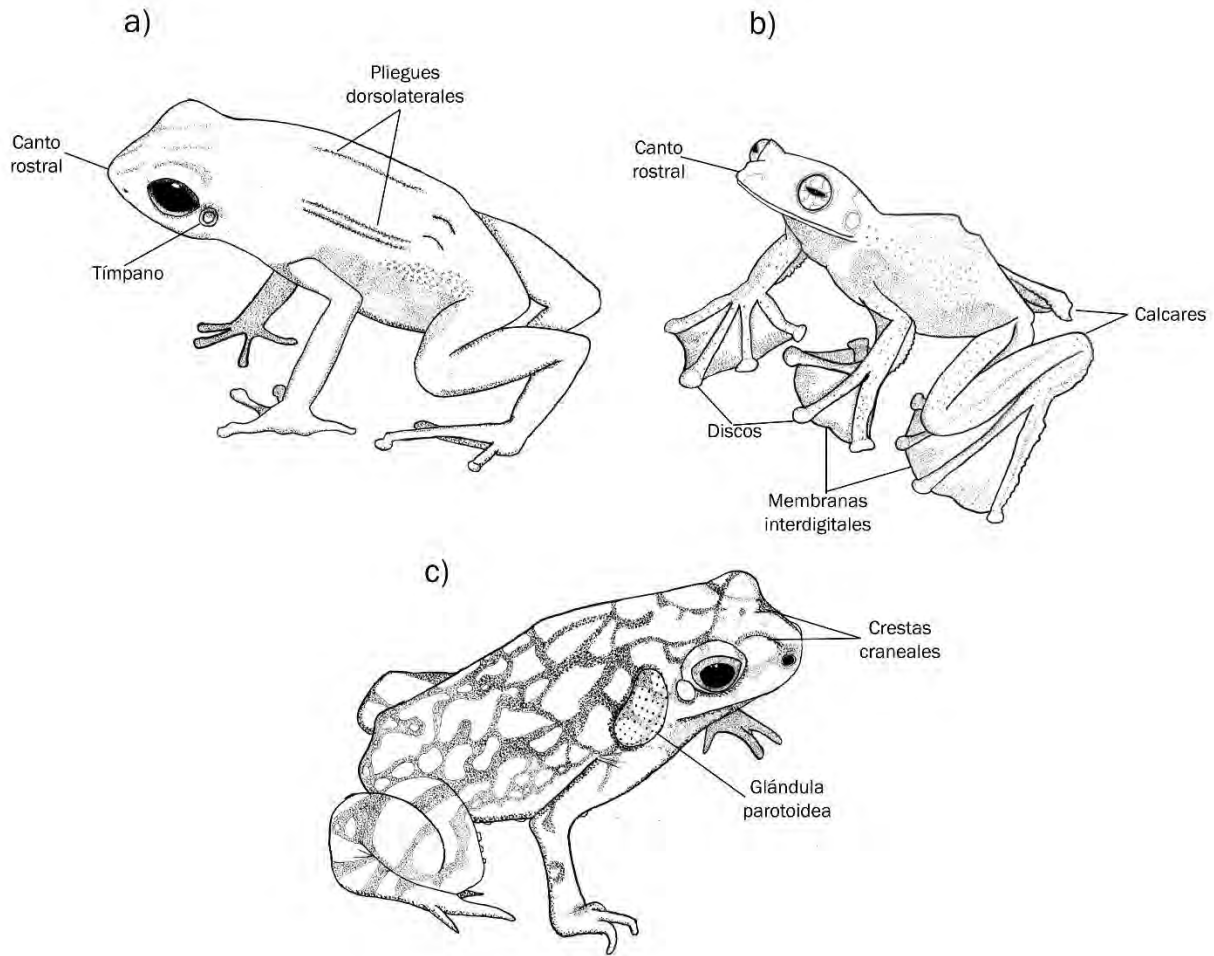


Figura 6. Características externas distintivas de los anuros: a) Leptodactylidae, b) Hylidae y c) Bufonidae (Modificado de Renjifo y Lundberg, 1999).

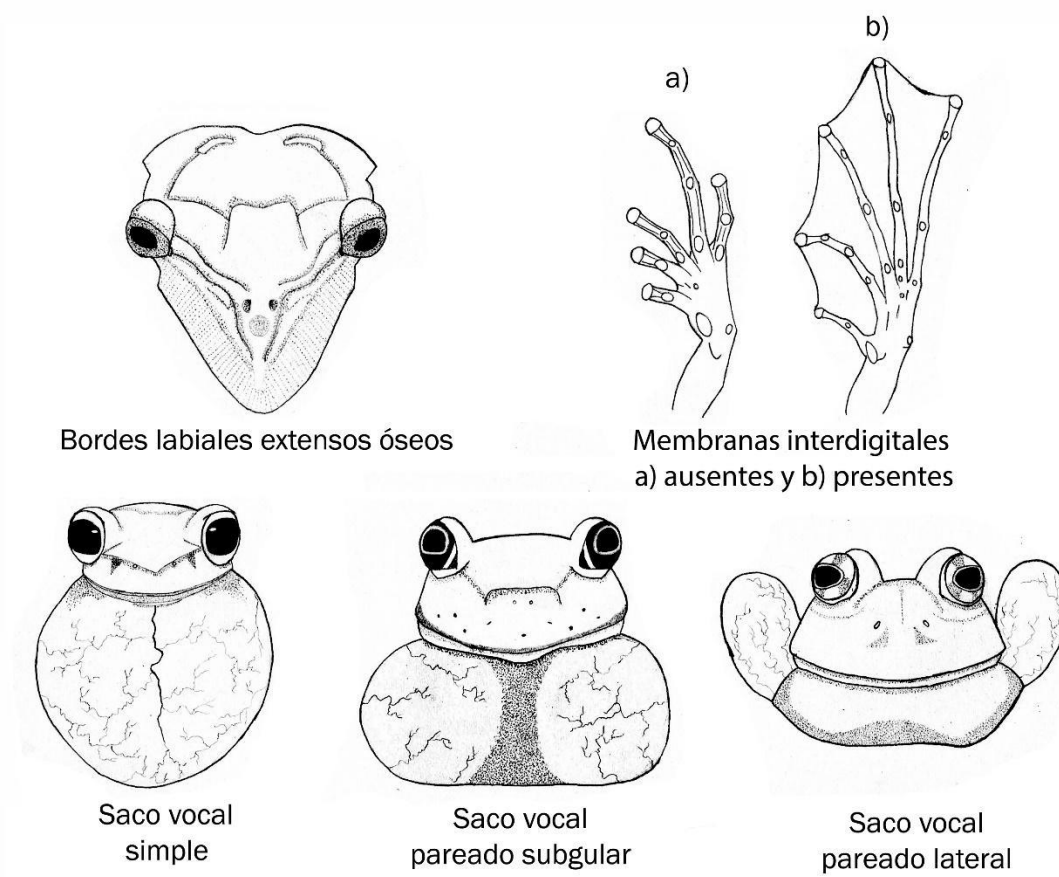


Figura 7. Caracteres externos distintivos de los anuros (Modificado de Casas y McCoy, 1979).

CUESTIONARIO

1. Menciona tres características morfológicas útiles para la identificación de cada uno de los órdenes de anfibios.
2. ¿Cuáles son las características distintivas de la Familia Bufonidae, Hylidae y Ranidae del orden Anura?
3. ¿Cuáles son las características distintivas de la Familia Ambystomatidae y Plethodontidae del orden Caudata?
4. ¿Cuáles son las características distintivas de la Familia Dermophiidae del orden Gymnophiona?
5. ¿Por qué frecuentemente se considera a los anfibios como bioindicadores de calidad ambiental?
6. ¿Qué función tienen las glándulas granulares de la piel de los anfibios?
7. ¿Cuáles son las principales amenazas a que se enfrentan los anfibios en la actualidad?
8. ¿Por qué a pesar de que anfibios y reptiles tienen historias evolutivas y características adaptativas diferentes, se estudian en una misma disciplina de la Biología que es la Herpetología?
9. Anota las características distintivas de cada uno de los órdenes y familias de anfibios revisados.

Gymnophiona	Anura			Caudata	
Dermophiidae	Bufonidae	Hylidae	Ranidae	Ambystomatidae	Plethodontidae

Nota: en caso de contar con ejemplares de otras familias realizar las anotaciones correspondientes.

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para todos los grupos se deberán hacer esquemas de la anatomía externa y de las estructuras observadas e identificadas, para ello deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible, para la revisión de las estructuras (internas y externas), solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

- Casas, A.G. y C. J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México, Claves ilustradas para su identificación. Limusa, México, D. F. 87 pp.
- Lee, J. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatán Península. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca y Londres. 497 pp.
- McCranie, J. R. y L. D. Wilson. 2002. The amphibians of Honduras. Society for Study of Amphibians and Reptiles. Ithaca, New York, USA. 625 pp.
- Mena González H. y E. Servín Zamora. 2014. Manual básico para el cuidado en cautiverio del axolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*). Instituto de Biología. UNAM. México, Distrito Federal. 34 pp.
- Renjifo, J.M. y M. Lundberg. 1999. Guía de campo anfibios y reptiles de Urrá. Medellín. Skanka–Editorial Colina SA, Colombia. 55 pp.
- Savage, J. M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica, The University of Chicago Press, Chicago y Londres. 934 pp.
- Vitt, J. L. y P. Caldwell. 2014. Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles. Sam Noble Museum of Biology Department, University of Oklahoma, Norman Oklahoma. 757 pp.

PRÁCTICA 5

REPTILES

La clase Reptilia incluye hasta el 2019, 11,050 especies, con 3,789 de serpientes, 6,887 de lagartijas (lacertilios) o saurios, 25 de cocodrilos, 353 de tortugas y una de tuatara. En esta práctica no se cuentan los reptiles voladores actuales, los que se abordarán en la práctica correspondiente a la Clase Aves. Los reptiles son vertebrados con un tipo de huevo amniótico (con líquido amniótico y membranas extraembrionarias -amnios, corion y alantoides-). Es frecuente que en lugar de una cáscara rígida como en el caso de las aves, el huevo amniótico presente una cáscara suave, lo que facilita la absorción de agua del medio incubatorio, facilitando el desarrollo adecuado del embrión. Los reptiles presentan una piel seca cubierta con escamas de queratina. Muchos reptiles están provistos de placas dérmicas óseas (osteodermos) localizadas bajo la epidermis. La mandíbula inferior está formada por varios huesos y se articula al cráneo mediante el hueso cuadrado. Solo hay un cóndilo occipital y las extremidades presentan cinco dedos con uñas. El cráneo de los reptiles actuales es de tipo diápsido, es decir presentan dos ventanas u orificios en la parte temporal del cráneo. El riñón es metanéfrico, el corazón es tricavitario y solo en los cocodrilos es tetracavitario. Los reptiles son ectotermos y de respiración pulmonar (Vitt y Caldwell, 2014).

Los reptiles florecieron en la Era Mesozoica y de los 20 órdenes que habitaron la Tierra durante esa Era, solo cuatro tienen representantes actuales y son: **Crocodylia**, **Squamata**, **Chelonia** y **Rhynchocephalia**. De acuerdo a la clasificación actual, las aves se anidan dentro del clado Saurischia de dinosaurios y siendo los dinosaurios reptiles, las aves por lo tanto son consideradas como reptiles voladores.

Los individuos del orden **Crocodylia** son depredadores semiacuáticos que ocupan hábitats de agua salada, salobre y dulce. Los cocodrilianos tienen hocicos largos y aplanados, cola comprimida lateralmente, con ojos, oídos y nostrilos en el dorso de la cabeza. La piel es gruesa y cubierta con escamas adyacentes. Frecuentemente se asolean en tierra y depositan sus huevos en nidos construidos por la hembra. Se originaron en el Triásico hace 220 millones de años. En la actualidad existen 26 especies

que incluyen tres familias de cocodrilos: Crocodylidae, Alligatoridae y Gavialidae. Los cocodrilianos se encuentran en todos los continentes excepto en la Antártida.

Squamata es el orden con el mayor número de especies de los reptiles e incluye lagartijas y serpientes, conocidos colectivamente como escamosos. En la actualidad existen más de 10,000 especies. Los machos presentan un par de hemipenes. Las lagartijas típicamente presentan extremidades mientras que las serpientes carecen de ellas. Se considera el segundo orden de vertebrados más especioso después del orden Perciformes (peces).

El orden **Chelonia** comprende 353 especies de tortugas, ocupan hábitats terrestres y acuáticos. Su cuerpo está cubierto por una coraza (caparazón dorsal) y un plastrón ventral. Carecen de dientes, tienen un pico córneo que recubre su mandíbula, parecido al pico de las aves. Las tortugas mudan la piel, sin embargo, a diferencia de las lagartijas y serpientes, lo hacen paulatinamente. Algunas especies de tortugas acuáticas pueden permanecer sumergidas durante horas. Son ovíparas, incuban los huevos en nidos que ellas excavan en la tierra. Las tortugas son organismos longevos, diversas especies pueden llegar a vivir más de 150 años.

Los individuos del orden **Rhynchocephalia** o **Sphenodontia**, representado actualmente por una sola especie, *Sphenodon punctatus* de Nueva Zelanda, son conocidos localmente como tuataras. Son sobrevivientes de un linaje de esfenodontos del Mesozoico, tienen aspecto de lagartija y llegan a medir 66 cm de longitud. Presentan una tasa de crecimiento lenta y son longevos, llegando a vivir más de 100 años. Por su apariencia son casi idénticas a las de los fósiles mesozoicos con 200 millones de años de antigüedad. Entre los numerosos caracteres que se han conservado sin modificar durante 200 millones de años, se hallan dos fosas temporales completas, un ojo pineal bien desarrollado (el orificio pineal era muy patente en los primeros diápsidos). Son ovíparos con fertilización interna, aunque los machos carecen de pene, en el apareamiento juntan las cloacas para transferir el esperma (Vitt y Caldwell, 2014).

OBJETIVOS

- Identificar las características distintivas de los órdenes de reptiles.
- Reconocer las características morfológicas utilizadas en la identificación de reptiles.

MATERIALES

- Material biológico de diferentes especies de reptiles
- Charola de disección
- Equipo de disección
- Microscopio estereoscópico
- Pissetas
- Claves de identificación
- Esquemas

MÉTODOS

- Colocar los ejemplares de cada orden en una charola y con la ayuda de una pisseta mantenerlos húmedos. Utilizar pinzas y agujas de disección; y manipular con cuidado los ejemplares.
- Ubicar las características externas distintivas de cada orden de reptiles (e.g. tamaño del espécimen y de sus regiones corporales, tipos de escamas, estructuras óseas, abertura anal, entre otras).
- Con la ayuda de claves dicotómicas, esquemas, fotografías, guías de identificación y el microscopio estereoscópico determinar familia, y si es posible género y especie.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

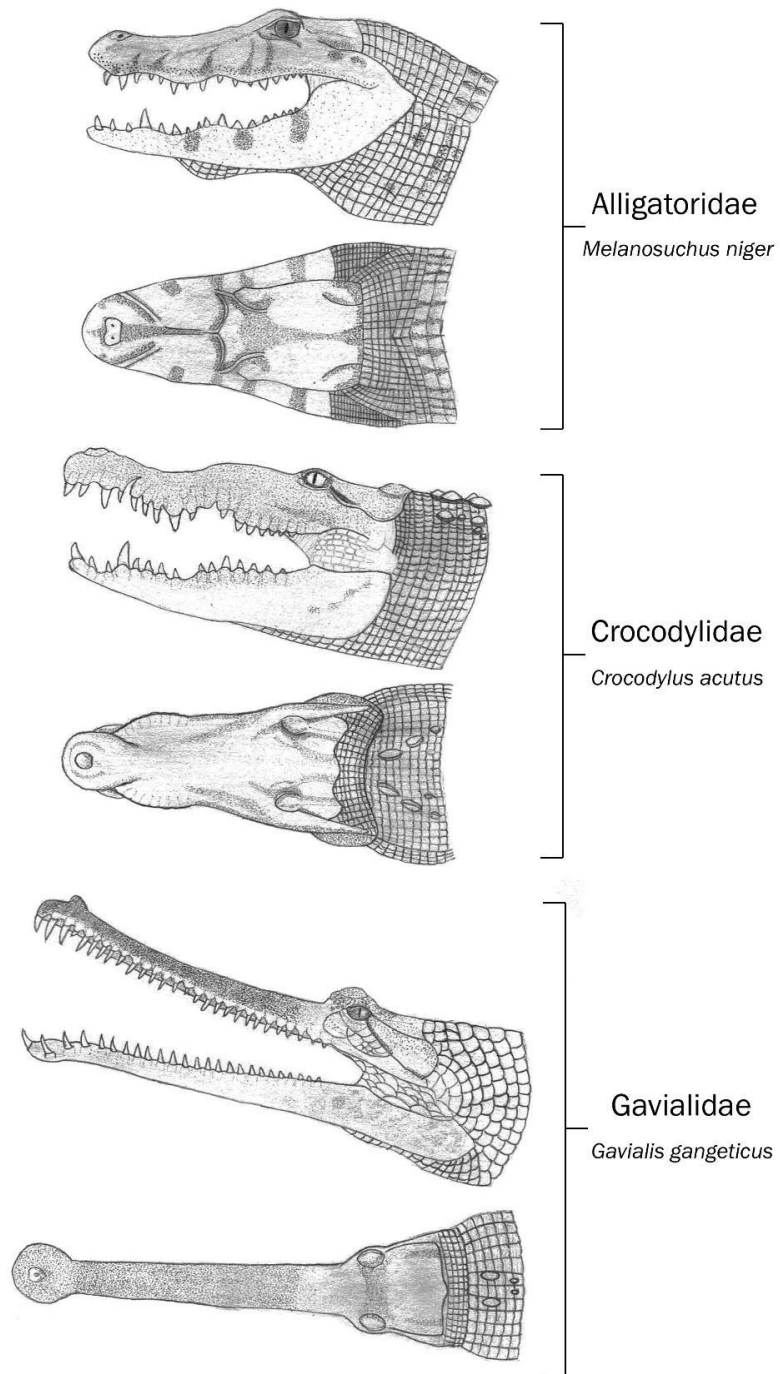
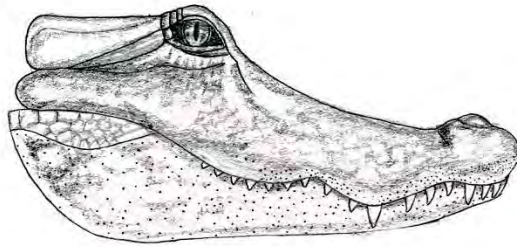
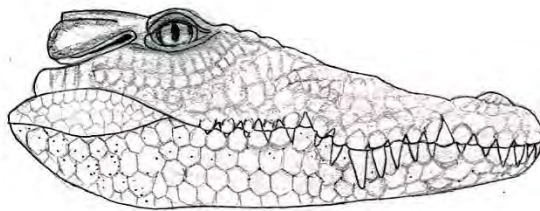


Figura 1. Características externas del orden Crocodylia: Familia Alligatoridae (*Melanosuchus niger*), Familia Crocodylidae (*Crocodylus acutus*) y Familia Gavialidae (*Gavialis gangeticus*) (Modificado de Grigg, 2015).



