



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS

# Biología de Cordados

## MANUAL DE PRÁCTICAS



***BIOLOGIA: PLAN DE ESTUDIOS 2017-2***

***Andrés Martínez Aquino***

## CONTENIDO

<i>No. de práctica</i>	<i>Nombre de la práctica</i>	<i>No. Página</i>
	<i>Reglas de seguridad en el laboratorio</i>	<i>3</i>
<i>1</i>	<i>Características diagnósticas de los Cordados</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	<i>Biología de Urocordados y Cefalocordados</i>	<i>8</i>
<i>3</i>	<i>Biología de Condrictios y Peces Teleósteos</i>	<i>14</i>
<i>4</i>	<i>Biología de Lissamphibia</i>	<i>19</i>
<i>5</i>	<i>Biología de reptiles: un ejemplo con testudines y serpentes</i>	<i>26</i>
<i>6</i>	<i>Biología de Aves</i>	<i>33</i>
<i>7</i>	<i>Biología de Mamíferos: un ejemplo con medidas craneométricas</i>	<i>39</i>
<i>8</i>	<i>Práctica de campo</i>	<i>47</i>
	<i>Bibliografía</i>	<i>53</i>

## REGLAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO



- Localizar todos los equipos de seguridad como extinguidores, lavador de ojos, regaderas, etc.
- Proteger los ojos si trabajará con reactivos corrosivos, peligrosos o con luz ultravioleta.
- Usar bata de laboratorio, lo protegerá del material corrosivo o blanqueadores.
- Nunca pipetee con la boca o pruebe algún reactivo.
- No fumar, comer o beber en el laboratorio.
- El pelo largo de preferencia recogerlo.
- No usar sandalias con los pies descubiertos.
- No colocar los libros o cuadernos en el área de trabajo.
- Reporte cualquier daño o accidente en el laboratorio.
- Pregunte al maestro cualquier duda en el manejo de reactivos y/o equipos.
- Todos los reactivos pueden ser un riesgo para la salud, trabaje con cuidado.
- La mayoría de las prácticas de este laboratorio usan reactivos cancerígenos o tóxicos, así como agentes potencialmente patógenos, trabaje con seriedad y cuidado.
- En caso de contaminarse con algún reactivo lavarse con agua rápidamente y avisar al maestro.

## PRÁCTICA #1.

### CARACTERÍSTICAS DIAGNÓSTICAS DE LOS CORDADOS

#### **INTRODUCCIÓN**

El filum Chordata (del latín *chorda* [cuerda]) incluye a todos los organismos que en algún momento de su desarrollo embrionario presentan una notocorda. La notocorda es una estructura tubular longitudinal que da nombre al filo Chordata. La notocorda en la mayoría de los grupos de cordados tiene la función esquelética de soporte a lo largo del animal que la presentan (Bertrand y Escrivá 2012).

En todos los cordados, y como características diagnosticas de este grupo, la notocorda esta acompañada de tres estructuras morfológicas: 1) un tubo neural dorsal y hueco, 2) hendiduras branquiales y 3) una cola que se extiende más allá del ano. Los cordados incluyen tres grupos taxonómicos principales: 1) cefalocordados (con 30 especies conocidas a la fecha), 2) urocordados (con alrededor de 3000 especies conocidas a la fecha) y 3) vertebrados (cerca de 58 000 especies descritas a la fecha) (Bertrand y Escrivá 2012).

Los cordados se distribuyen en los cinco continentes actuales y han colonizado los tres ambientes generales, es decir, el ambiente acuático (eg., anfibios, ascidias, condriactos, actinopterigios, mamíferos marinos, entre otros), el ambiente terrestre (eg., anfibios, mamíferos, lepidosaurios, testudines, crocodilios, entre otros) y el ambiente aéreo (eg., aves, mamíferos, entre otros). Los cordados presentan métodos de reproducción distintos, eg., ovíparidad (con fecundación externa o interna), ovovivíparidad y vivíparidad.

#### **COMPETENCIA**

Describir las características morfológicas del filo de los cordados mediante el uso de muestras de los organismos correspondientes para analizar los rasgos exclusivos del filo con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad

### **OBJETIVOS**

Observar e identificar las características morfológicas diagnosticas de los grupos principales dentro de los cordados.

### **MATERIAL**

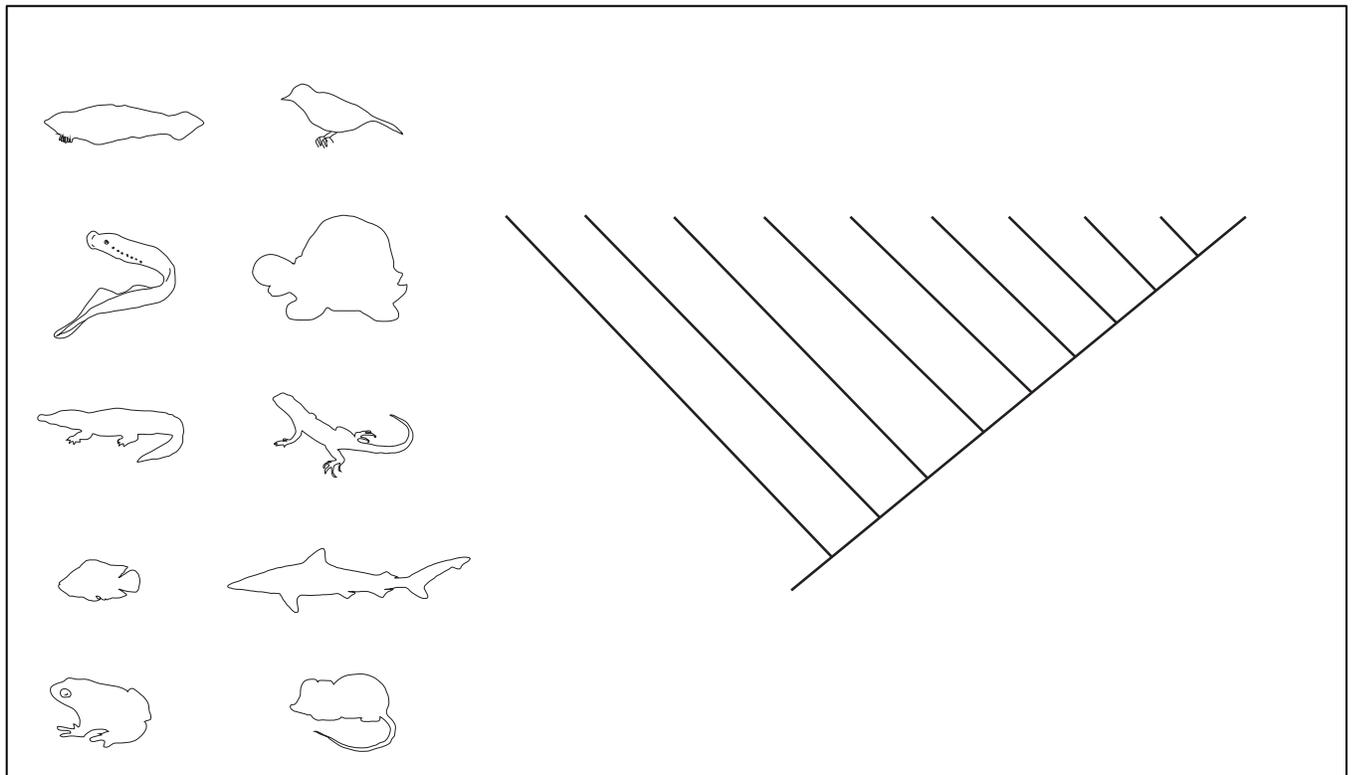
1. Guantes para manipular animales fijados/preservados con formol y/o alcohol al 75%.
2. Estereoscopio (1 por alumno)
3. Charola de disección
4. Estuche de disección
5. Piseta con agua (1x mesa)
6. Material bibliográfico y en línea