Mordedura superior

Solo dientes superiores son visibles cuando se cierra el hocico



Intercalado

Tanto los dientes superiores como los inferiores son visibles cuando se cierra el hocico

Figura. 2. Vista lateral comparativa del hocico de cocodrilianos mostrando el arreglo de los dientes: Alligatoridae y Crocodylidae (Modificado de Grigg, 2015).

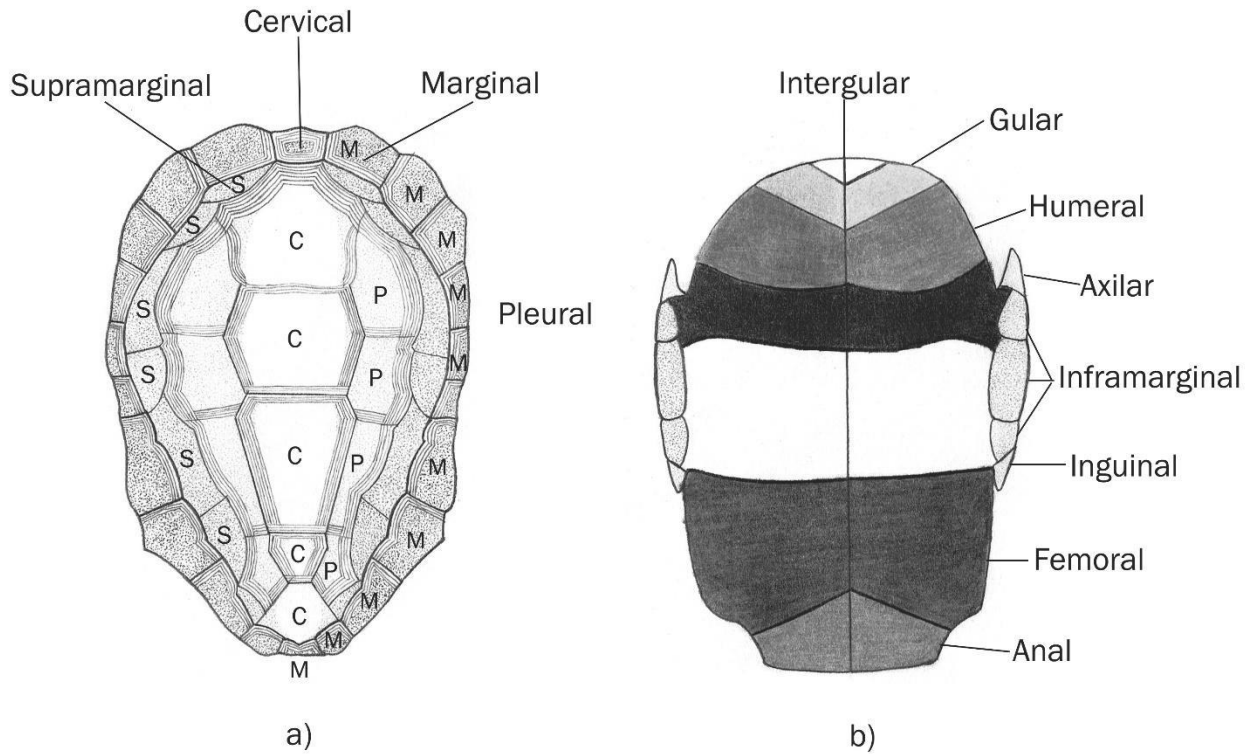


Figura 3. a) Vista externa del caparazón y b) Vista externa del plastrón de una tortuga. Se señala el nombre de los escudos (escamas) y su distribución (Modificado de Álvarez del Villar, 1977).

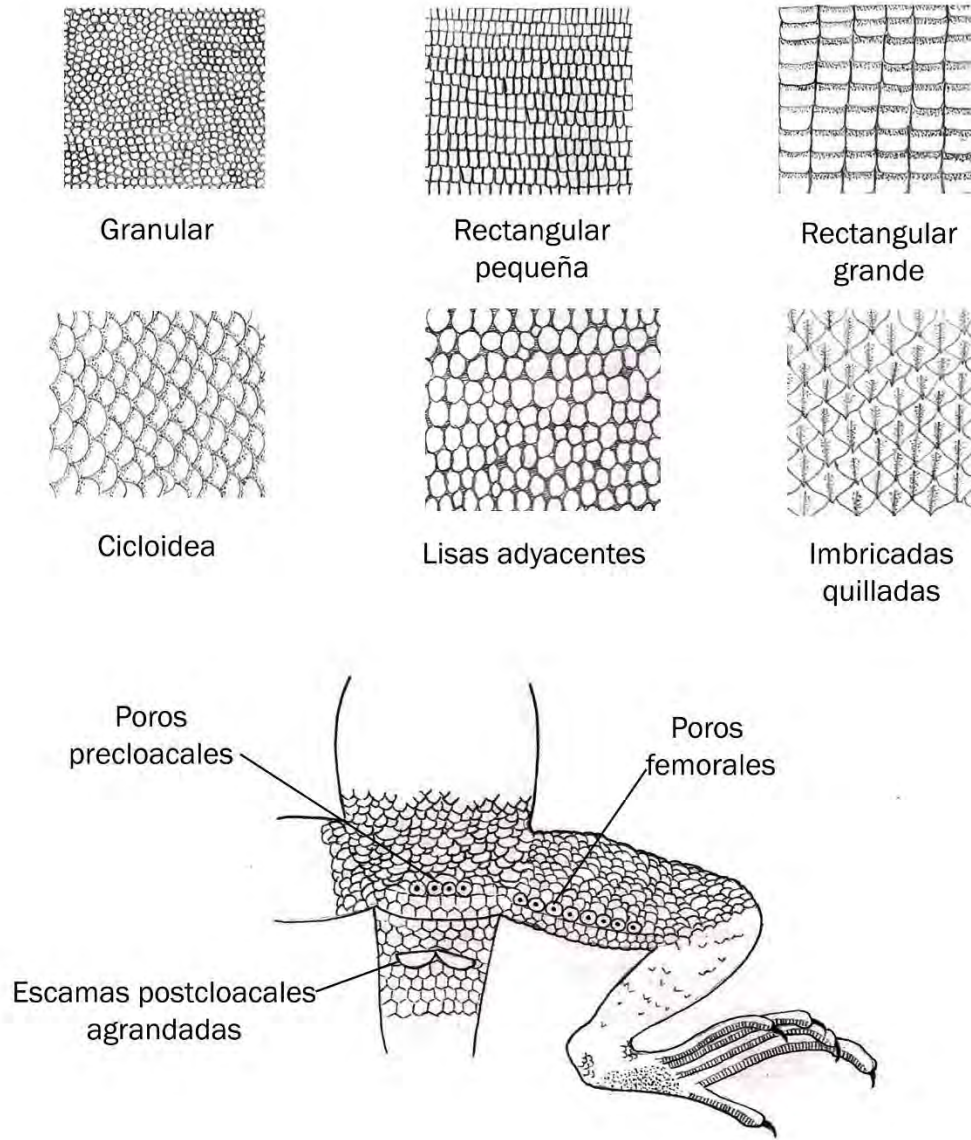


Figura 4. Tipos de escamas y ubicación de los poros femorales y precloacales en lagartijas (Modificado de Savage, 2002).

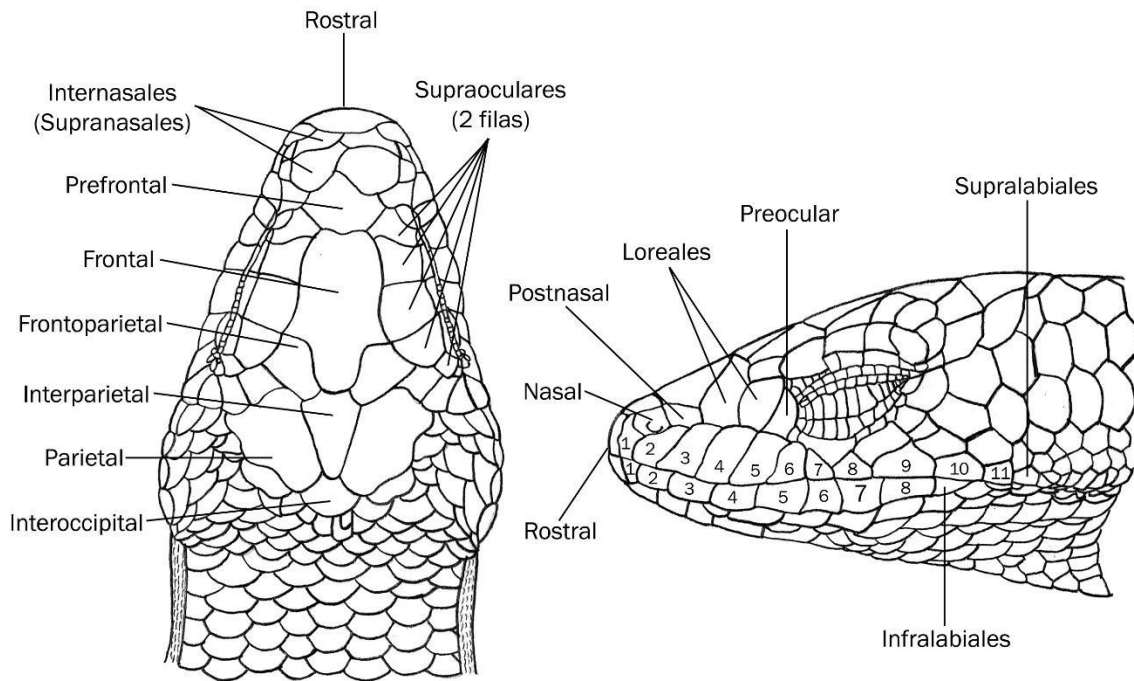


Figura 5. Vista lateral y dorsal de las escamas de la cabeza de una lagartija (Modificado de Savage, 2002).

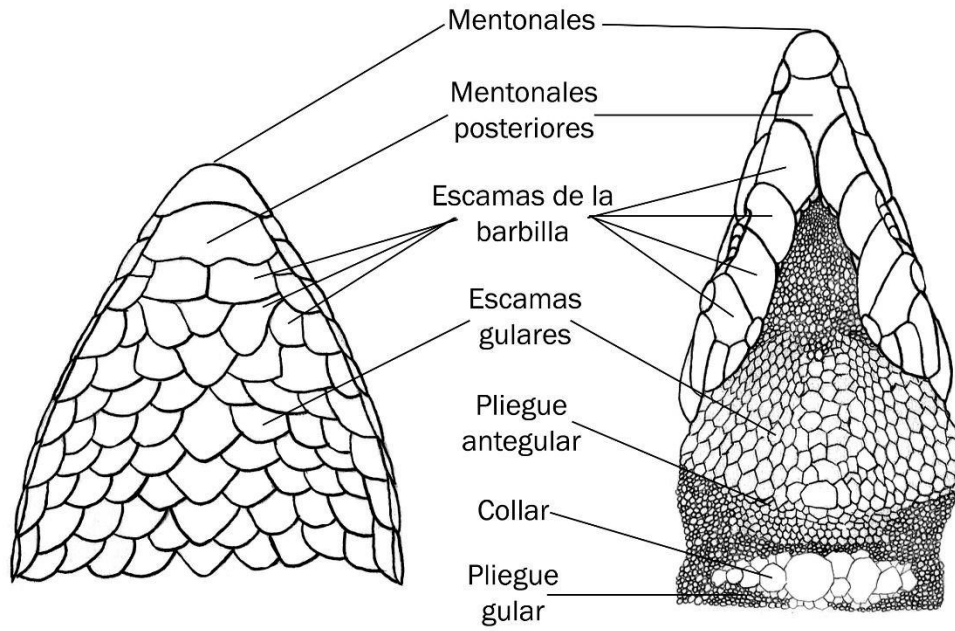


Figura 6. Vista ventral de las escamas de la cabeza en diferentes lagartijas (Modificado de Savage, 2002).

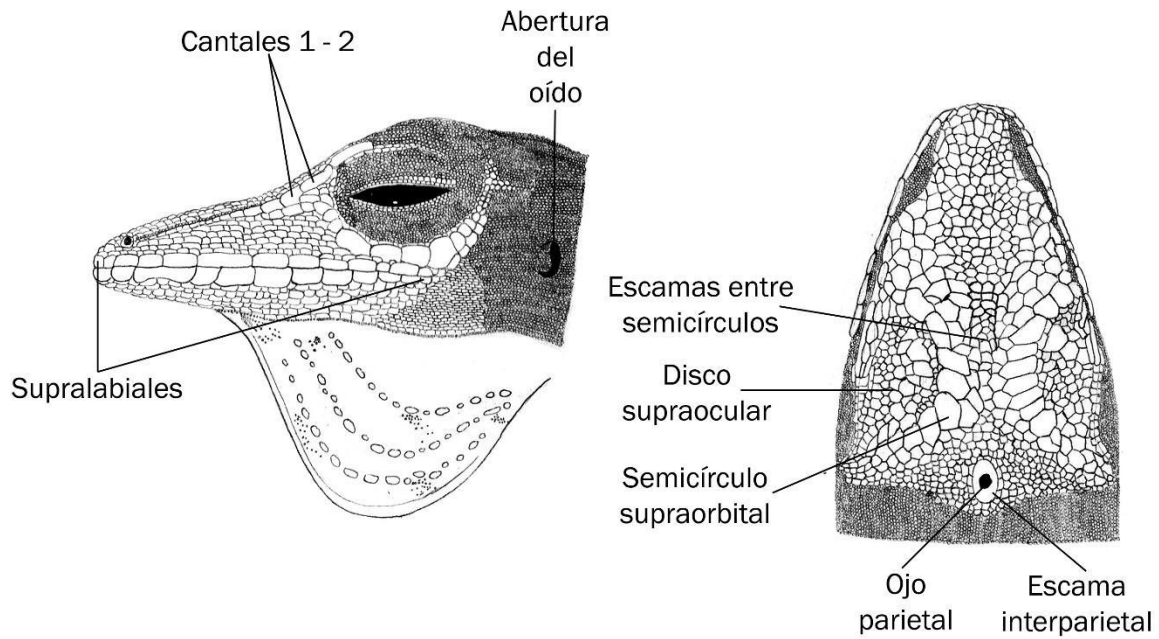


Figura 7. Vista dorsal y lateral de las escamas de una lagartija del género *Anolis* (Modificado de Savage, 2002).

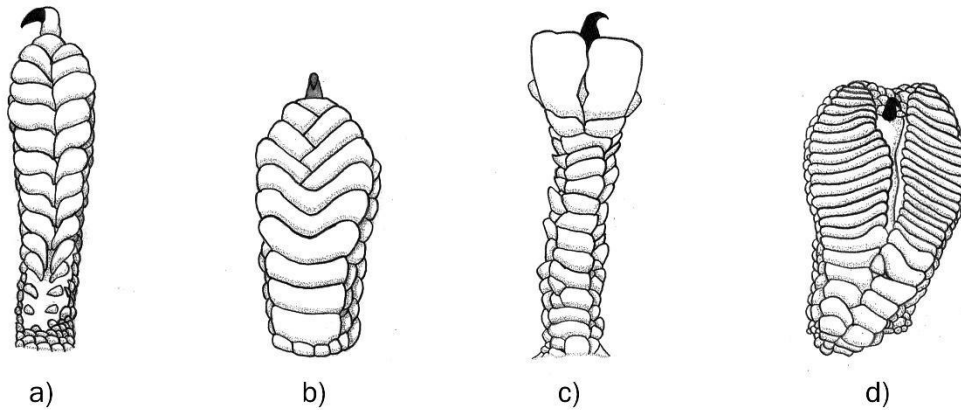


Figura 8. Estructura de los dedos de los geckos: a) *Hemydactylus*, b) *Lepidodactylus*, c) *Phyllodactylus* y d) *Thecadactylus* (Modificado de Savage, 2002).

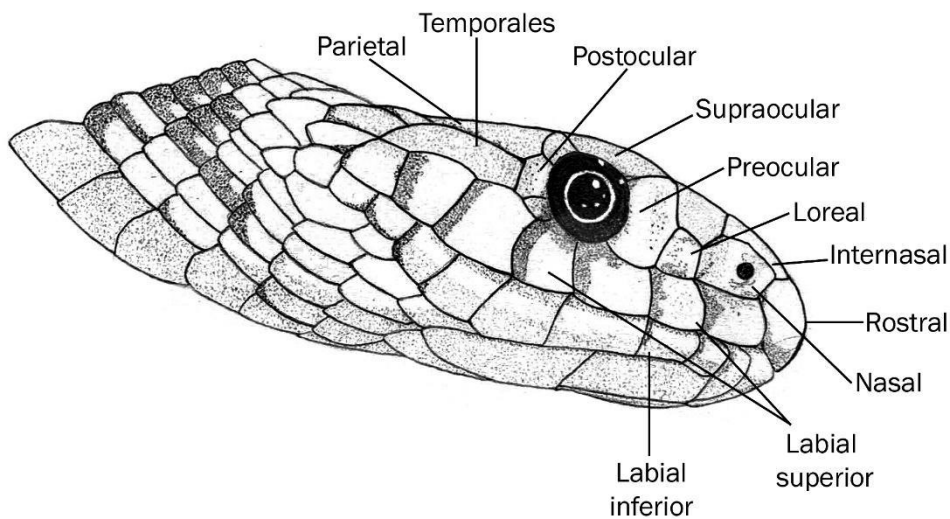


Figura 9. Escamas de la cabeza de una serpiente de la familia Colubridae (Modificado de Álvarez del Villar, 1977).