### **METODOLOGÍA**

1. Observar e identificar las características morfológicas diagnosticas de los principales grupos de cordados:
  - a. Notocorda.
  - b. Organismos sin mandíbula.
  - c. Organismos con mandíbula y sistema cartilagosos.
  - d. Organismos con mandíbula y sistema óseo.
  - e. Extremidades tetrápodos.
  - f. Organismos con huevo amniótico.
  - g. Organismos con glándulas mamarias y pelo.
  - h. Organismos con sacos aéreos.
  - i. Organismos con piel transpirante.
2. Detectar las características que diferencian a cada grupo taxonómico.

3. Con base en las características morfológicas diagnósticas observadas de los distintos ejemplares proporcionados en el laboratorio de vertebrados de cordados, con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, complete el esquema de las relaciones filogenéticas de los cordados (Figura 1), e indique y coloque sobre las ramas del árbol filogenético cada uno de los caracteres y contornos taxonómicos.

**Figura 1. Relaciones filogenéticas y características principales de los grupos de cordados.**



## RESULTADO

El alumno presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, fecha y objetivos.
2. El esquema filogenético general de las relaciones evolutivas de los cordados
3. El esquema filogenético presentado en esta práctica, con la información completa de las relaciones evolutivas de los cordados y sus características compartidas.

### **REFERENCIAS**

Bertrand S y Escrivá H. 2012. Cordados. Capítulo 37. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

## PRÁCTICA #2.

### BIOLOGÍA DE UROCORDADOS Y CEFALOCORDADOS

#### INTRODUCCIÓN

El filo Chordata incluye tres subfilos: los cefalocordados (anfioxos), los urocordados (tunicados) y los vertebrados. Los cefalocordados incluyen alrededor de 30 especies agrupadas en tres géneros (i.e., *Branchiostoma*, *Epigonichthys* y *Asymmetron*), que se caracterizan por poseer una notocorda que llega hasta la parte anterior del cuerpo (lo recorre dorsalmente en sentido longitudinal), por encima de la cual se halla un cordón nervioso que finaliza en un abultamiento o vesícula cerebral. Habitan ecosistemas marinos, y se encuentran enterrados en las arenas marinas, de donde la parte anterior de su cuerpo se asoma al exterior (Bertrand y Escrivá 2012).

Los cefalocordados presentan tallas pequeñas (< 8 cm), son de forma alargada, translúcidos, lateralmente comprimidos y afilados en sus dos extremos (con forma lanceolada). La boca está rodeada de cirros móviles. Son organismos dioicos, con fecundación externa (Bertrand y Escrivá 2012).

Las larvas del género *Branchiostoma* son nadadoras, nacen asimétricas y adquieren simetría bilateral tras un proceso de metamorfosis.

Los tunicados son llamados así porque sobre su cuerpo se segrega una pared proteica externa llamada túnica, compuesta por polisacáridos (tunicina) similares a la celulosa. A la fecha, se han descrito alrededor 3000 especies de tunicados en ambientes exclusivamente marinos y con tipos de movilidad distintos; e.g., bentónicas, planctónicas, solitarias o coloniales. Son hermafroditas y con fecundación externa de manera general.

Las larvas son de vida libre nadadora, presentan una “cola” que suele perderse durante la metamorfosis, en la cual la estructura típica del cordado se ve altamente modificada. Los urocordados incluyen tres clases:

1. Clase Ascidiacea (ascidias): animales bénticos sésiles, que habitan en la arena o fijos en las rocas, formando colonias o viviendo de manera individual
2. Clase Thaliacea (salpas): animales pelágicos, con representantes coloniales y solitarios.
3. Clase Apendicularia (Larvacea): animales solitarios planctónicos que mantienen la cola larvaria una vez alcanzan la fase adulta.

### **COMPETENCIA**

Examinar y describir las características de los urocordados mediante el uso de muestras de los organismos correspondientes para analizar los rasgos que caracterizan al grupo con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad

### **OBJETIVOS**

1. Observar e identificar las principales estructuras de los cordados y sus caracteres exclusivos:

- j. Notocordio.
- k. Hendiduras branquiales.
- l. Cordón nervioso tubular.
- m. Cola postanal.
- n. Endostilo

2. Observe la morfología externa e interna de *Branchiostoma lanceolatum*

3. Esquematizar una ascidia adulta y una larva con uso de fuentes bibliográficas de distinta índole.

### **MATERIAL**

1. Guantes para manipular animales fijados/preservados con formol y/o alcohol al 75%.
2. Estereoscopio (1 por alumno)
3. Charola de disección
4. Estuche de disección

5. Piseta con agua (1x mesa)
6. Material bibliográfico y en línea

## **METODOLOGÍA**

### **PASO 1.**

#### **IDENTIFICACIÓN**

#### **DE ESTRUCTURAS MORFOLÓGICAS.**

MORFOLOGÍA EXTERNA E INTERNA. ANFIOXO. *Branchiostoma lanceolatum*.