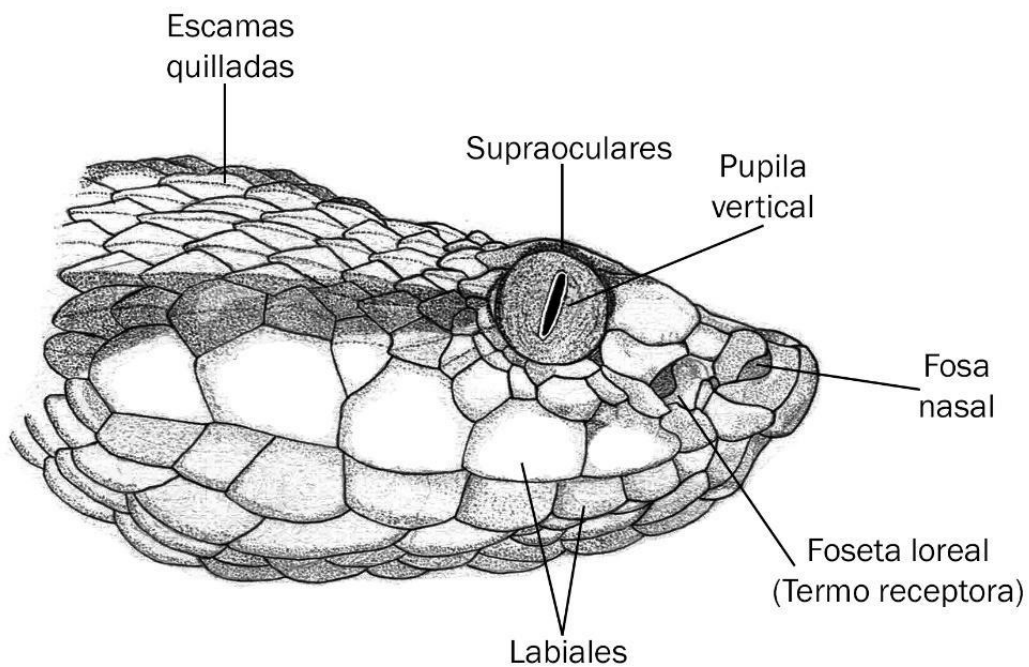


Figura 10. Vista lateral de una serpiente de la familia Viperidae (Modificado de Álvarez del Villar, 1977).

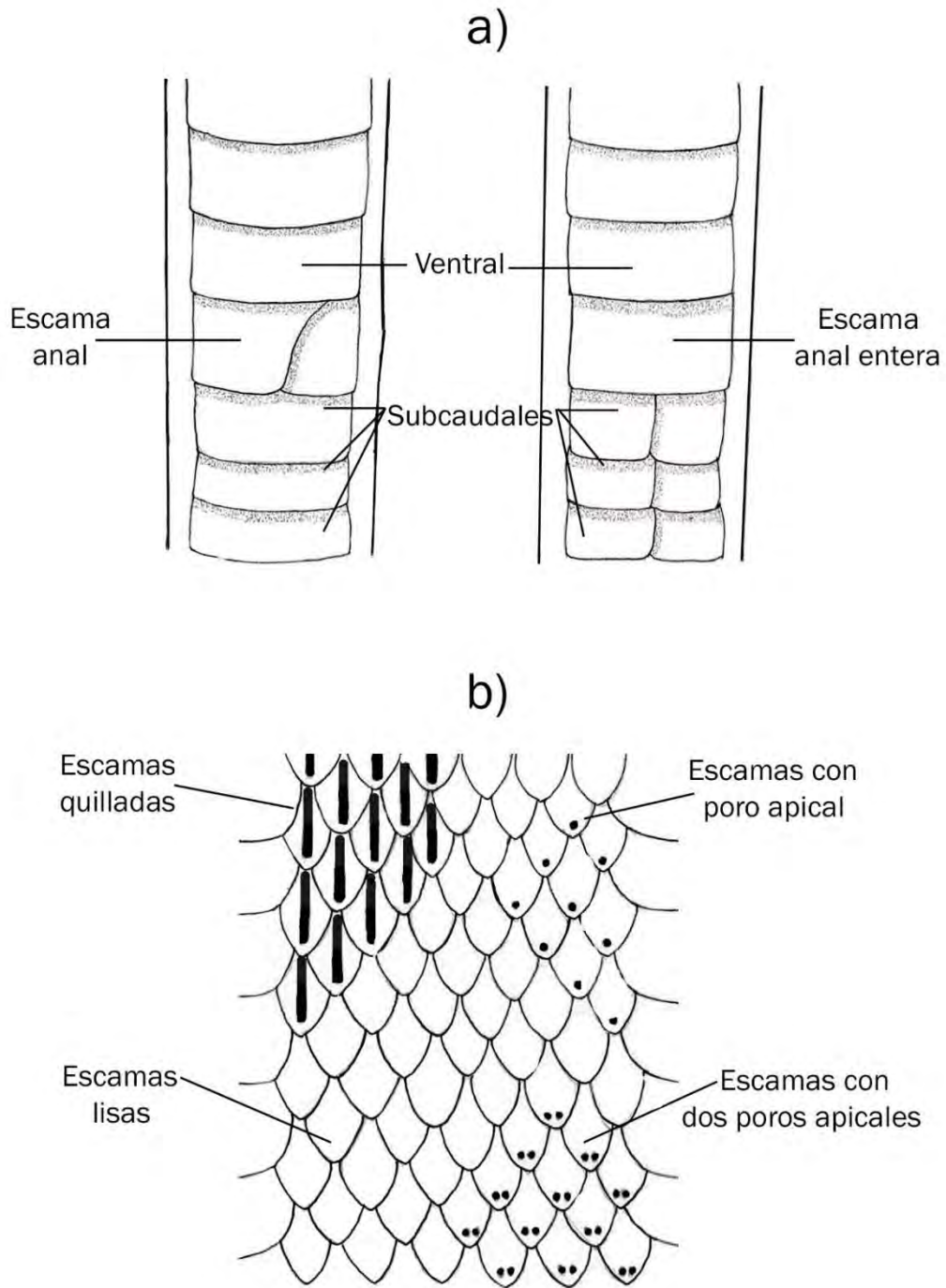


Figura 11. a) Vista de la escama o placa anal y escamas subcaudales en una serpiente y b) Vista dorsal con tipos de escamas en una serpiente (Modificado de Savage, 2002).

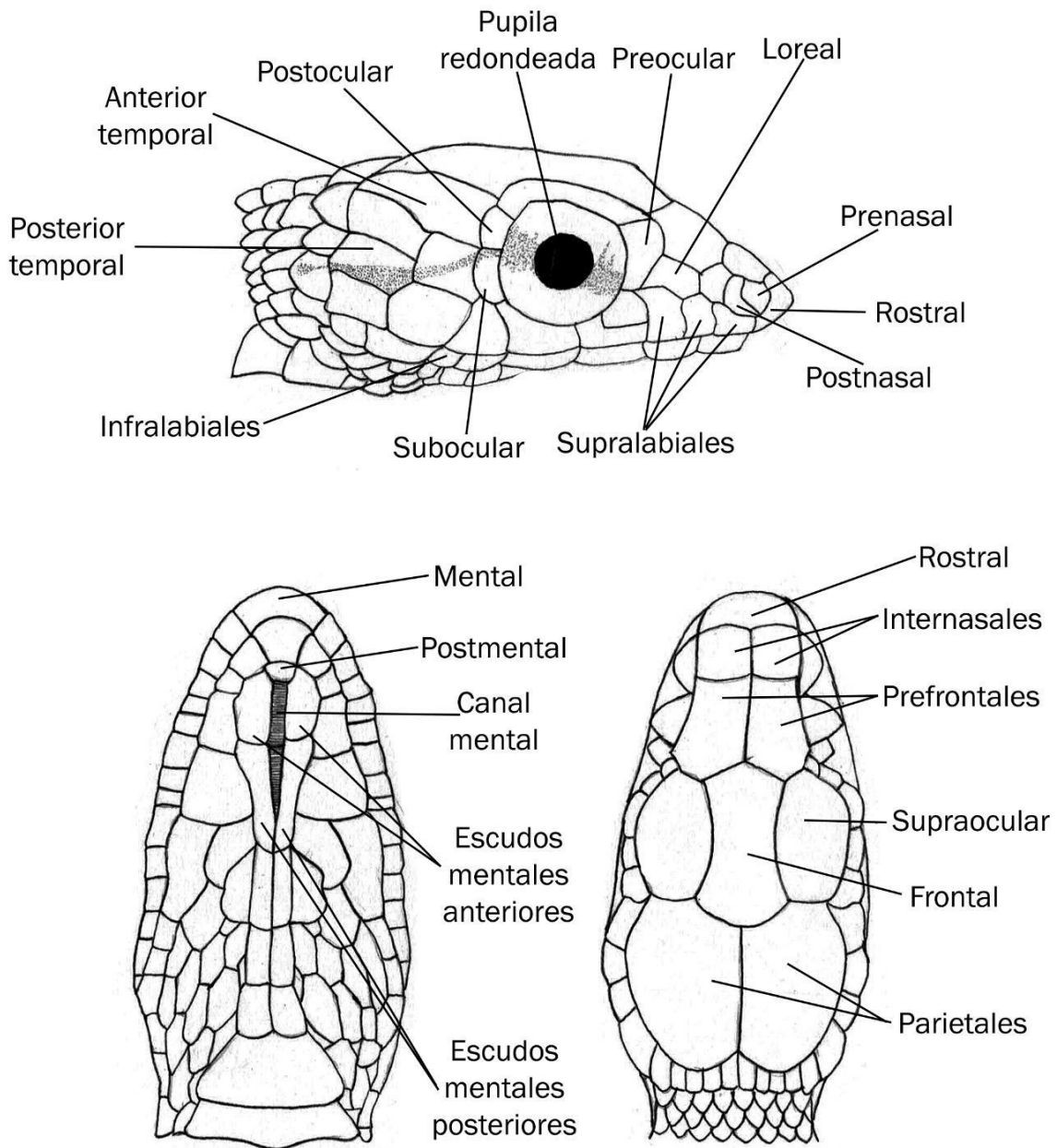


Figura 12. Escamas dorsales y ventrales de la cabeza de una serpiente de la familia Colubridae (Modificado de Savage, 2002).

CUESTIONARIO

1. Cita en orden de importancia las características anatómicas útiles en la identificación de cada uno de los grupos de reptiles.
2. ¿Cuáles son las características distintivas de las familias Alligatoridae, Gavialidae y Crocodylidae del orden Crocodylia?
3. ¿Cuáles son las características distintivas de las familias Colubridae y Viperidae del orden Squamata?
4. ¿Cuáles son las características distintivas de las familias Gekkonidae, Scincidae e Iguanidae del orden Squamata?
5. ¿Cuáles son las características distintivas de las familias Cheloniidae, Kinosternidae y Geoemydidae del orden Chelonia?
6. ¿Cuáles son las principales amenazas que enfrentan los reptiles en la actualidad?
7. Anota las estructuras características de cada uno de los órdenes y subórdenes de reptiles revisados.

Crocodylia	Squamata		Chelonia	Rhynchocephalia
	Lagartijas	Serpientes		

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para todos los grupos se deberán hacer esquemas de la anatomía externa y de las estructuras observadas e identificadas, para ello deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible, para la revisión de las estructuras internas solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

Álvarez del Villar, J. 1977. Los cordados: origen, evolución y hábitos de los vertebrados. México: Editorial Continental. 372 pp.

Grigg, G. 2015. Biology and evolution of crocodylians. Csiro Publishing. Cornell University Press, Ithaca y Londres. 649 pp.

Savage, J. M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. University of Chicago Press. 954 pp.

Vitt, J. L. y P. Caldwell. 2014. Herpetology, an introductory biology of amphibians and reptiles. Sam Noble Museum of Biology Department, University of Oklahoma, Norman Oklahoma. 757 pp.

PRÁCTICA 6

AVES

Las aves son animales bien conocidos debido a que son comunes, frecuentemente de actividad diurna y fáciles de observar. Todas las aves poseen plumas que recubren y aíslan el cuerpo haciendo posible la regulación de la temperatura y el vuelo. Las plumas son estructuras exclusivas de las aves y son fundamentales para el vuelo, conservación del calor corporal y comunicación intra e interespecífica. El colorido de las aves y su canto han llamado siempre la atención del ser humano y muchas especies tienen importancia ecológica, debido a que son polinizadoras y dispersoras de semillas. También son importantes económicamente ya que algunas son especies cinegéticas, muchas son buscadas por observadores de aves (turismo de naturaleza) y otras son de gran importancia en la alimentación del ser humano, como las especies domésticas.

Las aves son reptiles voladores que en su evolución cambiaron las escamas por plumas en la mayor parte de su cuerpo, aunque siguen presentes en ciertas estructuras, como es el caso de las patas. Forman parte del grupo de dinosaurios terópodos (orden Saurischia). Las aves presentan cráneo diápsido, son ovíparas y su huevo es de tipo amniota.

En el pico están comprendidas las mandíbulas superior e inferior y están revestidas de una capa córnea. En la mandíbula superior también se encuentran los nostrilos. En estos animales el pico adquiere funciones muy importantes, no solo relacionadas con la captura del alimento, sino también con la construcción del nido, defensa y limpieza del cuerpo, entre otras. De acuerdo a sus hábitos alimenticios el pico puede adoptar una diversidad de formas como curvo, convexo, corto, alargado y en forma cónica, entre otros.

El número, longitud y disposición de las plumas varía entre las especies. La mayoría de las aves presentan plumón en la parte interna cuya función es evitar la pérdida de calor del cuerpo. El plumaje lo mudan una o dos veces al año. En aves voladoras las alas suelen ser largas y con terminaciones puntiagudas, más cortas y redondeadas en aquellas que tienen menos agilidad para el vuelo.

Las patas pueden ser muy largas en ciertas especies, en otras en cambio, se reduce considerablemente su tamaño. Las patas están revestidas de escamas, también disponen de uñas y la posición de los dedos es variable: anisodactilia (tres dedos al frente y uno hacia atrás), zigodactilia (dos dedos en posición delantera y dos hacia atrás), heterodactilia (pata cuyo pie tiene dos dedos dirigidos hacia adelante [3 y 4] y hacia atrás los dedos 1 y 2), sindactilia (en los que existe fusión de dedos) y pamprodactilia (cuatro dedos al frente). Además, en las acuáticas los dedos de las patas están unidos por membranas, es decir, son palmeadas, semipalmeadas, totipalmeadas y lobuladas; las rapaces, en cambio, cuentan con fuertes garras. En algunas especies el dedo trasero se encuentra al mismo nivel que los otros tres (halux incumbente) o puede estar por encima de ellos (halux elevado).

La cola en las aves voladoras tiene como función principal servir de timón. En algunas aves es utilizada en sus rituales de cortejo. Puede presentar diferentes formas, por ejemplo, horquillada, redondeada, en forma de raqueta, elongada y acuminada, entre otras.

En la actualidad existen alrededor de 10,500 especies de aves en el mundo, para México se registran entre 1,123 y 1,150, cerca del 11% del total mundial (Navarro-Sigüenza et al., 1995).

Para Michoacán se han listado 562 especies, de las cuales cinco son introducidas. La Clase Aves cuenta actualmente con 29 órdenes a nivel mundial de los cuales 26 se presentan en México. El orden **Passeriformes** es el más diverso a nivel global con 5,500 especies y en México también es el más numeroso con 531 (AOU, 2020; Villaseñor y Villaseñor, 2020).

OBJETIVOS

- Reconocer las características de la anatomía externa de las aves.
- Identificar los diferentes caracteres taxonómicos más importantes para la determinación de las diversas especies de este grupo.

MATERIAL

- Ejemplares biológicos conservados en taxidermia
- Claves de identificación
- Guías de identificación de campo
- Charola de disección
- Microscopio estereoscópico

MÉTODOS

- Colocar los ejemplares en una charola y manejarlos con cuidado.
- Reconocer las características anatómicas importantes en la taxonomía de aves: patrón de coloración, tipos de plumas, patas y picos, entre otras.
- Con la ayuda de claves dicotómicas, esquemas, fotografías, guías de identificación de campo y el microscopio estereoscópico, determinar al menor nivel taxonómico posible cada organismo.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

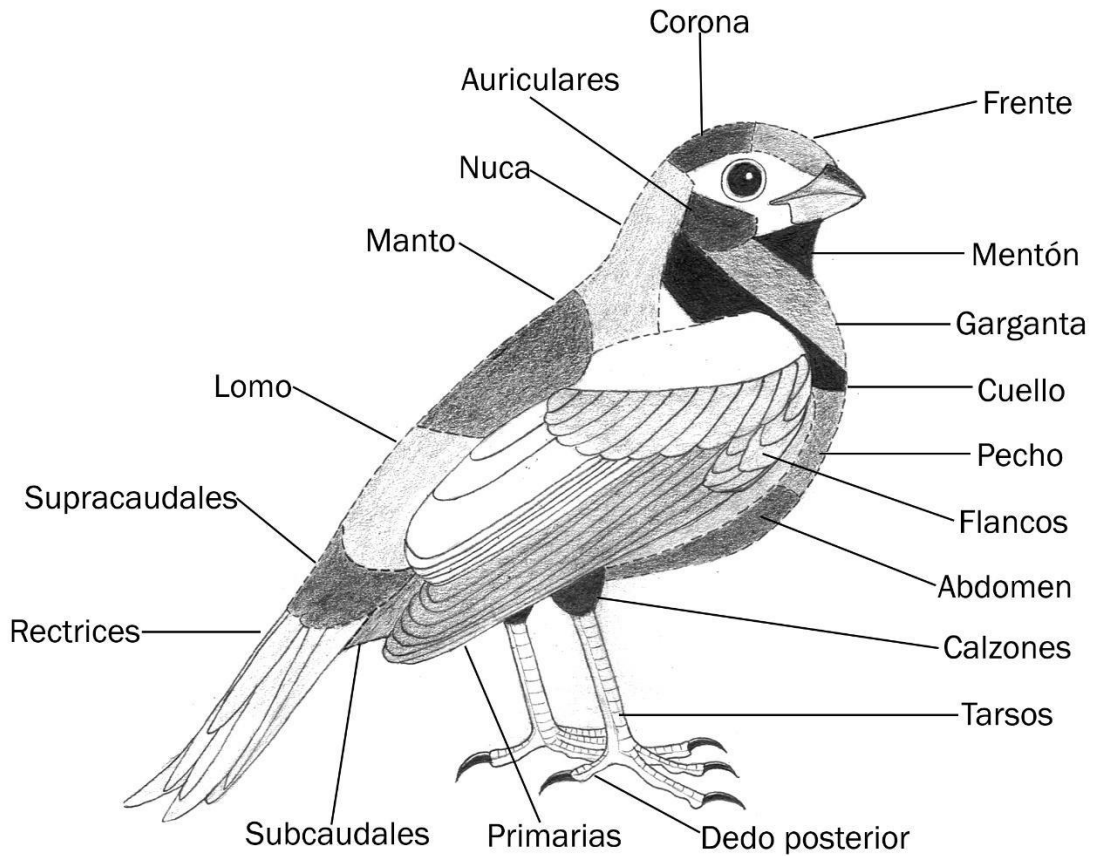


Figura 1. Características generales usadas en la taxonomía de las aves (Modificado de Bernal-Hernández y Barrera-Cataño, 2018).

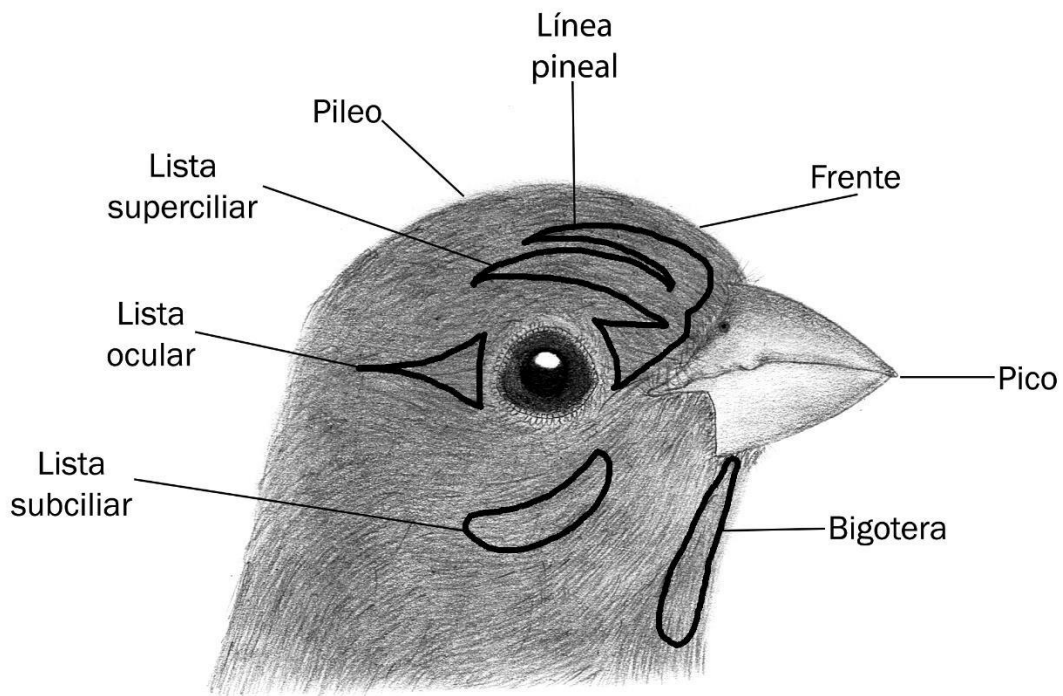


Figura 2. Vista detallada de la cabeza de un ave (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

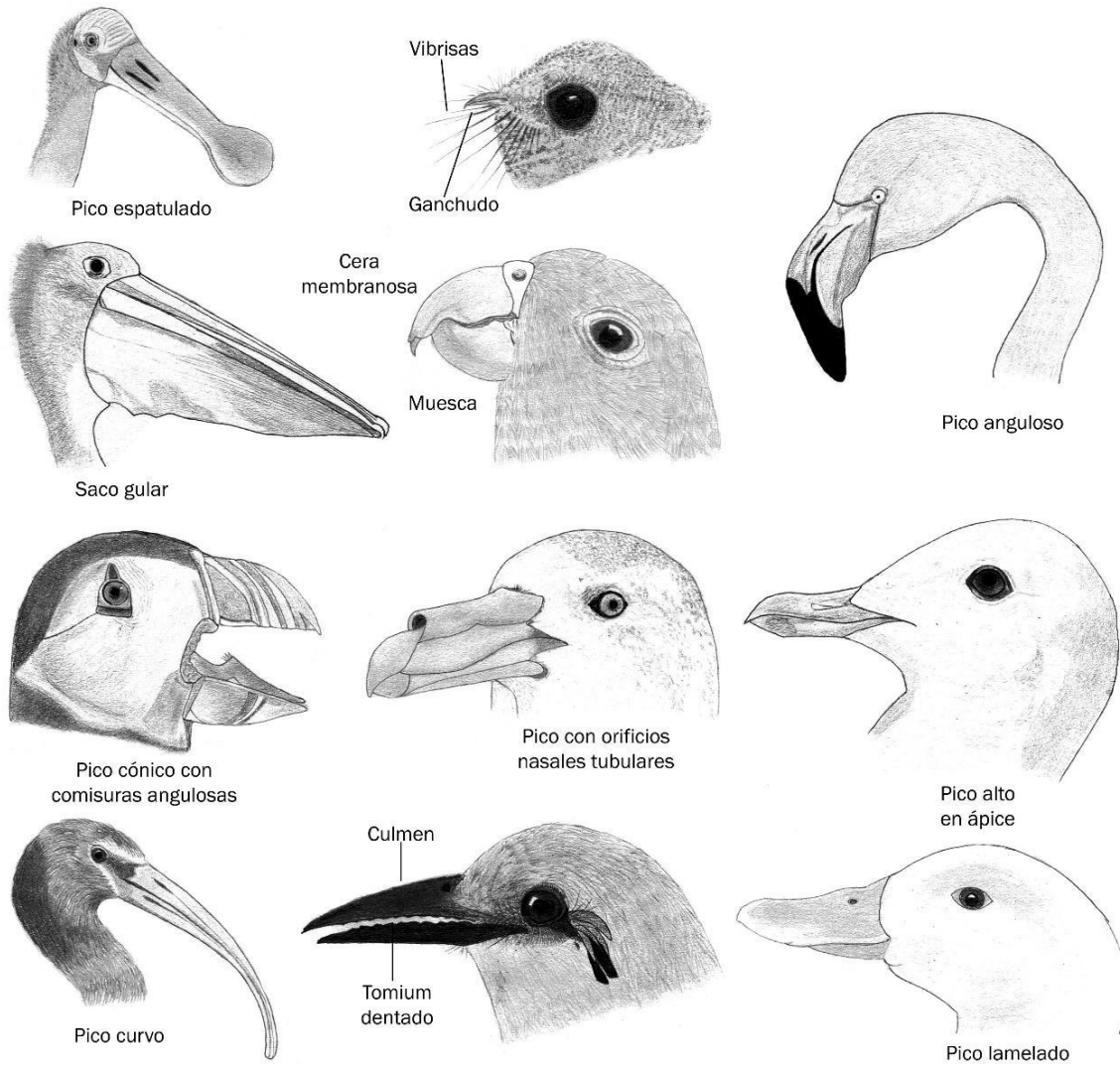


Figura 3a. Diversidad de picos en las aves (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

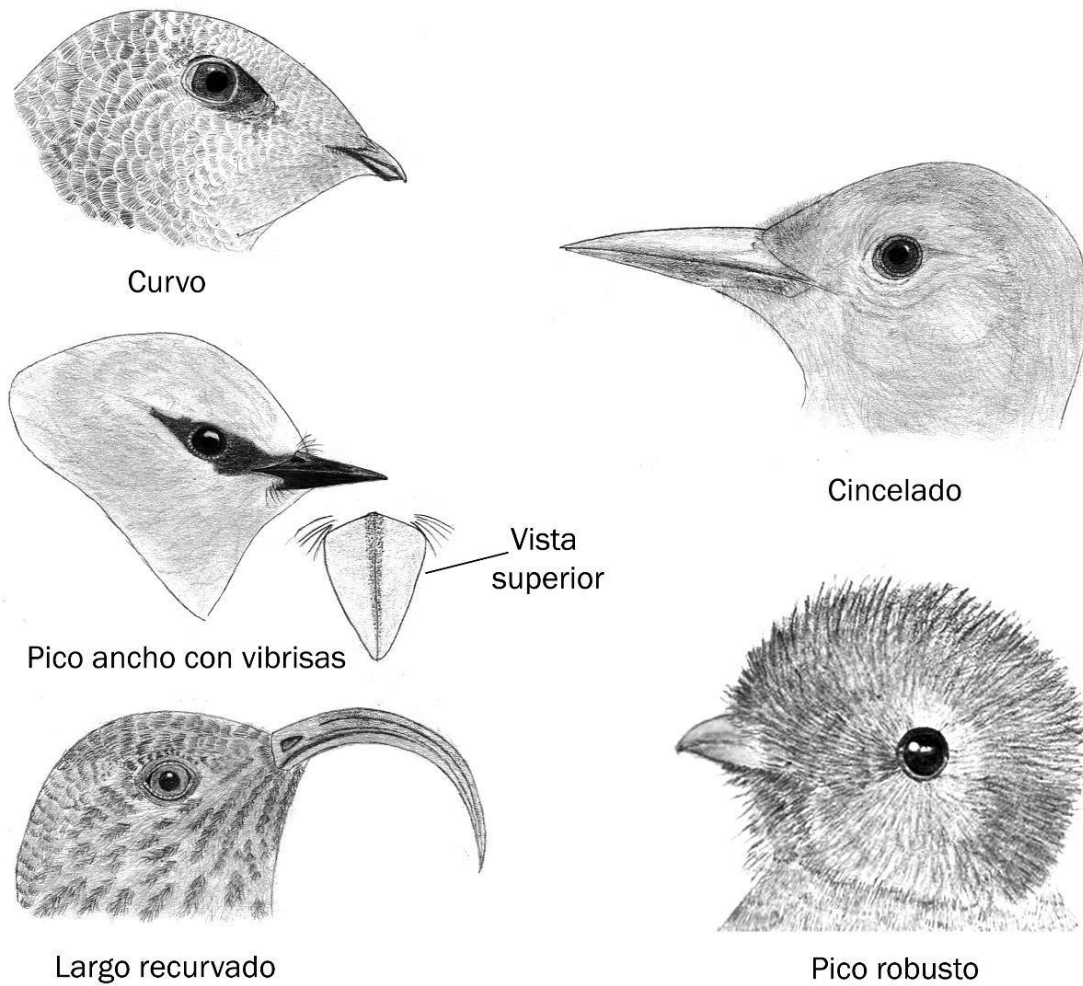
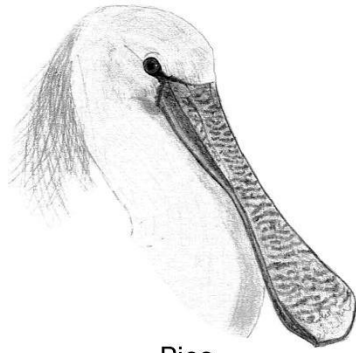
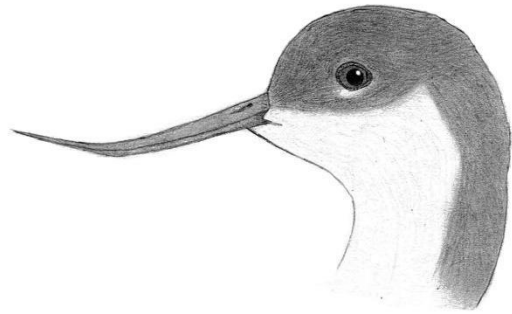


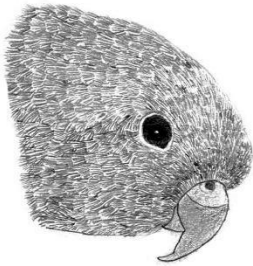
Figura 3b. Diversidad de picos en las aves (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).



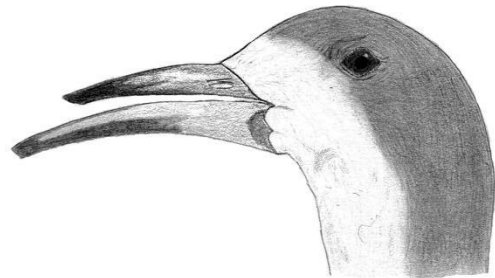
Pico
espatulado



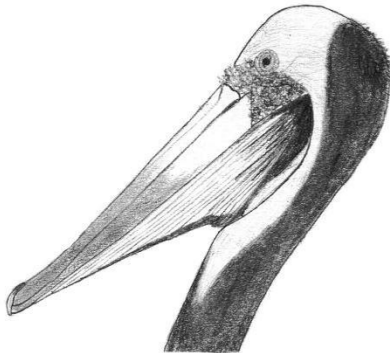
Pico delgado
e
incurvado



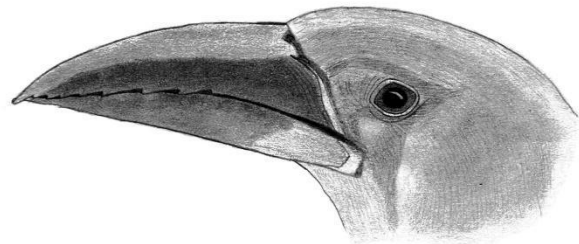
Pico curvo



Pico cincelado



Pico recto con
saco gular



Pico alto

Figura 3c. Diversidad de picos en las aves (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

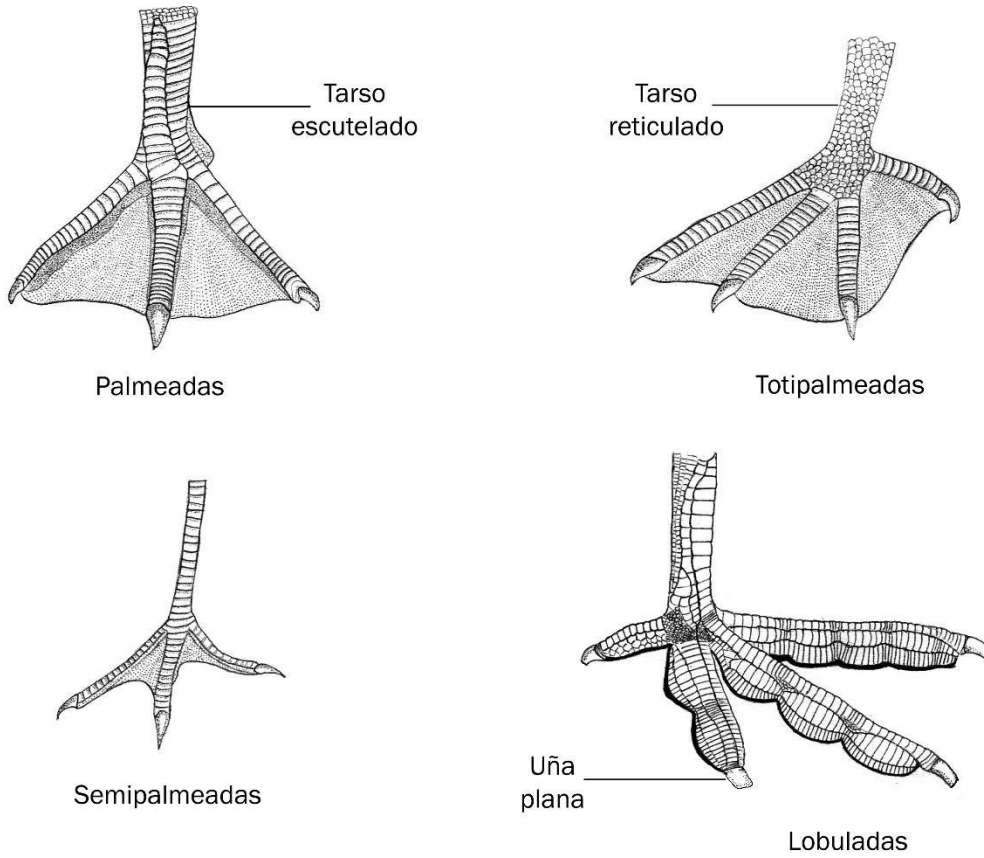


Figura 4. Tipos de patas en las aves acuáticas (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