A partir de la observación de los ejemplares a través del microscopio, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada, la adjunta en esta práctica y la disponible de libre acceso en el internet, identifique:

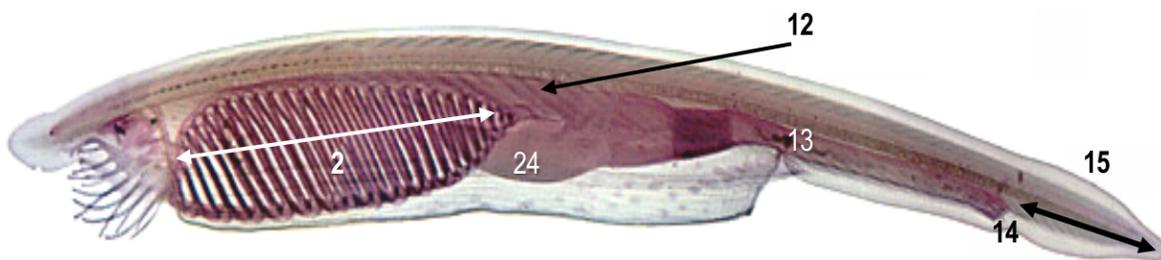
Posiciones: craneal = anterior, caudal = posterior, dorsal = superior, ventral = inferior.

Miómeros

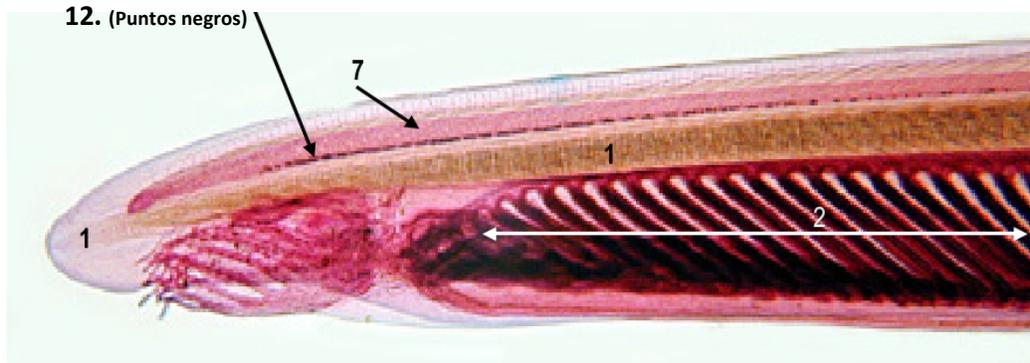
Regiones del tracto intestinal.

Rasgos de cordados visibles.

#### **CUERPO ENTERO**



SECCIÓN ANTERIOR



SECCIÓN MEDIA



**PASO 2.**

**IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS MORFOLÓGICAS**

CORTE TRANSVERSAL. ANFIOXO. *Branchiostoma lanceolatum*.

A partir de la observación de los ejemplares a través del microscopio, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada, la adjunta en esta práctica y la disponible de libre acceso en el internet, identifique y etiquete las siguientes imágenes utilizando números.

**Nivel Faringe.**

Posiciones: dorsal = superior, ventral = inferior, medial & lateral.

Miómeros

Regiones del tracto digestivo: faringe, barras faríngeas, hendiduras faríngeas, ciego hepático

Gónadas: testículos, ovarios

Rasgos de cordados visibles: notocorda, cordón nervioso, endostilo

## Nivel caudal o intestinal

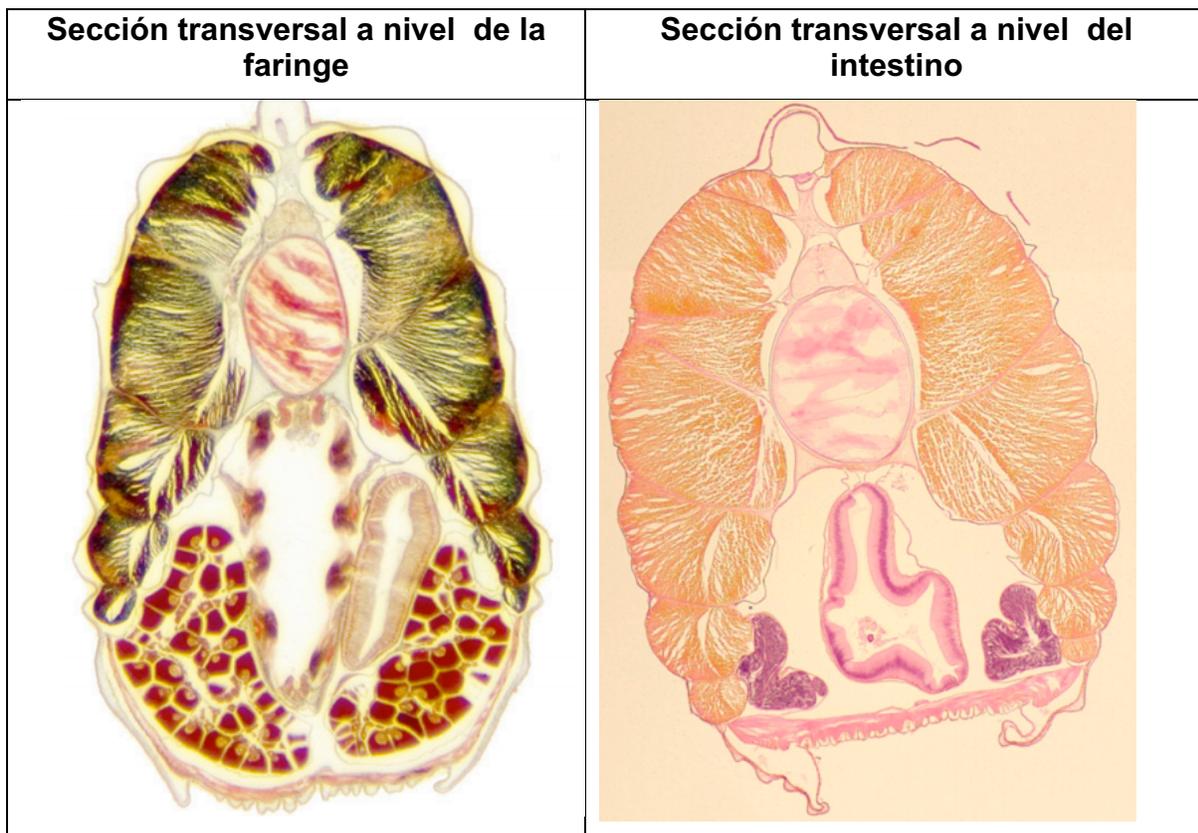
Posiciones: dorsal = superior, ventral = inferior, medial & lateral.

Miómeros

Regiones del tracto digestivo: intestino

Gónadas: testículos, ovarios

Rasgos de cordados visibles: notocorda, cordón nervioso, endostilo



### PASO 3.

Con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, esquematice las distintas fases de metamorfosis de una ascidia, desde su fase larvaria hasta la adulta, identificando y señalando las siguientes partes:

- o. Notocordio.

- p. Hendiduras branquiales.
- q. Cordón nervioso tubular.
- r. Cola postanal.
- s. Endostilo.