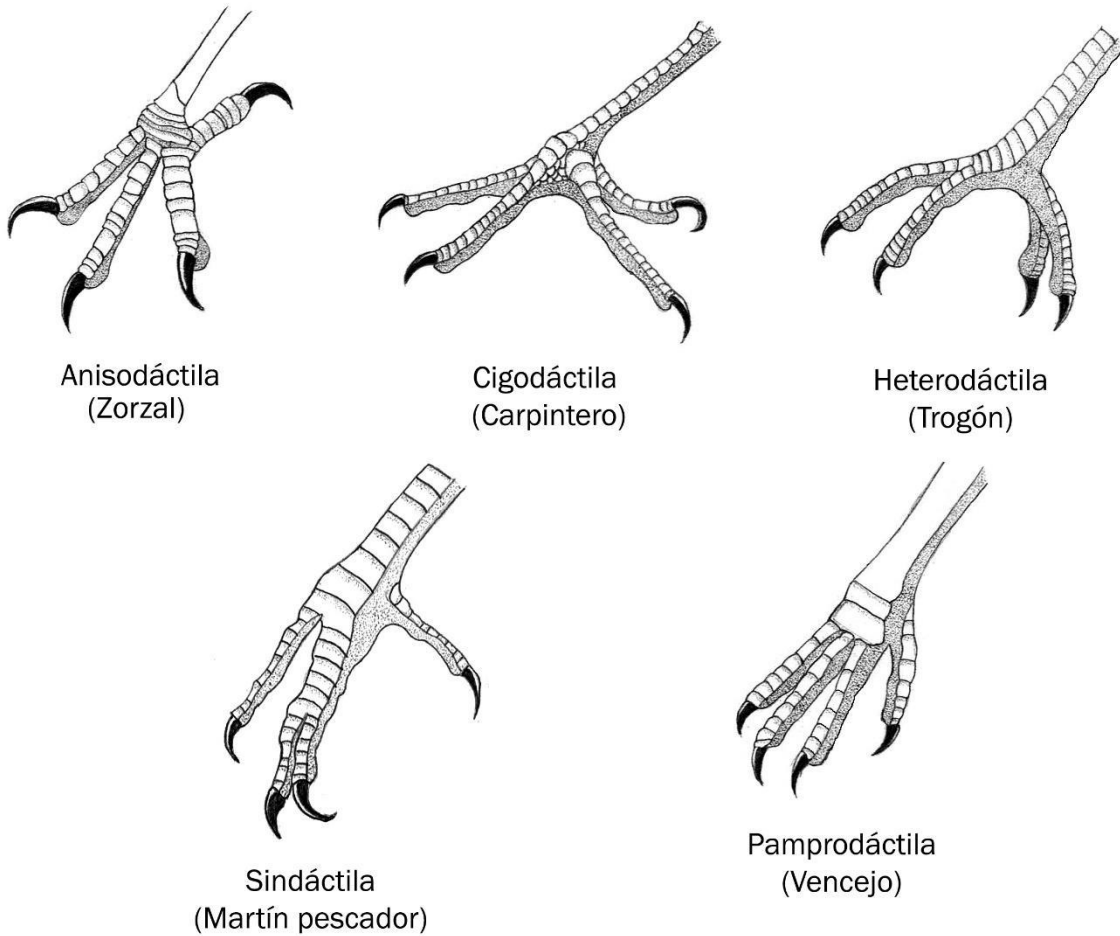


Figura 5. Tipos de patas y posición de los dedos en las aves (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

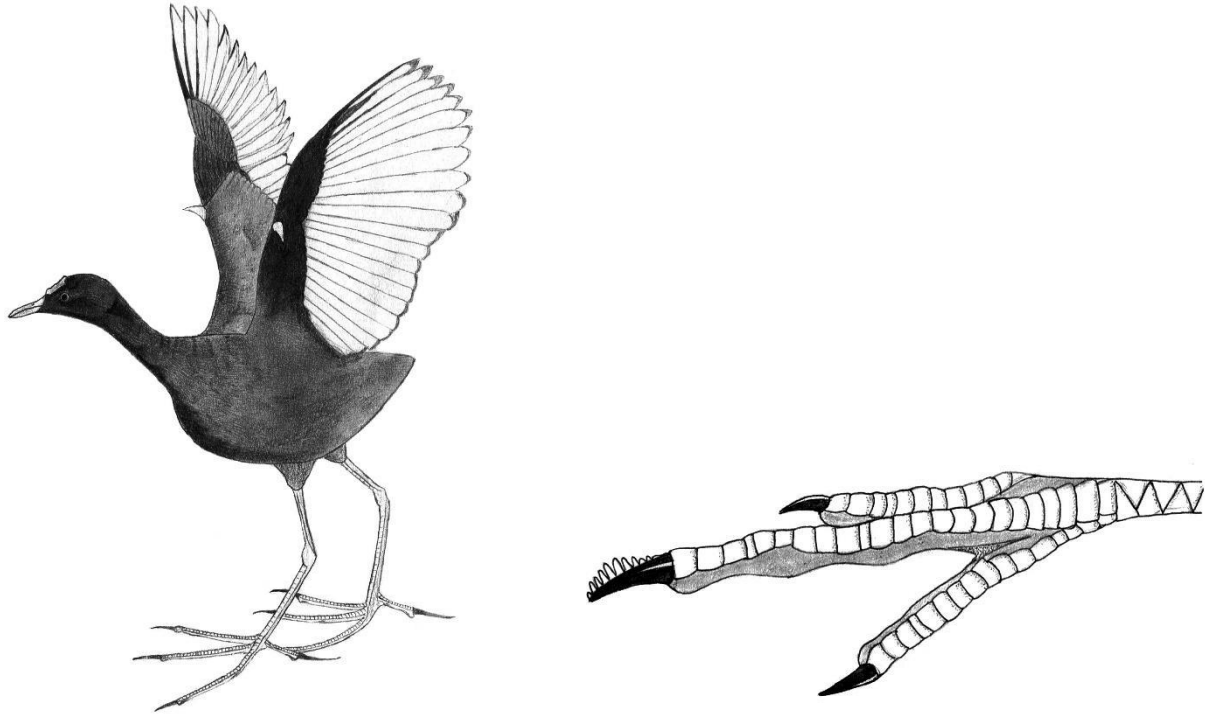


Figura 6. Estructuras accesorias: espolón metacarpal y uña pectinada (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

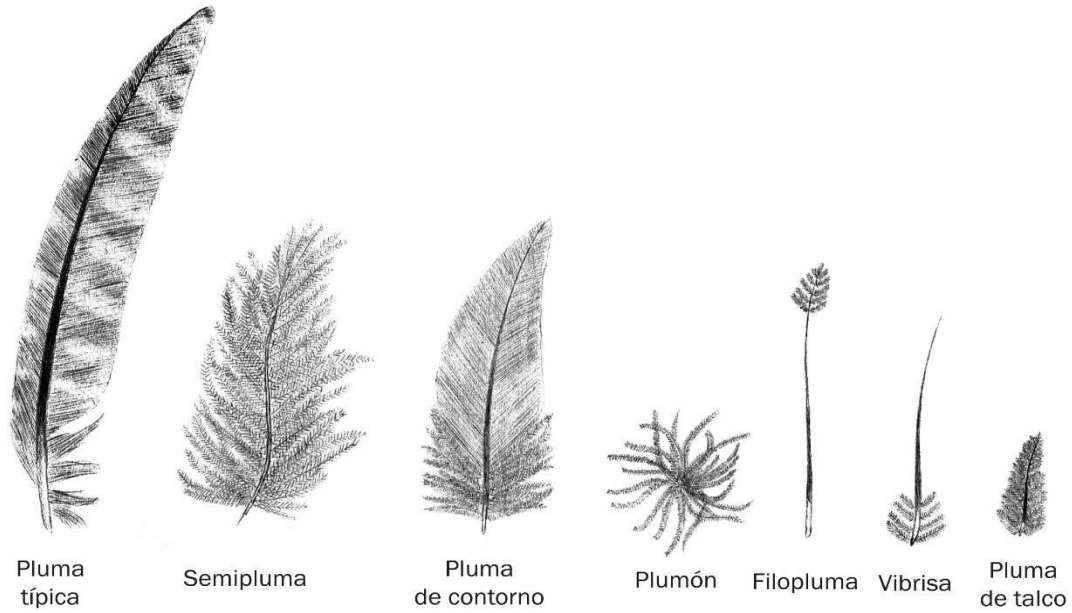


Figura 7. Tipos de plumas (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

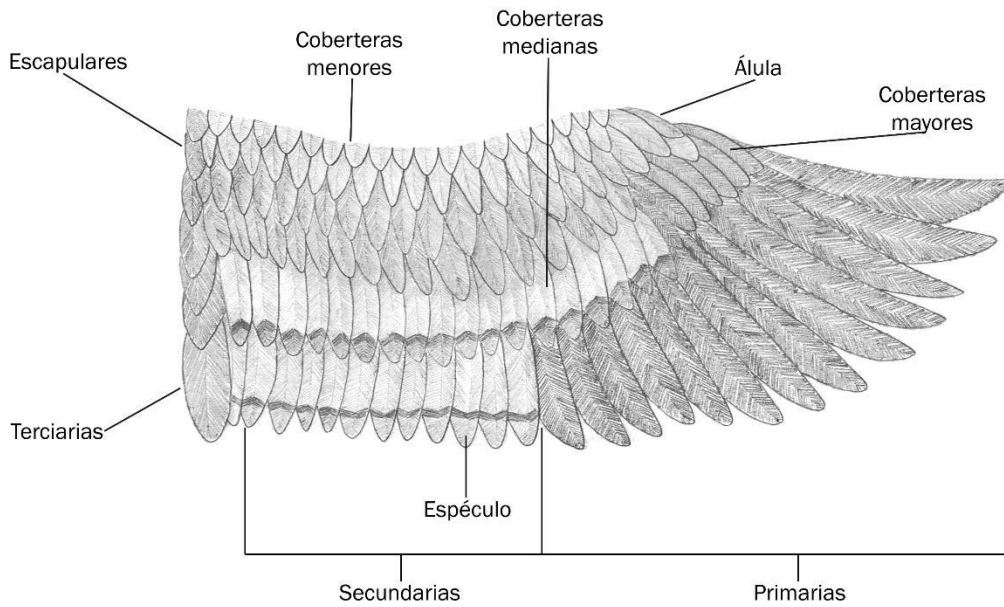


Figura 8. Estructura de un ala (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

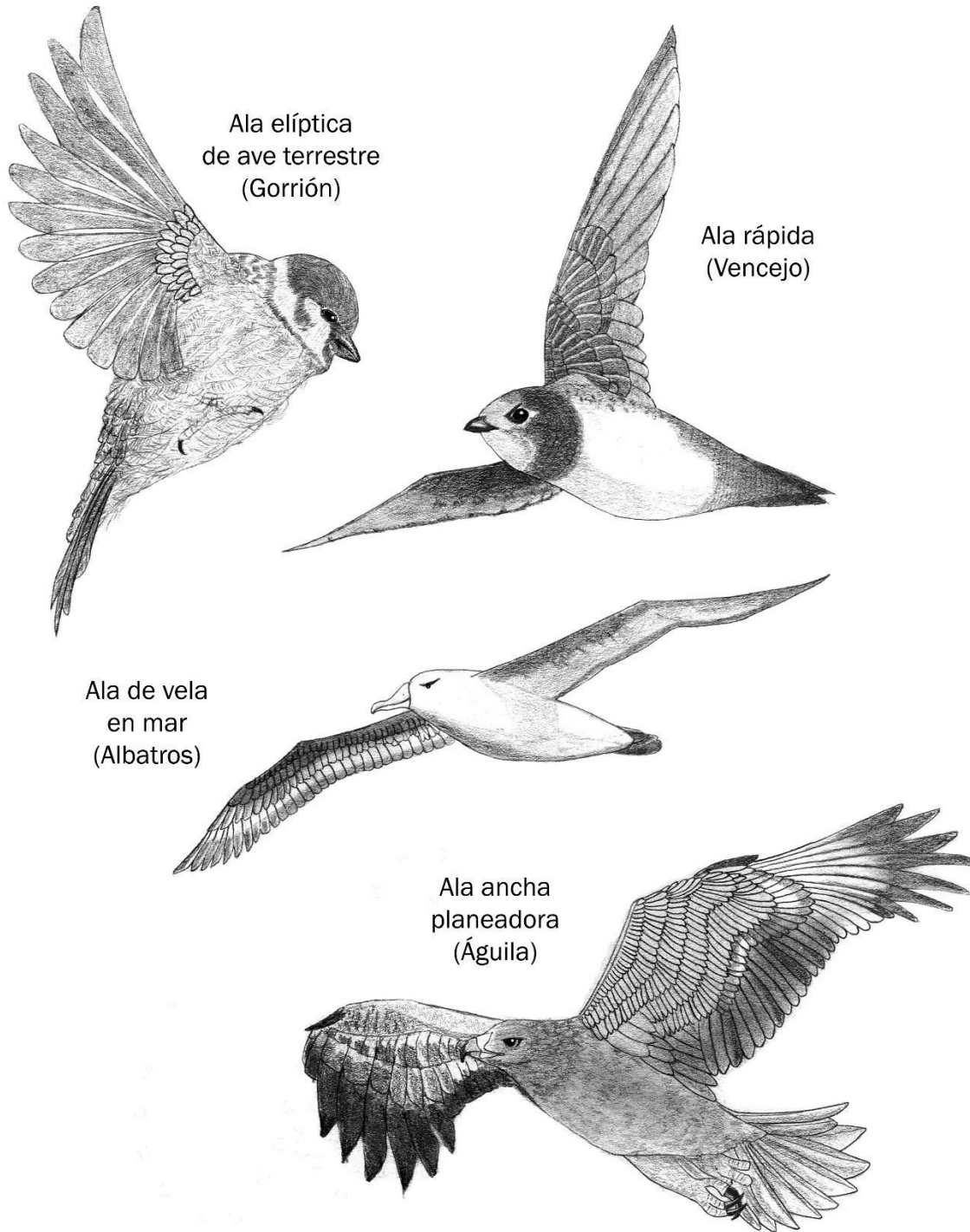


Figura 9. Tipos de alas (Modificado de Navarro y Benítez, 1995).

CUESTIONARIO

1. ¿Cuántos y cuáles tipos de plumas puedes reconocer en los ejemplares revisados?
2. De los tipos de patas presentes en los ejemplares revisados ¿cuál es el más común y el menos frecuente?
3. ¿Cuántas formas de picos identificaste?
4. ¿En algún espécimen de los revisados se observa muda de plumaje, cómo se reconoce y qué indica esta situación?
5. ¿Qué caracteres indican dimorfismo sexual en los ejemplares observados?
6. De los ejemplares revisados, investiga la función de la coloración que presentan.
7. ¿Cuáles son las principales amenazas que enfrentan las aves en la actualidad?
8. Anota en el cuadro las estructuras características de cada uno de los ejemplares identificados. Describe con base en el tipo de pico, patas y dieta, cuál es su modo de vida.

Taxón	Tipo de pata	Tipo de pico	Tipo de dieta	Modo de vida

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para los ejemplares observados se deberán hacer esquemas de las características distintivas y de las estructuras observadas e identificadas, para ello deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible, para la revisión de las estructuras solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

- AOU, American Ornithologists' Union. (2020, 1 de junio). Checklist of North American Birds. 7a. Edition. Allen Press, Inc. Lawrence Kansas, USA. Recuperado de: <https://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?region=MX>.
- Bernal-Hernández, H. A. y Barrera-Cataño, J. I. (2018). Catálogo de Aves del Parque Forestal Embalse del Neusa. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)–Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
- Navarro, A. y H. Benítez. 1995. El Dominio del Aire. Serie La ciencia desde México. No. 138. Fondo de Cultura Económica. México. 211 pp.
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M.F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A.T., Berlanga-García y H. and Sánchez-González, L.A. 2014. Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad, 476-495.
- Villaseñor G., J. F. y L. E. Villaseñor G. 2000. Aves. En: SEDUE-UMSNH. Catálogo de la Biodiversidad en Michoacán. Gobierno del Estado-SEDUE y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Primera Impresión. 390 pp.

PRÁCTICA 7

MAMÍFEROS

Los integrantes de la Clase Mammalia mejor conocidos como mamíferos, la cual está integrada por organismos que típicamente presentan pelo, glándulas mamarias, difiodoncia, heterodoncia y un marcado desarrollo de la neocorteza cerebral. El pelo tiene la función de conservar el calor corporal, de protección mecánica contra lesiones, comunicación intra e interespecífica y además puede presentar funciones sensoriales. Típicamente se distinguen dos tipos de pelo en el pelaje, borra (pelos densos y suaves con función aislante) y jarra (pelos rígidos y largos, que protegen contra el desgaste y dan la coloración externa).

El pelo crece continuamente por una rápida proliferación de células del folículo, a medida que el tallo del pelo es empujado hacia arriba, hay nuevas células que quedan privadas de su fuente de alimento y mueren, convirtiéndose en el mismo tipo denso de proteína fibrosa, la queratina, que también constituye las garras, las uñas, las pezuñas y los cuernos, conocidas como faneras que son estructuras complementarias y visibles sobre la piel o que sobresalen de ella. Las faneras y la piel, constituyen el sistema tegumentario (Mancina y Borroto-Páez, 2011).

El pelo se pierde periódicamente en un proceso llamado muda. Esta puede ocurrir en ciertos periodos del año, durante los cuales se reemplazan todos los pelos. Frecuentemente las mudas estacionales incluyen cambios marcados de coloración. La mayoría de las especies tienen un pelaje juvenil, pasando también por un pelaje intermedio (subadulto) antes de alcanzar la forma adulta.

Las glándulas mamarias están presentes en ambos sexos y en las hembras alcanzan un notorio desarrollo. Las glándulas aumentan de tamaño con la madurez y crecen durante el embarazo. La leche sale de las mamas a través del pezón y en monotremas las mamas carecen de pezones (la cría lame la leche directamente de unos poros distribuidos por la región abdominal). Adicionalmente, los mamíferos presentan otros tipos de glándulas tegumentarias como las sudoríparas, odoríferas y sebáceas (Hickman, 2009).

La dentición difiodonta se caracteriza por la presencia de dos juegos de dientes sucesivos (diente de leche y dientes definitivos), la heterodoncia se caracteriza por la presencia de diferentes tipos de dientes (por ejemplo, incisivos, caninos, premolares y molares). Ecológicamente los mamíferos son importantes debido a sus interacciones y funciones tales como polinización, dispersión de semillas y regulación de poblaciones, entre otras. Para los seres humanos son fuente de alimento, vestido, transporte, compañía y turismo de naturaleza. Muchas especies son de gran utilidad por su semejanza fisiológica y bioquímica con el humano, por lo cual han sido básicas para avances en la salud y bienestar humano.