### **RESULTADO**

El alumno presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, día de realización y objetivos.
2. Las imágenes presentadas en esta práctica identificando las estructuras señaladas para *Branchiostoma lanceolatum*.
3. Esquemas de la metamorfosis desde una ascidia larva a una adulta. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.

### **REFERENCIAS**

Bertrand S y Escrivá H. 2012. Cordados. Capítulo 37. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

*PRÁCTICA #3.*

*BIOLOGÍA DE CONDRICTIOS Y DE PECES TELEÓSTEOS*

**INTRODUCCIÓN**

**a) Condrictios**

Los condrictios incluyen dos grupos taxonómicos principales: Holocephali (quimeras) y Elasmobranchii (elasmobranquios). Este último incluye a los tiburones, rayas y mantas. A la fecha, se han descrito más de 1,100 especies vivientes de condrictios (Nelson 2006).

El grupo de condrictios cuenta con registro fósil de organismos que habitaron la Tierra desde principios del Silúrico, aproximadamente hace 420 millones de años (Ma).

Los condrictios habitan en todos los mares del mundo, desde la zona superficial hasta las grandes profundidades. Por lo general, los condrictios presentan tallas que oscilan desde unos 20 cm (eg., especies del género *Squaliolus*), hasta unos 20 m (eg., tiburón ballena, *Rhincodon typus*). La mayoría de las especies de condrictios son depredadoras, y presentan hábitos alimentarios distintos; e.g., ictiófagos, carcinófagos, malacófagos y planctófagos. Los condrictios presentan un dimorfismo sexual marcado y presentan distintas conductas evolutivas de reproducción sexual (eg., conducta de seguimiento, agarre pectoral y “vals”), así como distintas formas de reproducción (eg., ovípara, ovovivípara y vivípara).

**b) Peces teleósteos**

Los peces actinopterigios incluyen tres grupos: Chondrostei, Holostei y Teleostei. Los peces Chondrostei y los Holostei tienen un esqueleto menos osificado y escamas ganoideas, mientras que los peces teleósteos (Teleostei, *Greg. Teleio* = completo / osteo = hueso) presentan un esqueleto osificado completo. Los peces Teleostei son un

grupo monofilético que se originó desde hace 450 ma, como resultado de un proceso de duplicación genómica (eg., Doadrio y Domínguez-Domínguez, 2012).

Durante el triásico (entre 251-201 ma), los actinopterigios desarrollaron huesos denominados “uroneurales”, que sujetan los radios y dan firmeza al lado dorsal de la cola, lo que permitió un mejor desplazamiento natatorio y promovió de manera paralela la diversificación de distintas formas anatómico-corporales. Como resultados de estas innovaciones evolutivas se originó el grupo de peces teleósteos, quienes presentan la mayor diversidad específica dentro de los actinopterigios, con alrededor de 30 000 especies descritas a la fecha. La alta diversidad de especies de peces teleósteos a traído a su vez el desarrollo de distintos tipos de escamas delgadas, colas simétricas, mandíbulas especializadas y aletas con mayor capacidad en cuanto a su vagilidad se refiere. El éxito evolutivo de este grupo de peces óseos también se ve reflejado en que habitan todos los continentes en todos los ecosistemas acuáticos.

### **COMPETENCIA**

Examinar los caracteres de los condriictios con el uso de ejemplares biológicos para posteriormente contrastarlos con el grupo de los teleósteos, con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad.

### **OBJETIVOS**

- 1) Analizar las principales estructuras externas e internas de los condriictios, y detectar los caracteres compartidos o sinapomórficos.
- 2) Analizar las principales estructuras externas e internas de peces óseos, y detectar los caracteres compartidos o sinapomórficos

### **MATERIAL**

1. Guantes para manipular animales fijados/preservados con formol y/o alcohol al 70%.
2. Estereoscopio (1 por alumno).
3. Charola de disección.
4. Estuche de disección.

5. Piseta con agua (1x mesa).
6. Material bibliográfico y en línea.

### **METODOLOGÍA**

#### **PASO 1.**

#### **GRUPOS DE ELASMOBRANCHII (SELACHIMORPHA Y BATOIDEA)**

A partir de la observación de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, a simple vista y/o a través del uso de microscopios, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, realice lo siguiente:

1. Localice y describa esquemáticamente las siguientes estructuras externas: boca, ojos, orificios nasales o nostrilos, aberturas branquiales, aletas: pectorales, pélvicas, dorsales y caudal; membrana nictitante, ano y mixopterigios.
2. Localice y describa esquemáticamente las siguientes estructuras internas: branquias internas, corazón, cerebro, hígado, páncreas, estómago, intestino y válvula espiral, sistema reproductor.

#### **PASO 2.**

#### **GRUPO HOLOCEPHALI**

A partir de la observación de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, a simple vista y/o a través del uso de microscopios, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, describa las estructuras externas del holocéfalo, comparando las diferencias y similitudes con el grupo de los elasmobranquios.

#### **PASO 3.**

#### **PECES TELEOSTEOS: GENERALIDADES**

A partir de la observación de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, a simple vista y/o a través del uso de microscopios, y con apoyo de

imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, realice lo siguiente:

1. Localice y describa esquemáticamente las siguientes estructuras externas: boca, ojos, orificios nasales o nostrilos, aberturas branquiales. Aletas: pectorales, pélvicas, anal, adiposa (si la presenta), dorsal y caudal.
2. Localice y describa esquemáticamente las siguientes estructuras internas: branquias internas, corazón, cerebro, hígado, páncreas, estomago, intestino, vejiga natatoria y sistema reproductor.

### **RESULTADO**

El alumno presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, día de realización y objetivos.
2. Esquemas de los distintos grupos de condricitos observados en el laboratorio de Vertebrados. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.
3. Esquemas de los distintos grupos de teleósteos observados en el laboratorio de Vertebrados. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.

### **REFERENCIAS**

Doadrio I y Domínguez- Domínguez O. 2012. Actinopterigios. Capítulo 38. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Nelson JS. 2006. Fishes of the World. Nueva York, John Wiley & Sons.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

Internet:

ElasmoDiver.com. 2022. Elasmodiver Shark & Ray Field Guide

[http://www.elasmodiver.com/sharks\\_and\\_rays.html](http://www.elasmodiver.com/sharks_and_rays.html)

Shark Foundation. 2022. The Orders of the Sharks.

<http://www.shark.ch/Database/Orders/index.html>

Fishbase. 2022. A global information system on fishes.

<http://www.fishbase.us/search.php>

Martin, RA. 2022. Guide to Shark Identification. Biology of Sharks & Rays. ReefQuest Centre for Shark Research.