Los mamíferos pertenecen a dos subclases, **Prototheria** y **Theria**. Esta última se divide en las infraclases Metatheria (también llamada Marsupialia) y Eutheria. Entre los mamíferos actuales, solo los monotremas son ovíparos (Prototheria). La principal diferencia entre Metatherios y Eutherios es el tiempo de desarrollo embrionario dentro de la madre. Los metaterios conocidos como marsupiales, se caracterizan por presentar un corto desarrollo embrionario en el útero y completarlo dentro de la bolsa marsupial o marsupio. Los euterios también llamados placentarios, se caracterizan por presentar una placenta que nutre al embrión durante todo su desarrollo dentro del útero (Buencuerpo et al., 2016).

Todos los mamíferos presentan cuatro extremidades. En los acuáticos las extremidades están modificadas a manera de aletas y los mamíferos voladores como los murciélagos, poseen membranas en sus extremidades anteriores para el vuelo. En las formas terrestres las extremidades están adaptadas para correr, trepar, cazar, excavar, saltar y planear.

En general los mamíferos presentan miembros pentadáctilos. De acuerdo a la forma en que las patas se apoyan para su desplazamiento, en las formas terrestres se distinguen: 1) los plantígrados (animales que apoyan toda la superficie de la palma de la mano y la planta del pie), 2) los digitígrados (animales que se apoyan sobre los dedos) y 3) los ungulígrados (animales que apoyan el extremo de los dedos revestidos de una pezuña). Dentro de los ungulígrados se encuentran los artiodáctilos cuya pezuña está constituida

por dos o cuatro dedos y de estos al menos dos se apoyan en el suelo (por ejemplo, pecarí y venado), los perisodáctilos que presentan un número impar de dedos y el de en medio es el que sirve de apoyo y está más desarrollado (por ejemplo, tapir y asno) (Buencuerpo et al., 2016).

Los mamíferos presentan un cráneo sinápsido y aparecen en el Periodo Triásico de la Era Mesozoica. Hasta el 2023, en el mundo se conocen alrededor de 6,500 especies agrupadas en 27 órdenes (ASM, 2023). En México se han registrado alrededor de 560 especies, representadas en 14 órdenes y en Michoacán 163 especies en 9 órdenes. México ocupa actualmente el tercer lugar en diversidad de mastofauna a nivel global (Monterrubio-Rico et al., 2019).

OBJETIVOS

1. Reconocer las principales características anatómicas utilizadas en la determinación taxonómica de los mamíferos.
2. Identificar y registrar diferentes fórmulas dentarias, tipos de pelo y especies de mamíferos.

MATERIALES

- Pieles de mamíferos
- Ejemplares preservados en taxidermia
- Cráneos de diversas especies de mamíferos
- Imágenes de fototrampeo
- Portaobjetos
- Esmalte para uñas transparente
- Regla o cinta métrica
- Microscopio compuesto
- Claves para identificación de mamíferos

MÉTODOS

- Colocar los ejemplares en una charola y manejarlos con cuidado.
- Identificar las características externas distintivas de cada orden (tipo de planta de pie, faneras, patrón de coloración, entre otras).
- Registrar para cada ejemplar las medidas básicas:

LT. Largo total, desde el extremo del hocico hasta el extremo de la cola.

LC. Largo de la cola, sin contar pelos sobresalientes, si es que los hubiera.

LP. Largo de la pata posterior, desde el talón hasta la punta del dedo sin tomar en cuenta la uña.

LO. Largo de la oreja, desde su base hasta la punta, por la cara anterior.

AB. Largo del antebrazo (solo en murciélagos), desde el codo hasta la base del pulgar.

CR. Largo del cráneo (se indica únicamente en aquellas especies donde su medición sea importante para la identificación).

Estas medidas deben anotarse en milímetros y registrarse tanto en la etiqueta de campo como en la de colección científica.

Elaboración de negativos de las escamas de la superficie de los pelos

Tomar una muestra de pelo de cada uno de los especímenes disponibles para:

- Observar las diferencias de pelo de las distintas áreas del cuerpo del espécimen.
- Para elaborar un negativo de las escamas se toman cuatro pelos del mismo ejemplar, se colocan los pelos transversalmente sobre un portaobjetos, al que previamente se le debe aplicar una capa delgada de esmalte transparente. Dejar transcurrir un minuto y retirar tres de los cuatro pelos dejando solamente el más cercano a la etiqueta que contiene los datos correspondientes. Observar el negativo impreso en el portaobjetos.

- Para identificar el patrón de escamación, el pelo que se mantiene en el portaobjetos sirve como referencia para saber a qué especie pertenece el ejemplar.
- Con ayuda del microscopio compuesto hacer esquemas del patrón de escamación de los pelos observados y compararlos con los pelos de las otras especies. Enlistar las diferencias encontradas.

Fórmula dentaria

Para reconocer la heterodoncia de los mamíferos, revisar la mandíbula superior e inferior identificando los diferentes tipos de dientes. La dentadura es un carácter morfológico que se utiliza para identificar a las especies de mamíferos, por lo que deberá determinarse la fórmula dentaria de los ejemplares analizados. La fórmula dentaria es una serie de quebrados en la que cada uno de ellos representa un tipo de diente: en el numerador se indica la cantidad de piezas de ese tipo que hay en un semiarco maxilar; y en el denominador, la correspondiente al semiarco mandibular del mismo lado. De esta manera, la cantidad total de dientes de un tipo determinado será el resultado de multiplicar por dos la suma de la cantidad del numerador y la del denominador. Por ejemplo, en la dentición humana, que en total está compuesta por 8 incisivos (I), 4 caninos (C), 8 premolares (Pm) y 12 molares (M); al considerar sólo un semiarco maxilar y un semiarco mandibular, se obtiene: $I:\frac{2}{2}; C:\frac{1}{1}; PM:\frac{2}{2}; M:\frac{3}{3}; \times 2 = 32$. En ausencia de alguna pieza dentaria se pone 0/0 (Buencuerpo et al., 2016).

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS








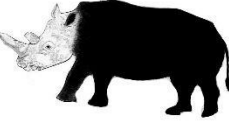




Orden		Ejemplos	Orden		Ejemplos
Rodentia		Ratas, ratones, ardillas, jufías	Cingulata		Armadillos
Chiroptera		Murciélagos	Pilosa		Osos hormigueros y perezosos
Eulipotyphla		Musarañas, topos, almiquies	Monotremata		Ornitorrinco y equidnas
Primates		Monos, gorilas, hombre	Perissodactyla		Caballos, rinocerontes, tapires
Carnivora		Perros, gatos, leones, tigres, zorros	Diprotodontia		Canguros
Artiodactyla		Vacas, chivos, venados, antilopes			
Lagomorpha		Conejos y liebres			

Figura 1. Algunos de los órdenes más conocidos de la Clase Mammalia y ejemplos con nombres comunes (Modificado de Mancina y Borroto-Páez, 2011).

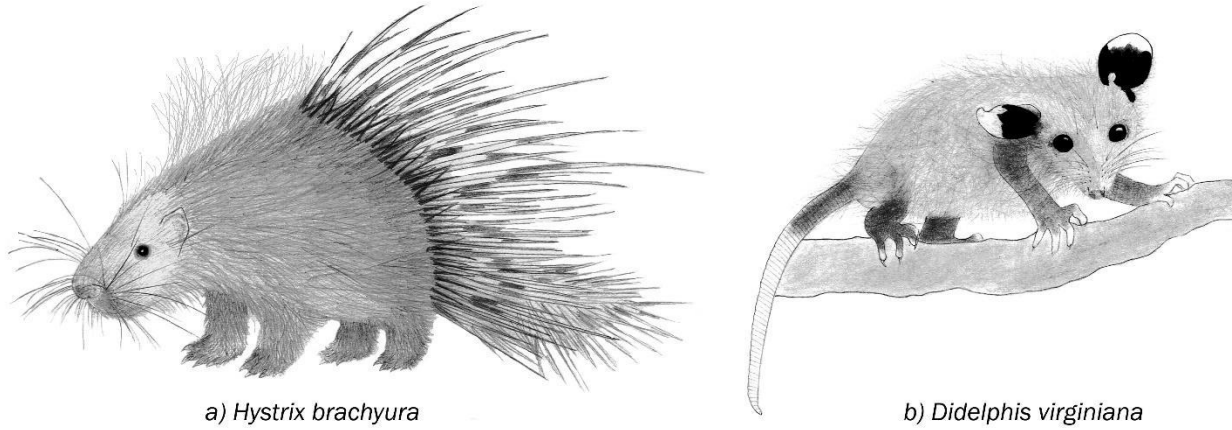


Figura 2. Dos tipos de pelo: a) jarra (pelos rígidos y largos, que protegen contra el desgaste y dan la coloración externa) y b) borra (pelos densos y suaves con función aislante) (Modificado de Whitfield, 1995).

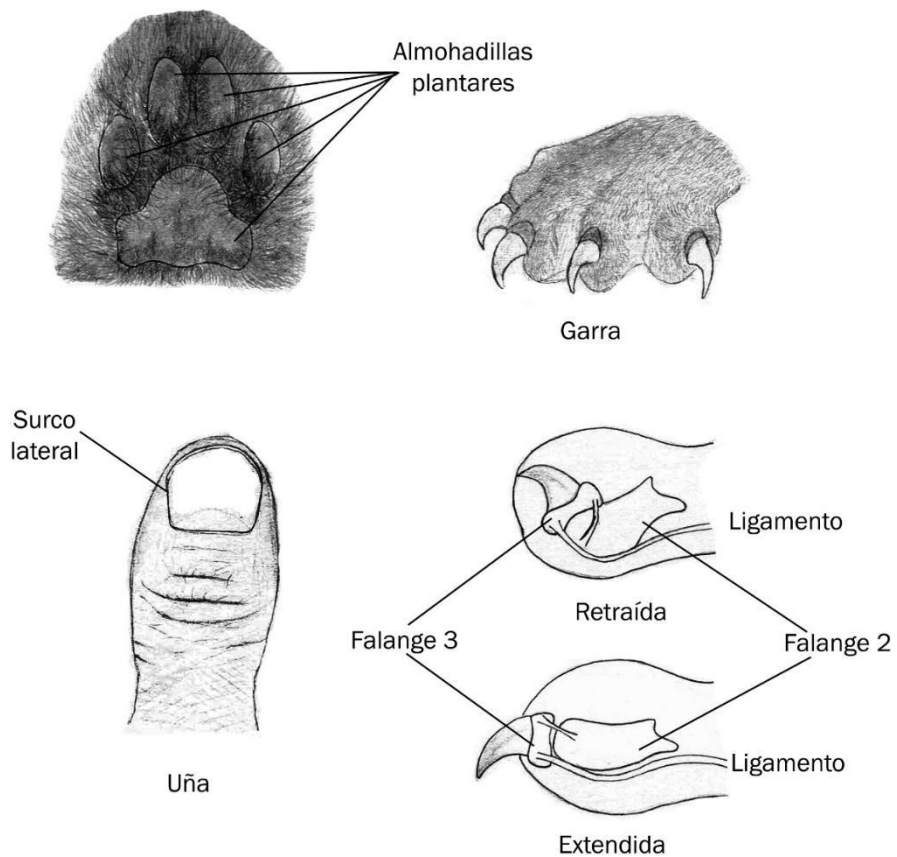


Figura 3. Faneras del extremo de los dedos de los mamíferos (Modificado de Buencuerpo et al., 2016).

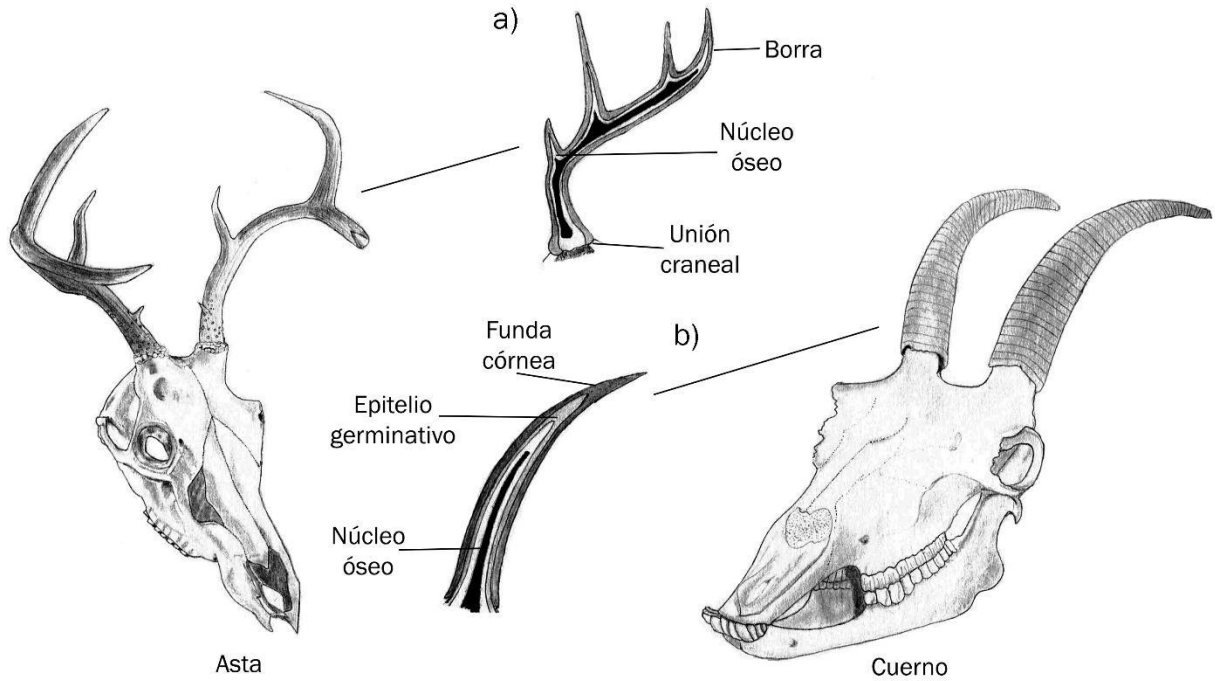


Figura 4. Diferencias entre cuerno y asta: a) Cervidae (venado) y b) Bovidae (borrego) (Modificado de Buencuerpo et al., 2016).

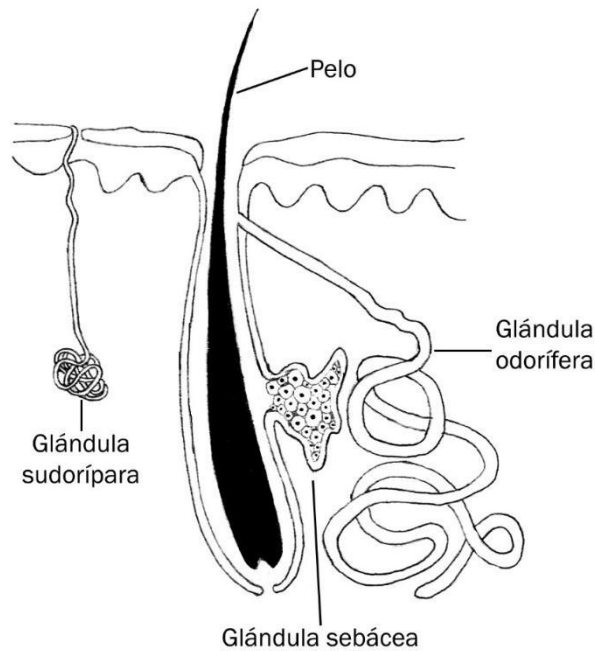


Figura 5. Tipos de glándulas asociadas al pelo en mamíferos (Modificado de Buencuerpo et al., 2016).

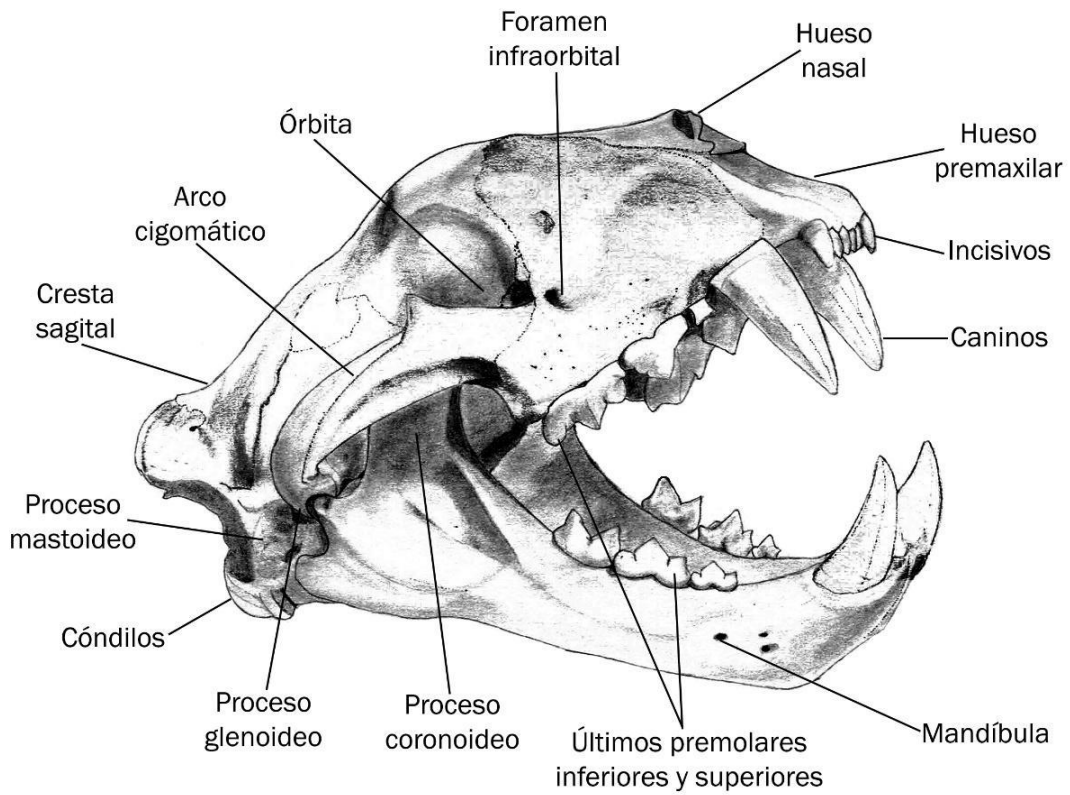


Figura 6. Estructura del cráneo de un mamífero carnívoro (Saldivia et al., 2020).