<http://www.elasmo-research.org/education/ecology/id-guide.htm>

*PRÁCTICA #4.*

*BIOLOGÍA DE LISSAMPHIBIA*

**INTRODUCCIÓN**

Los anfibios “modernos” incluyen tres órdenes taxonómicos con características biológicas distintas mencionadas a continuación. 1) Gymnophiona (cecilias), con cuerpos alargados, sin patas y de hábitos cavadores, 2) Caudata (salamandras), con cuerpos esbeltos, extremidades proporcionadas y cola larga y 3) Anura (ranas y sapos), con cuerpo corto sin cola y con largas patas posteriores adaptadas al salto (San Mauro 2012).

A los anfibios modernos se les denominan “lisanfibios” (Lissamphibia, del griego *lissos* [liso, suave] y *amphibia* [anfibio]), mientras que el término *anfibio* hace referencia a todos los grupos de anfibios, tanto modernos (lisanfibios) como extintos. El registro fósil más antiguo de los anfibios precede de principios del Pérmico. Con base en registro fósil y reloj molecular, el ancestro común más reciente de lisanfibios se piensa que tuvo su origen a finales del Paleozoico (Carbonífero; San Mauro 2012).

Los lisanfibios habitan ambientes húmedos, presentan glándulas mucosas y venenosas en la piel, y ponen huevos sin cáscara ni membranas extraembrionarias. A la fecha, Lissamphibia cuenta con más de 6,500 especies descritas. La mayoría de los anfibios tienen una fase larvaria de vida estricta acuática. Esta forma larvaria por lo general presenta un proceso de metamorfosis para llegar al estadio adulto.

**COMPETENCIA**

Describir la morfología de los anfibios con el uso de ejemplares biológicos para inferir las posibles funciones ecomorfológicas de sus adaptaciones anatómicas, con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad.

**OBJETIVO**

Analizar las principales estructuras externas e internas de Lissamphibia, y detectar los caracteres compartidos o sinapomórficos.

## **MATERIAL**

1. Guantes para manipular animales fijados/preservados con formol y/o alcohol al 70%.
2. Estereoscopio (1 por alumno).
3. Charola de disección.
4. Estuche de disección.
5. Piseta con agua (1x mesa).
6. Vernier y regla.
7. Material bibliográfico y en línea.

## **METODOLOGÍA**

### **PASO 1.**

#### **ESQUEMAS DE ESTRUCTURAS INTERNAS Y EXTERNAS DE LISSAMPHIBIA**

A partir de la observación de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, a simple vista y/o a través del uso de microscopios, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, realice lo siguiente:

1. Localice y describa esquemáticamente las estructuras externas siguientes. En la cabeza distinga los ojos, narinas, boca y membrana timpánica. Describa y compare la morfología de las extremidades anteriores y posteriores, señalando su tamaño, tamaño relativo de sus componentes (estilópodo, zeugópodo y autópedo), número y tamaño de dígitos y uñas.
2. Localice y describa esquemáticamente las siguientes estructuras internas: pulmones, corazón, cerebro, hígado, páncreas, estómago, intestino, vejiga urinaria y sistema reproductor.

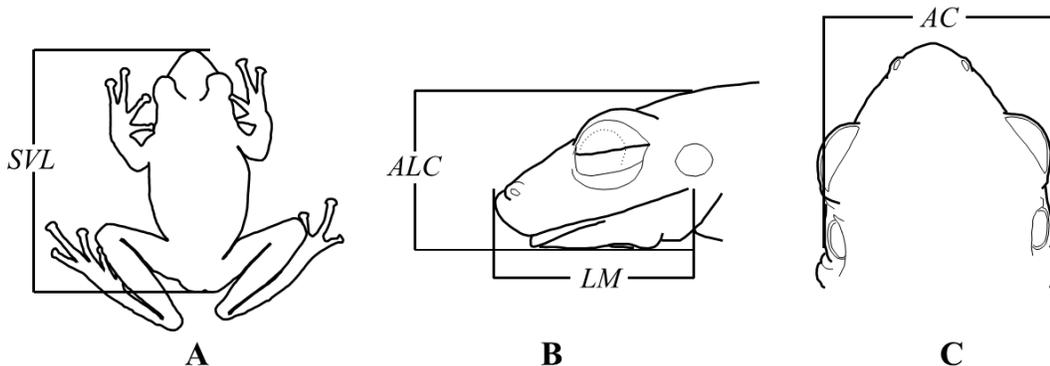
### **PASO 2.**

#### **ANÁLISIS MORFOMÉTRICO**

A partir de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados realice lo siguiente.

1. Construya una base de datos de medidas morfométricas en distintas especies de anuros (3) x triplicado.
2. Las medidas corporales de los tres ejemplares por cada una de las tres especies de anuros, debe ser tomadas como se muestra en el patrón de letras e imagen siguiente:

- (A) Cuerpo, vista dorsal, **SVL** = Longitud rostro-cloaca;  
(B) Cabeza, vista lateral, **ALC** = Altura de la cabeza, **LM** = Largo de la mandíbula;  
(C) Cabeza, vista dorsal, **AC** = Ancho de la cabeza;  
(D) Patas, **LP** = Largo de las patas.



3. Una vez generada la base de datos de medidas merísticas, realice un análisis estadístico de regresión lineal, comparando los datos correspondientes de las medidas morfométricas obtenidas.

### PASO 3.

### CUADRO COMPARATIVO DE DIVERSIDAD EN LISSAMPHIBIA

Con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, complete el Cuadro I de información biológica para los principales grupos taxonómicos en Lissamphibia.

**Cuadro I.** Información biológica para los principales grupos taxonómicos en Lissamphibia.

<p><b>Orden:</b> Caudata  <b>Familia:</b> Sirenidae  <b>Especie representativa:</b>  <b># de especies</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Orden:</b> Caudata  <b>Familia:</b> Plethodontidae  <b>Especie representativa:</b>  <b># de especies</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Orden:</b>  <b>Familia:</b>  <b>Especie representativa:</b>  <i>Taricha granulosa</i>  <b># de especies</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Orden:</b> Caudata  <b>Familia:</b>  <b>Especie representativa:</b>  <b># de especies</b>  <b>Hábitat:</b> Acuática y terrestre  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b>          Surcos costales prominentes          Cuerpo moteado de amarillo / verde sobre negro          Los dedos del pie anchos en la base y cónicos en las puntas</p>		