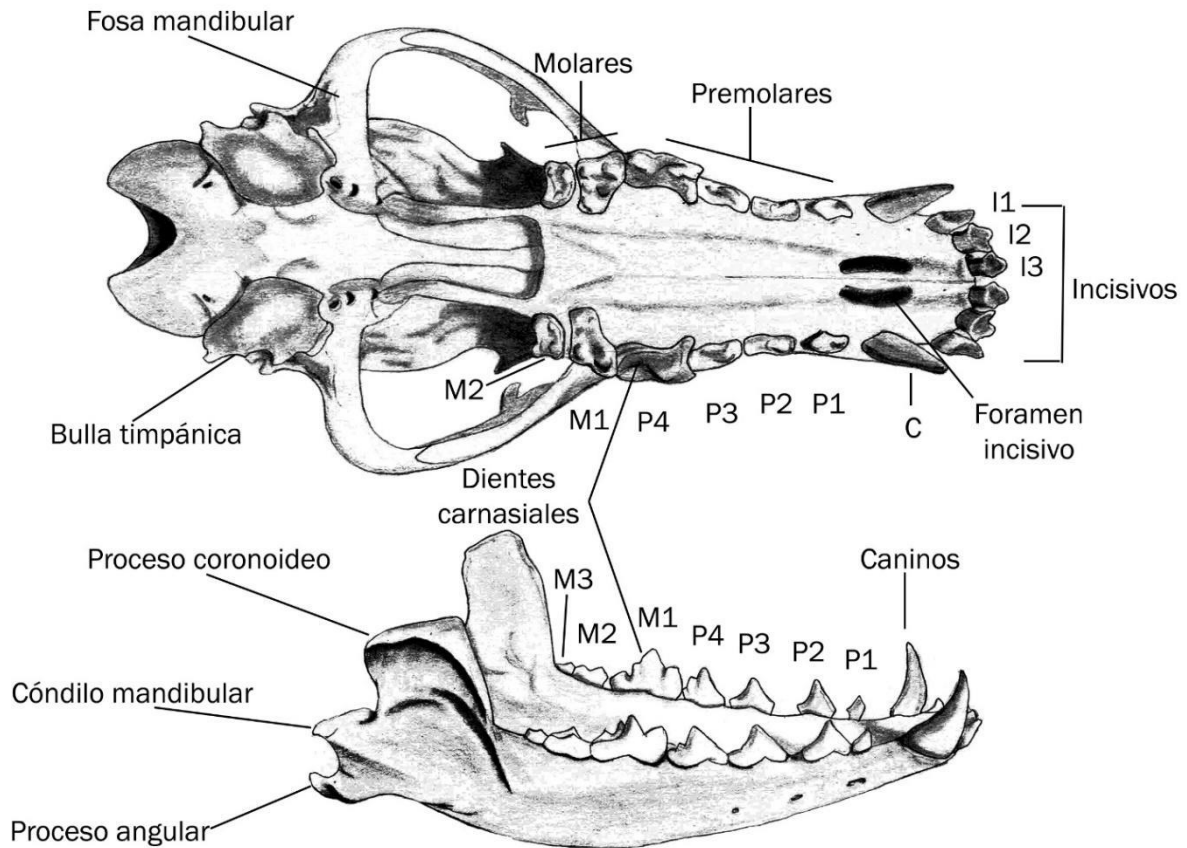


Figura 7. Cráneo y piezas dentarias de un mamífero carnívoro *Canis latrans*. I: Incisivos (I1, I2 e I3), C: Caninos C (1), P: Premolares (P1, P2, P3 y P4) y Molares: (M1, M2 y M3). Formula dentaria para *Canis latrans*: $I: \frac{3}{3}$; $C: \frac{1}{1}$; $PM: \frac{4}{4}$; $M: \frac{2}{3}$. $21 \times 2 = 42$ (Total de dientes) (Modificado de Osteolation, 2019).

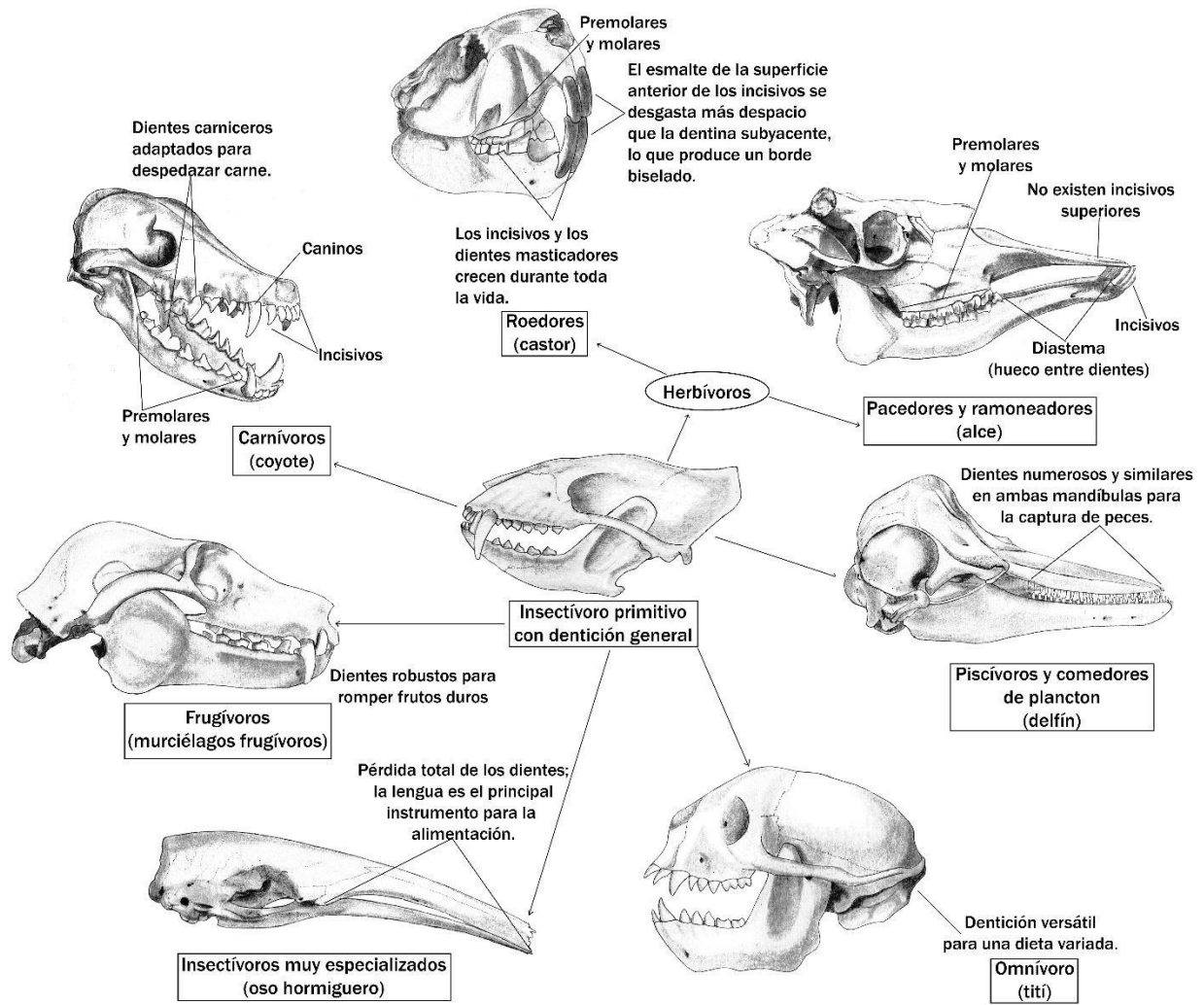
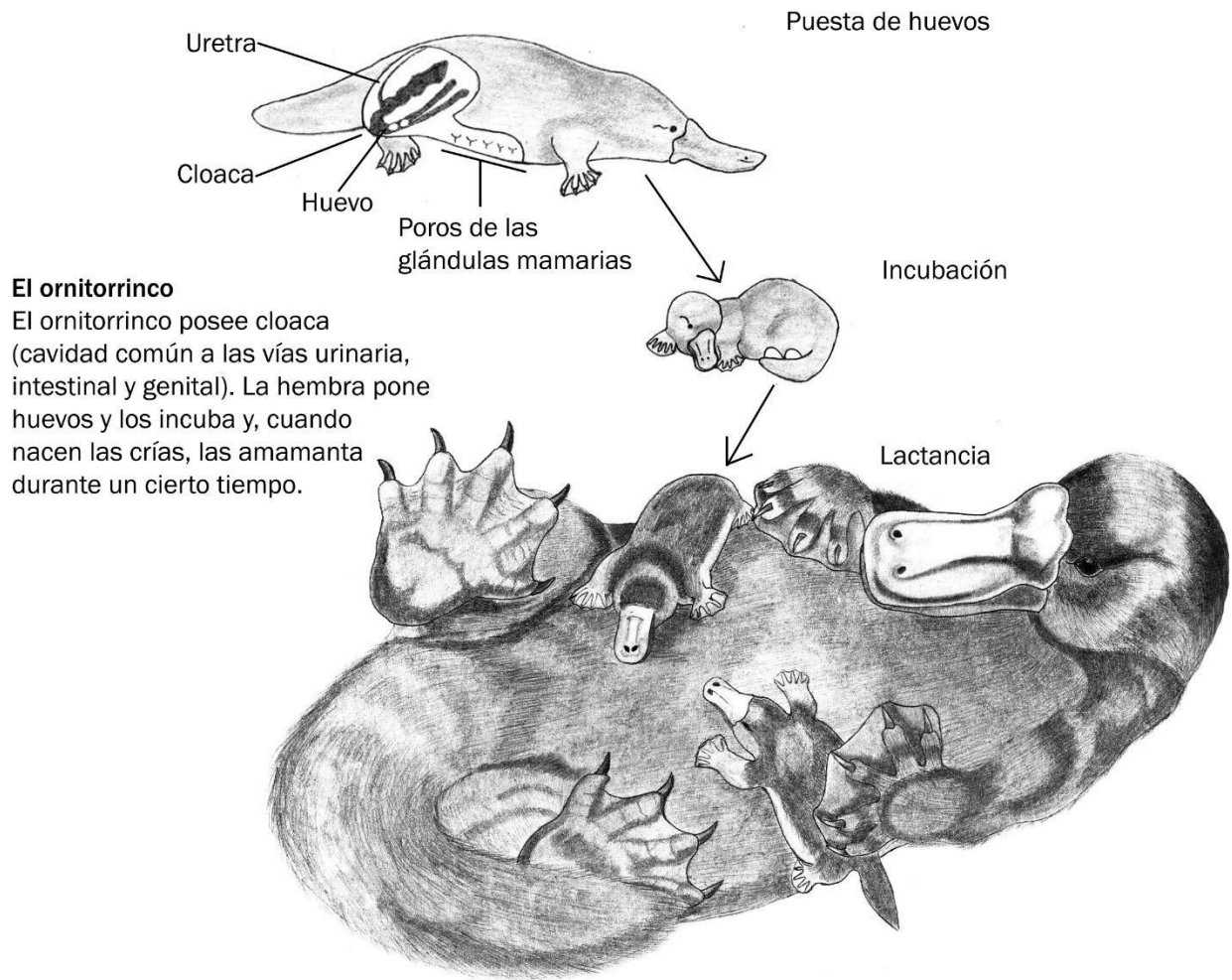


Figura 8. Especializaciones alimentarias de los principales grupos tróficos de mamíferos euterios (Modificado de Hickman et al., 2009).



El ornitorrinco

El ornitorrinco posee cloaca (cavidad común a las vías urinaria, intestinal y genital). La hembra pone huevos y los incuba y, cuando nacen las crías, las amamanta durante un cierto tiempo.

Figura 9. Los monotremas, son una subclase de mamíferos con caracteres comunes a los reptiles, como éstos, ponen huevos, pero las crías se nutren con leche materna (Modificado de Enciclopedia Juvenil Mercabá, 2015).

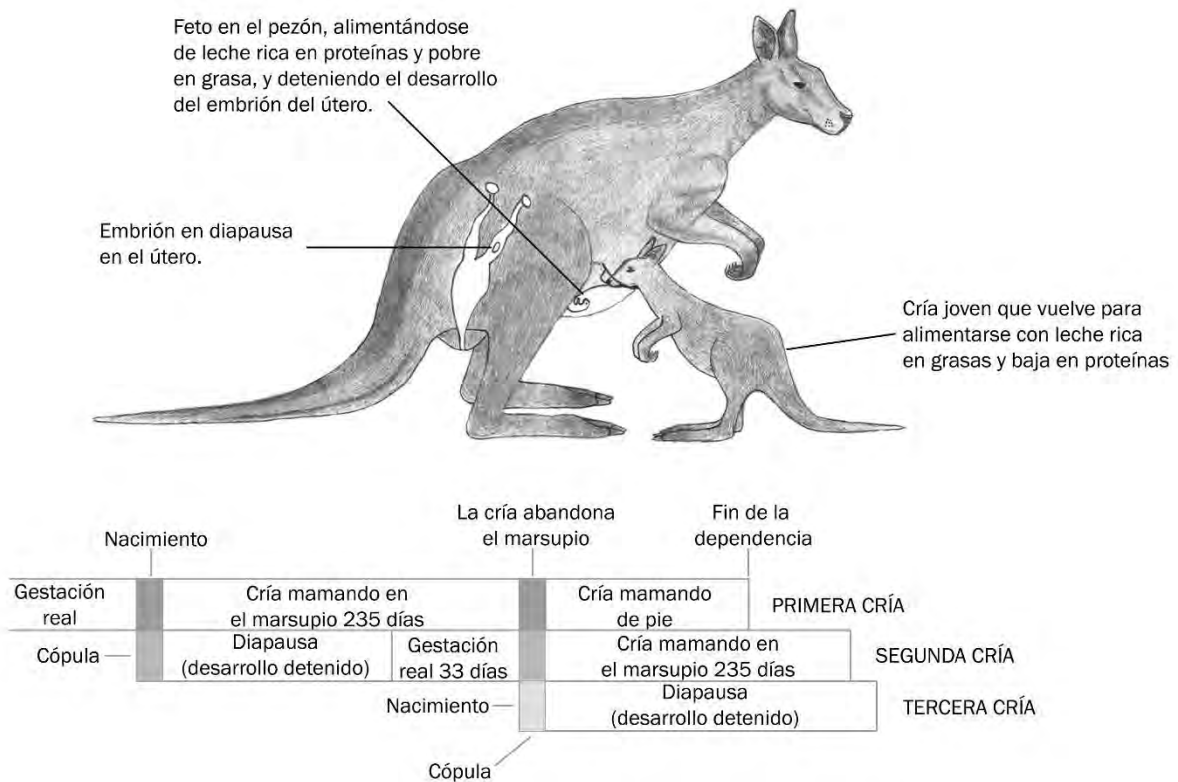


Figura 10. Los marsupiales subclase de los mamíferos tienen diapausa embrionaria o desarrollo detenido (la hembra puede mantener a la vez a tres crías en diferentes estados de desarrollo) (Modificado de Hickman et al., 2009).

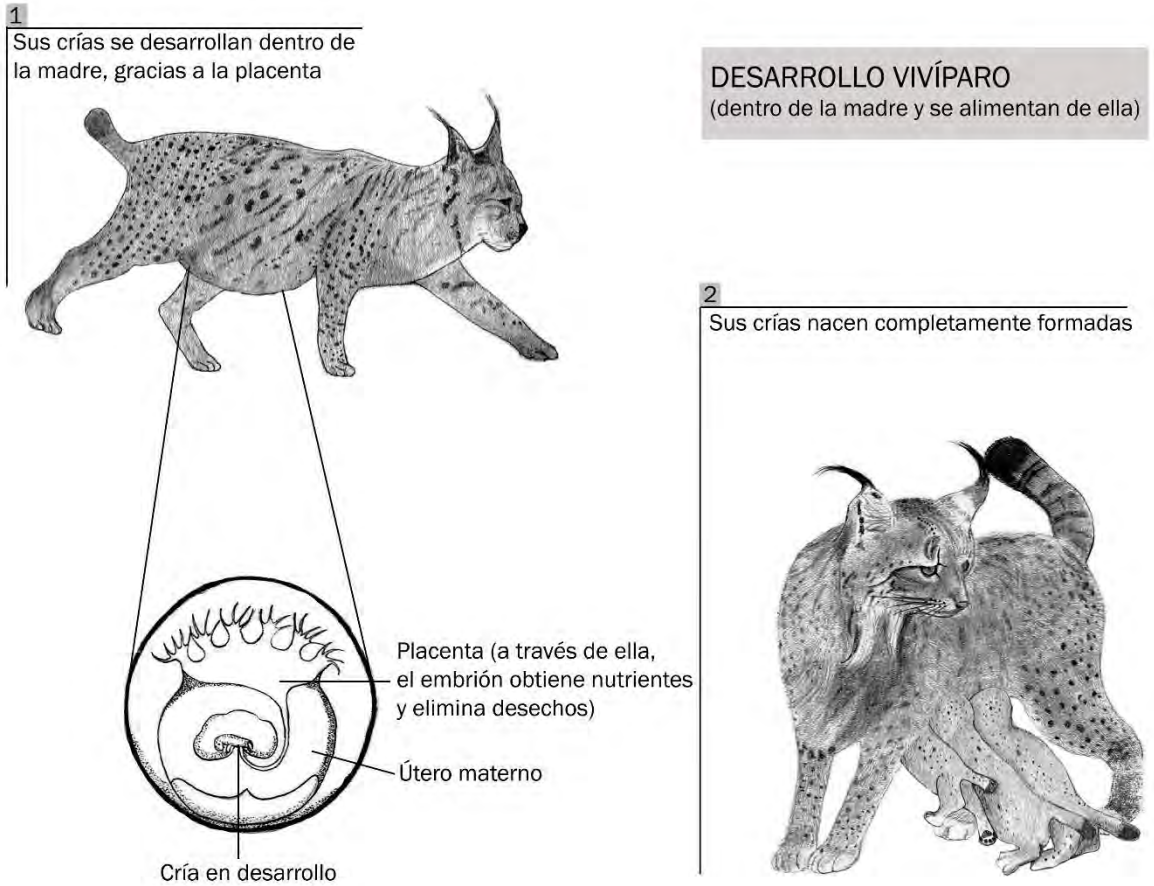


Figura 11. Los placentarios subclase de los mamíferos, presentan una placenta que nutre al embrión durante todo su desarrollo dentro del útero. Sus crías nacen completamente formadas (Modificado de <http://slideplayer.es/slide/12151833>).