<p>Orden: Anura                  Familia: Hylidae                  Especie representativa:                  # de especies                  Hábitat:                  Dieta:                  Características claves del grupo:</p>		
<p>Orden: Anura                  Familia:                  Especie representativa:                  # de especies                  Hábitat:                  Dieta:                  Características claves del grupo:</p>		
<p>Orden: Anura                  Familia: Ranidae                  Especie representativa:                  # de especies                  Hábitat:                  Dieta:                  Características claves del grupo:</p>		
<p>Orden: Anura                  Familia:                  Especie representativa:                  # de especies                  Hábitat:                  Dieta:                  Características claves del grupo:                  Piel áspera, no hay glándulas parótidas, patas cortas, pupila vertical, tubérculo afilado (espada) en la pata trasera. Protuberancias rojizas redondas de color en la piel.</p>		

<p>Orden: Anura          Familia:          Especie representativa:          # de especies          Hábitat:          Dieta:          Características claves del grupo:</p>		
--	---	---

**RESULTADO**

El alumno presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, día de realización y objetivos.
2. Esquemas de los distintos grupos de Lissamphibia observados en el laboratorio de vertebrados. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.
3. Base de datos morfométricos generados con base en los distintos grupos de Lissamphibia observados en el laboratorio de Vertebrados.
4. Obtener los gráficos obtenidos del análisis de regresión lineal, comparando los datos correspondientes, a través de tres gráficos de correlación.
5. Cuadro presentado en esta práctica, con la información biológica completa para los principales grupos taxonómicos de Lissamphibia.

**REFERENCIAS**

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

San Mauro S. 2012. Anfibios. Capítulo 40. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

Internet:

Amphibia Web. 2022. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California. <http://amphibiaweb.org/>

Frog Watch. 2022. Identifying Frogs. NatureWatch  
<https://www.naturewatch.ca/frogwatch/how-to-guide/identifying-frogs/>

## PRÁCTICA #5.

### BIOLOGÍA DE REPTILES:

#### UN EJEMPLO CON TESTUDINES Y SERPENTES

### INTRODUCCIÓN

La taxonomía biológica tradicional clasificó a los reptiles (Clase Reptilia [Latin: *repere* = reptar, que repta]) como un grupo de animales vertebrados amniotas provistos de escamas epidérmicas de queratina. Sin embargo, los resultados recientes con base en estudios con métodos filogenéticos moleculares indican que los “reptiles” no forman un grupo natural, como ya señalaban previos análisis cladísticos con caracteres morfológicos. Por tanto, la taxonomía biológica actual reconoce que Reptilia no es un grupo monofilético definido por características en común (sinapomorfías), debido a que excluye a las aves (eg., ver Carranza 2012 para más detalle).

Actualmente, Reptilia es incluido dentro de Sauropsida (del latín *saurus* [lagarto] y *opsido* [de aspecto]), la cual es una categoría taxonómica natural, i.e., origen evolutivo en común o monofilético. Los saurópsidos son animales tetrápodos que se originaron desde un ancestro en común que apareció en el Carbonífero (hace 300 millones de años) y que incluye a los animales tradicionalmente clasificados como “reptiles”; ie., Testudines (Tortugas), Lepidosauria (lagartos, serpientes, anfisbenios y tuátaras) y Archosauria (cocodrilos y aves) (Carranza 2012).

Testudines y Lepidosauria son grupos con representantes con un origen monofilético y que presentan características compartidas como el huevo amniótico, queratinización epitelial, muda de piel y número de fenestras.

El grupo de los Testudines se diferencia de otros saurópsidos por presentar autapomorfías (características únicas) como el cuerpo en caparazón dorsal y plastrón ventral (compuesto de 2 capas:  $\beta$ -queratina y hueso), apéndices y cinturones apendiculares situados dentro de las costillas, quijadas con pico córneos en lugar de

dientes, vértebras y costillas fusionadas al carapacho, y no expanden el pecho para respirar.

Dentro del grupo de los Lepidosauria, las serpientes (Serpentes) se caracterizan por presentar una doble fenestra temporal, adaptaciones evolutivas como un cráneo cinético, hemipenes, órgano de Jacobson, órganos termorreceptores, colmillos modificados (eg., con glándulas de veneno) y un aparato lingual (músculo acelerador).

### **COMPETENCIA**

Describir la morfología de los reptiles con el uso de ejemplares biológicos para inferir las posibles funciones ecomorfológicas de sus adaptaciones anatómicas con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad.

### **OBJETIVOS**

1. Analizar las principales estructuras externas e internas de Sauropsida con representantes Testudines, y detectar los caracteres compartidos o sinapomórficos.
2. Analizar las principales estructuras externas e internas de Sauropsida con representantes del grupo de Lepidosauria, con especial énfasis en el grupo de Serpentes, y detectar los caracteres compartidos o sinapomórficos.

### **MATERIAL**

1. Guantes para manipular animales fijados/preservados con formol y/o alcohol al 70%.
2. Estereoscopio (1 por alumno).
3. Charola de disección.
4. Estuche de disección.
5. Piseta con agua (1x mesa).
6. Vernier y regla.
7. Material bibliográfico y en línea.

### **METODOLOGÍA**

## PASO 1.

### ESQUEMAS DE ESTRUCTURAS INTERNAS Y EXTERNAS DE TESTUDINES

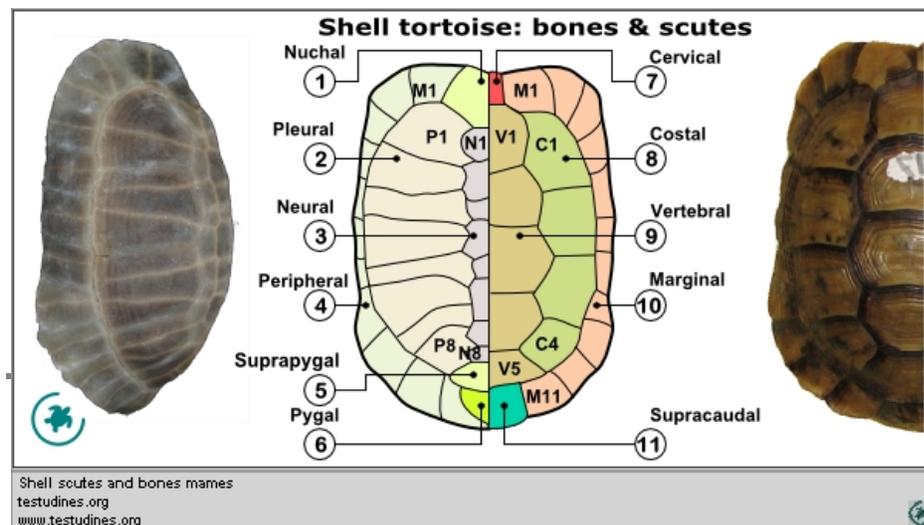
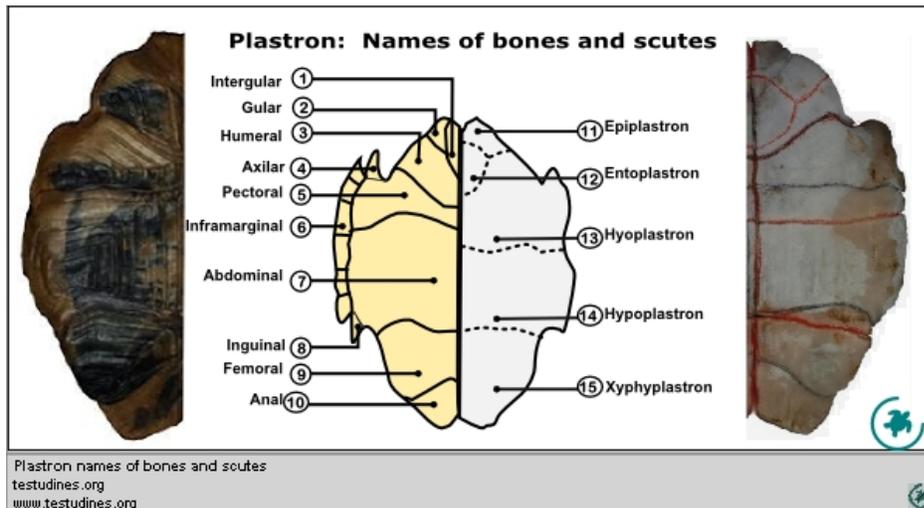
A partir de la observación de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, a simple vista y/o a través del uso de microscopios, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, realice lo siguiente:

1. Localice y describa con esquemas la anatomía externa de las tortugas del número de ejemplares proporcionados en el laboratorio.
2. Compare, identifique y describa con esquemas los elementos anatómicos del caparazón y plastrón de los ejemplares dados en clase. Apóyese en los elementos de identificación dadas en esta práctica (Figura 1).
3. Localice en los diferentes ejemplares los siguientes datos y regístrelos en un cuadro de datos como sigue:
  - a) Escudos del espaldar: nucal, pleurales, neurales, marginales, suprapigal, pigal.
  - b) Huesos del espaldar: costales, vertebrales, marginales, supracaudal.
  - c) Escudos del plastrón: intergular, gular, humeral, axilar, pectoral, inframarginal, abdominal, inguinal, femoral, anal.
  - d) Registre la presencia y el número de escudos de los diferentes elementos del caparazón.
  - e) Registre el color, textura y presencia de ornamentaciones del caparazón.
  - f) Registre en un cuadro de datos las siguientes medidas morfométricas: LCL: longitud lineal del caparazón; LCW = anchura lineal del caparazón; LPL = longitud lineal del plastrón; LPW = anchura lineal del plastrón.
4. Aplique la fórmula plastral de los diferentes ejemplares dados en clase. La medición se realiza con el uso de un vernier colocado en la sutura media de cada escudo del plastrón, tal y como se muestra en el cuadro de ejemplo siguiente:

Primer ejemplar		
Escudo	mm	Orden
Intergular: intergul	25	5
Gular: gul	31	4
Humeral: hum	17	6
Pectoral: pect	37	3
Abdominal: abd	58	1
Femoral: fem	31	4
Anal: an	42	2

Así, la fórmula plastral para el ejemplar anterior, con base en las medidas señaladas, es la siguiente: abd > an > pect > gul >< fem > intergul > hum

Figura 1. Elementos de identificación del grupo Testudines





Los machos tienen garras más largas, y colas más largas que las hembras, y en machos la apertura de la cloaca está más abajo en la cola.

### PASO 2.

#### ESQUEMAS DE ESTRUCTURAS INTERNAS Y EXTERNAS DE SERPENTES

A partir de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados realice lo siguiente.

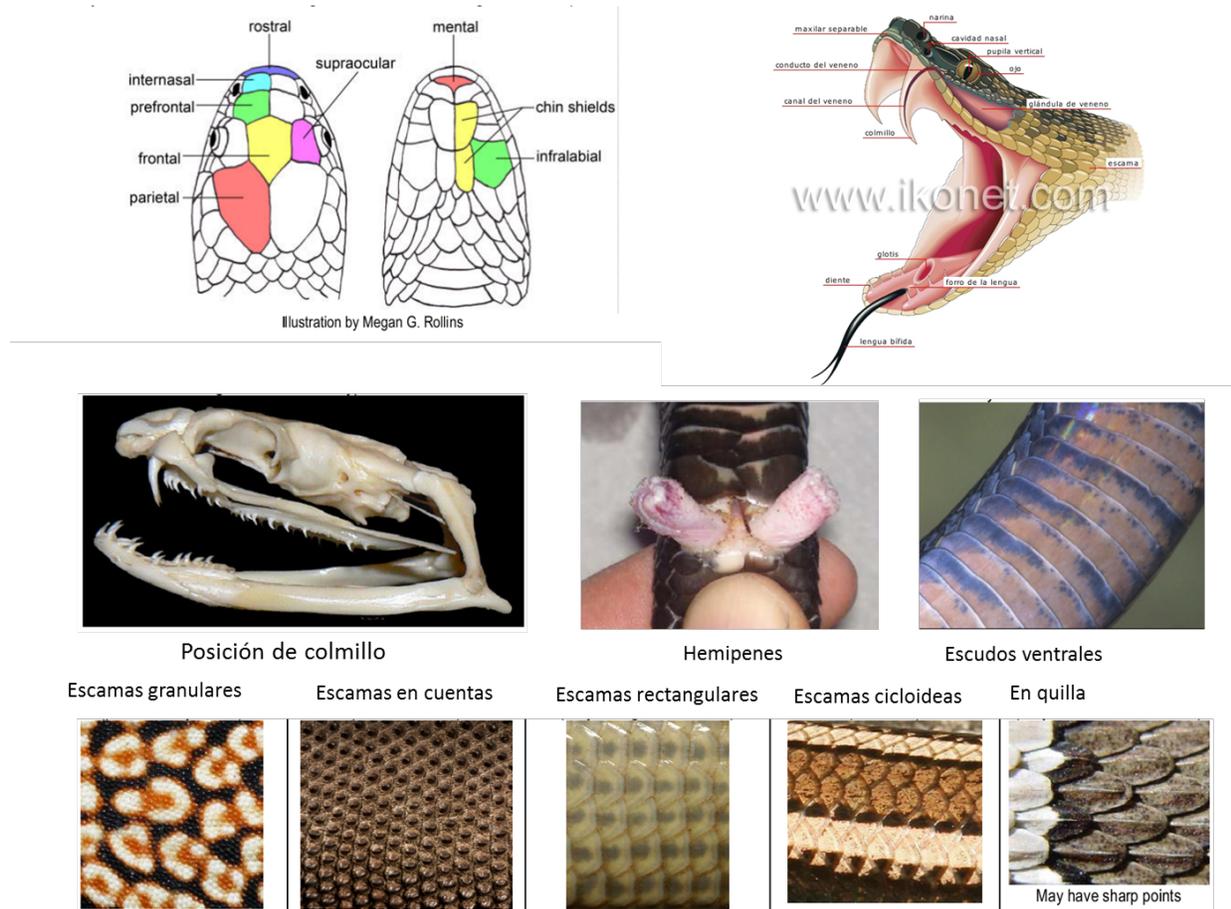
1. Compare y describa en una tabla un espécimen de *Crotalus* (venenosa) con uno no venenoso (culebra).