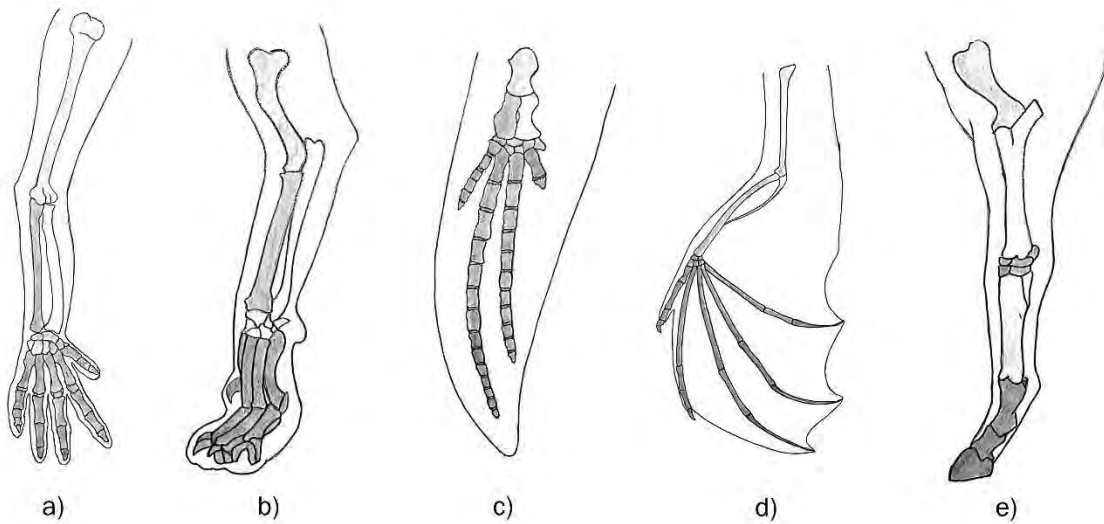


Figura 12. Extremidades de algunos mamíferos adaptadas para diferentes tipos de locomoción: a) Primates (humano), b) Carnívora (felino), c) Artiodactyla (ballena), d) Chiroptera (murciélago) y e) Perissodactyla (caballo) (Modificado de Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings. 2020).

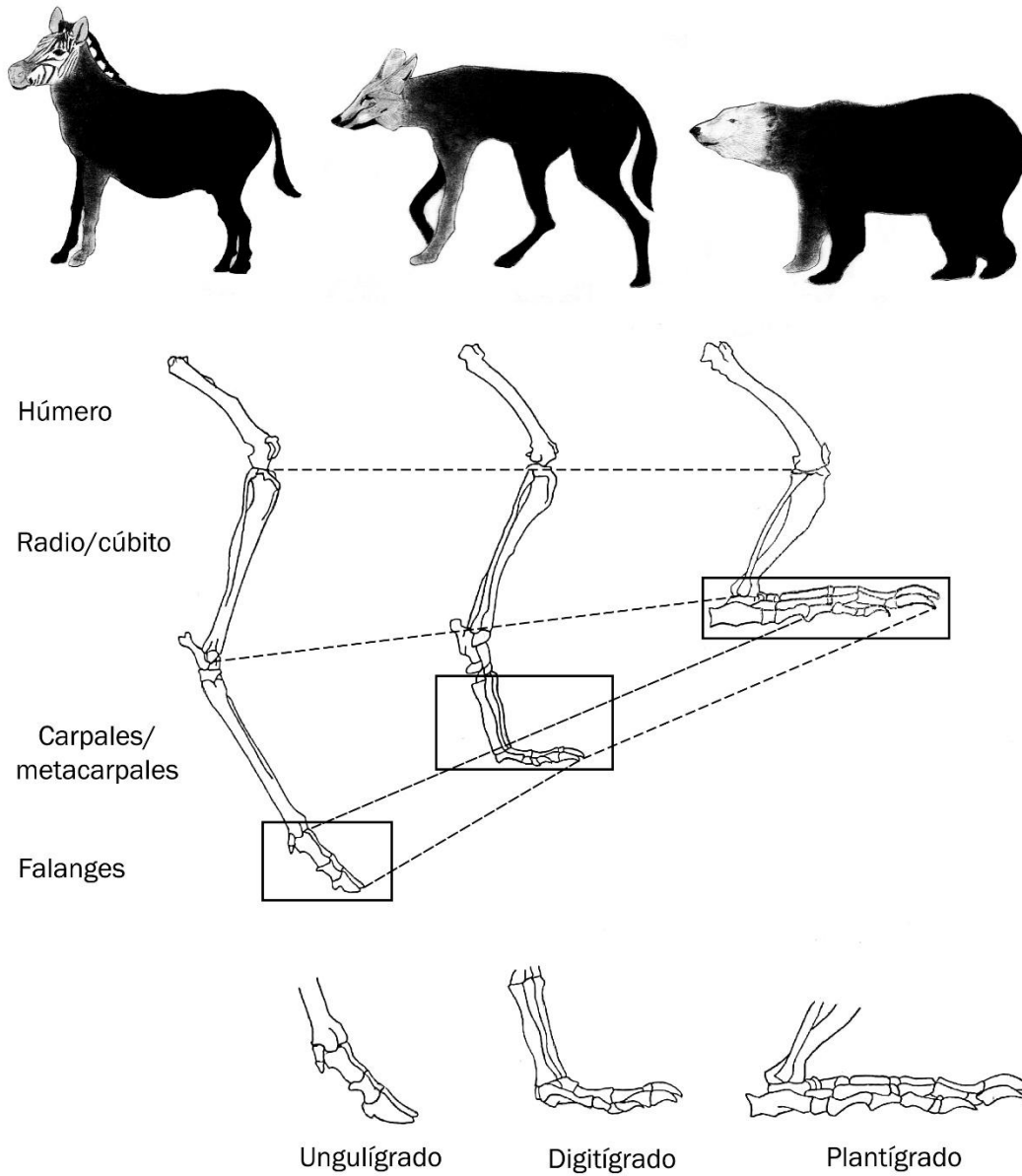


Figura 13. Entre las formas terrestres se pueden distinguir: Ungulígrados (animales que apoyan el extremo de los dedos revestidos de una pezuña), Digitígrados (animales que se apoyan sobre los dedos) y Plantígrados (animales que apoyan toda la superficie de la palma de la mano y la planta del pie) (Modificado de Buencuerpo, et al., 2016).

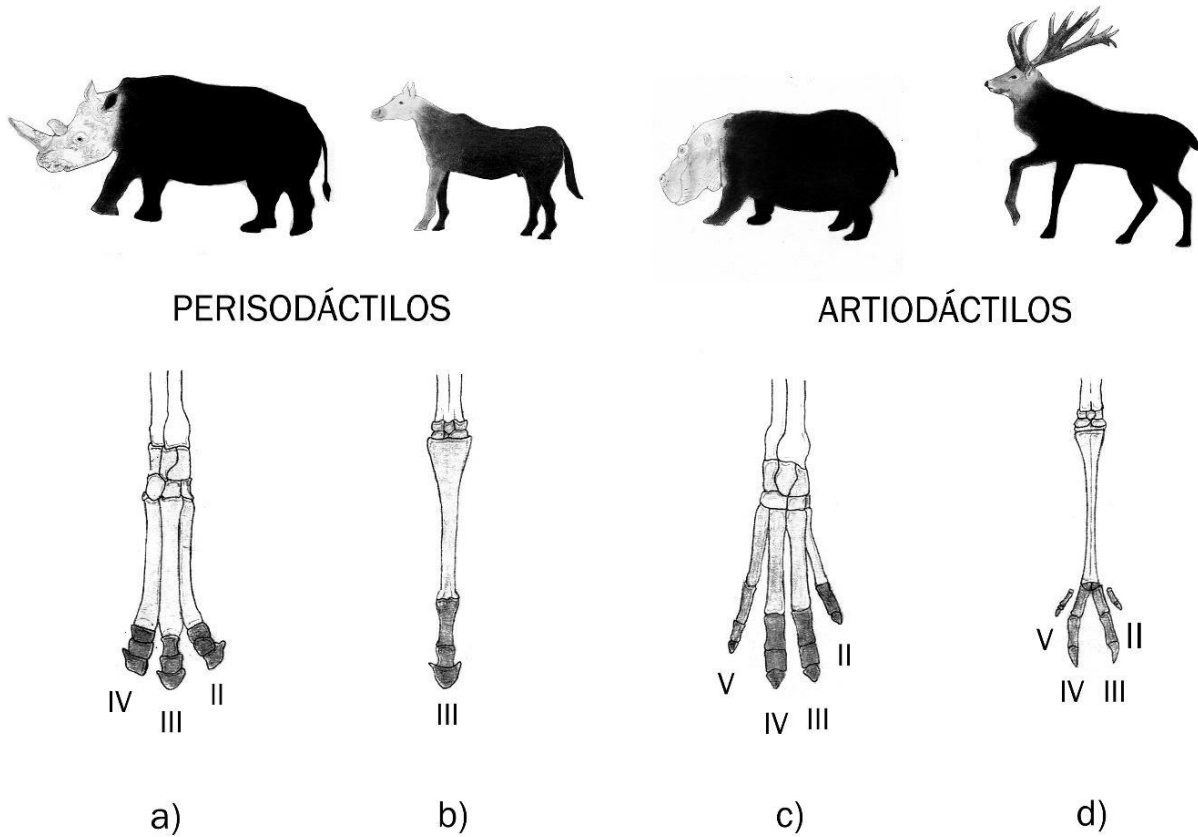


Figura 14. En los ungulígrados se encuentran los perisodáctilos que presentan un número impar de dedos y el de en medio es el que sirve de apoyo y está más desarrollado: a) rinoceronte y b) caballo; los artiodáctilos cuya pezuña está constituida por dos o cuatro dedos y de estos al menos dos se apoyan en el suelo: c) hipopótamo y d) ciervo (Modificado de Hickman et al., 2009).

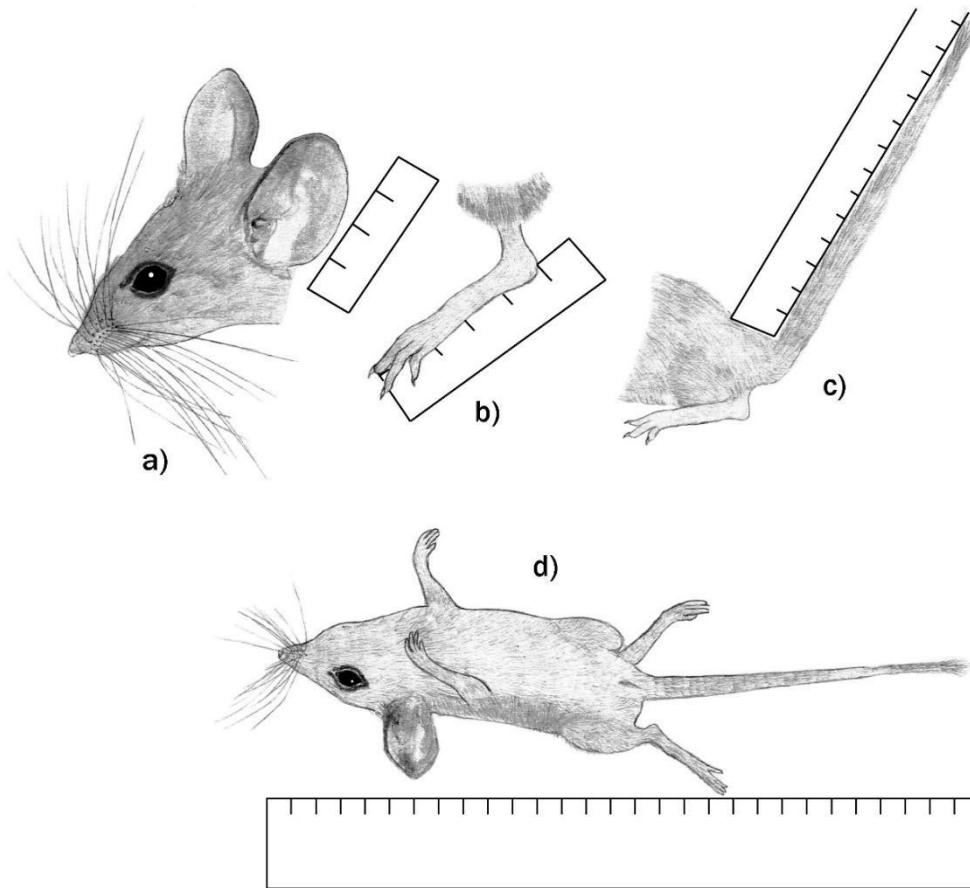


Figura 15. Medidas básicas en la identificación taxonómica de los mamíferos: a) oreja, b) pata trasera, c) cola vertebral y d) longitud total (Modificado de Méndez y Saucedo 1998).

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué se utilizan las medidas morfológicas y los negativos de pelo para reconocer aspectos taxonómicos en los mamíferos?
2. ¿Cuáles modificaciones puede presentar un ejemplar en cuanto al tipo de pelo?
3. ¿Cuáles otras características se pueden usar en la identificación de especies?
4. ¿Por qué hay diferencias en la fórmula dentaria entre las especies?
5. ¿Cuáles son las principales amenazas que enfrentan los mamíferos en la actualidad?
6. Anota en el cuadro las estructuras características de cada uno de los ejemplares identificados. Describe con base en el tipo de planta del pie, faneras y fórmula dentaria cuál es su modo de vida.

Taxón (Orden)	Tipo de planta del pie	Faneras	Fórmula dentaria	Modo de vida y tipo de dieta

ELABORACIÓN DE ESQUEMAS

Para los ejemplares observados deberán hacer esquemas de las características distintivas y de las estructuras observadas e identificadas, para ello deberá apoyarse en literatura especializada.

RECOMENDACIONES

Usar los especímenes con el mayor cuidado posible, para la revisión de las estructuras solicita el apoyo de los profesores.



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados



Manual de Prácticas de Deuterostomados

LITERATURA CONSULTADA

ASM, American Society of Mammalogists. (2023). The Mammal Diversity Database. Recuperado de [<https://www.mammaldiversity.org/>]

Buencuerpo, V., et al., 2016. Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de los Vertebrados Mamíferos. Reduca (Biología). Serie Zoología, 9 (1): 13-32.

Enciclopedia Juvenil Mercabá. 2015. Diócesis de Cartagena-Murcia, España. URL. <https://mercaba.org/EnciclopediadelImagenes/CienciasNaturales/Monotremas.htm>.

Hickman, C., L. Roberts, S. Keen, A. Larson, H. l'Anson y D. Eisenhour. 2009. Principios Integrales de Zoología. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid, España. 936 pp.

<http://slideplayer.es/slide/12151833/71/images/19/DESARROLLO+VIV%C3%8DPARO+%28dentro+de+la+madre+y+se+alimentan+de+ella%29.jpg>

Mancina, C. A. y Borroto-Páez, R. 2011. Generalidades de los mamíferos. En: Mamíferos en Cuba. (Eds. Borroto- Páez y C. A. Mancina). UPC Print, Vaasa, Finlandia. 271 pp.

Méndez, F. y J. F. Saucedo. 1998. Técnicas de captura y preparación de vertebrados. Morelia, Michoacán: Casa de Hidalgo. 150 pp.

Monterrubio-Rico, T. C., J. F. Charre-Medellín y L. León-Paniagua. 2019. Mamíferos terrestres. En: La Biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2, Vol. II. CONABIO. México, pp. 527-534.

Osteolation. Osteólogo de Bélgica. No hay animales muertos por mi colección. Mayo de 2019. URL. <https://instagram.com/osteolation?igshid=qputvgqk70uw>.

Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings. (2020. 21 de junio). <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-c6d606185e25184db6fdafc617593497>.

Saldivia, P. M., M. Delgado, A. Droppelmann, M. Ballesteros, M. Reyes y V. Sandoval. 2020. Descripción anatómica del cráneo del gato. *Revista de Medicina Veterinaria*, 40,17-34. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss40.3>.

Whitfield, P., 1995. *Enciclopedia ilustrada de los animales*. Tomo I. Mamíferos. Editorial Everest, S. A. Segunda Edición. México. 216 pp.

SEGURIDAD, REGLAS Y RECOMENDACIONES DE LABORATORIO

1. Es obligatorio el uso de la bata dentro del laboratorio.
2. No comas, bebas, fumes o guardes alimentos o bebidas dentro del laboratorio.
3. Lava tus manos después de cada sesión de laboratorio.
4. Como los jabones en barra llegan a contaminarse, es recomendable que se usen jabones líquidos.
5. Sí tus manos llegan a contaminarse con microorganismos, lávalas inmediatamente, no esperes hasta que termine la sesión.
6. Todos los residuos orgánicos e inorgánicos deben ser tratados mediante las normas oficiales establecidas.
7. No realices actividades no autorizadas por el académico.
8. No utilices equipo sin las instrucciones correspondientes.
9. Revisa cada práctica un día antes de realizarla.
10. Trata de ser puntual en cada sesión de laboratorio.
11. No olvides limpiar los lentes de los microscopios estereoscópicos y ópticos que utilices y retirar las preparaciones que utilizaste al terminar la sesión de laboratorio.

¡ESPERAMOS UN TOTAL APROVECHAMIENTO DE TU PARTE!