- De ambos especímenes, describa las siguientes características: foseta loreal, forma de la cabeza, forma terminal de la cola, forma del cuerpo, tipo de escamas, posición y presencia de colmillos.

- Para ambos especímenes, indique las diferencias o similitudes entre las proporciones de tamaños de cada una de las características anteriormente mencionadas.

2. Compare y describa esquemáticamente con imágenes digitales de cuatro especies/ejemplares distintos de serpientes proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, su patrón de distribución de las placas cefálicas ventrales y dorsales. Apóyese en los elementos de identificación dadas en esta práctica (Figura 2).

Figura 2. Elementos de identificación del grupo Serpentes



**RESULTADO**

El alumno presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, día de realización y objetivos.
2. Esquemas de los distintos grupos de reptiles (ie., Testudines y Serpentes) observados en el laboratorio de Vertebrados. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.
3. Base de datos morfométricos generados con base en los distintos grupos de reptiles (ie., Testudines y Serpentes) observados en el laboratorio de Vertebrados.

4. Fórmulas plastrales de los diferentes ejemplares de tortugas proporcionados en el laboratorio.
5. Tabla comparativa de características entre serpientes venenosas y no venenosas.
6. Descripción y comparación de la distribución de las escamas cefálicas en diferentes grupos de Serpentes.

### **REFERENCIAS**

Carranza S. 2012. Saurópsidos. Capítulo 42. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

Internet:

Beltz E. 2007 (updated 2008). Scientific and Common Names of the Reptiles & Amphibians of North America - Explained. <http://ebeltz.net/herps/etymain.html>

## PRÁCTICA #6.

### BIOLOGÍA DE AVES

#### **INTRODUCCIÓN**

Las aves (del latín *avis* [ave]) son vertebrados ovíparos, con temperatura corporal relativamente constante, y con cuerpo recubierto de plumas. Las cuatro extremidades de las aves se dividen en dos patas y dos alas (generalmente adaptadas al vuelo). Las aves se caracterizan por presentar una boca con pico y sin dientes (excepto en algunas aves extintas; Ericson 2012).

En términos evolutivos, las aves derivaron de los dinosaurios terópodos, con los que comparten algunos caracteres morfológicos. Por ejemplo, extremidades anteriores alargadas (e.g., alas), huesecillo carpiano de la muñeca (modificado en aves para plegar sus alas), fúrcula (fusión de dos clavículas; en las aves, la fúrcula ayuda a la aireación durante el vuelo), y pubis con posición posterior (inclinada hacia atrás). Actualmente se clasifica a los dinosaurios, aves y cocodrilos como un grupo denominado Archosauria (gr. *arkhi* "primero" o "mandar"), que se interpreta como "el primero en su origen" (Ericson 2012).

#### **COMPETENCIA**

Describir la morfología de las aves con el uso de ejemplares biológicos para inferir las posibles funciones ecomorfológicas de sus adaptaciones anatómicas con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad.

#### **OBJETIVO**

Analizar las principales estructuras morfológicas adaptativas al vuelo dentro del grupo de las aves.

#### **MATERIAL**

1. Guantes para manipular animales fijados/preservados por taxidermia.
2. Estereoscopio (1 por alumno).
3. Charola de disección.

4. Estuche de disección.
5. Piseta con agua (1x mesa).
6. Vernier y regla.
7. Material bibliográfico y en línea.

### **METODOLOGÍA**

1. Describa con esquemas los tipos de plumas y su función biológica de los ejemplares de aves proporcionados en el laboratorio.
2. Describa con esquemas el arreglo y terminación de las plumas timoneras e infiera su función biológica.
3. Describa con esquemas los picos de los especímenes de aves proporcionados en el laboratorio e infiera la adaptación a su estilo de vida.
4. Describa con esquemas los tipos de patas y uñas de los especímenes de aves proporcionados en el laboratorio e infiera la adaptación a su estilo de vida.
5. Describa con esquemas el tipo de alas y su relación con la forma de vuelo de los ejemplares de aves proporcionados en el laboratorio.
6. Con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, complete el Cuadro I sobre los diferentes aspectos de la aerodinámica de las aves en relación con su tipo de alas.

Para las actividades anteriormente mencionadas, apóyese con las imágenes proporcionadas en el Apéndice I: Elementos de identificación de aves.

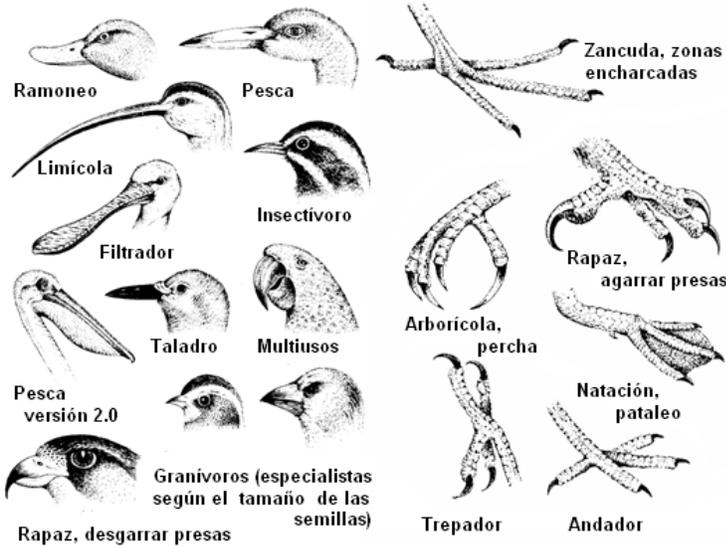
### **Cuadro I. Aerodinámica de las aves en relación con su tipo de alas.**

Características	Ala elíptica (corta y redonda)	Ala de forma cónica	Ala de veleo (larga y estrecha)	Ala larga y amplia
-----------------	-----------------------------------	------------------------	------------------------------------	-----------------------

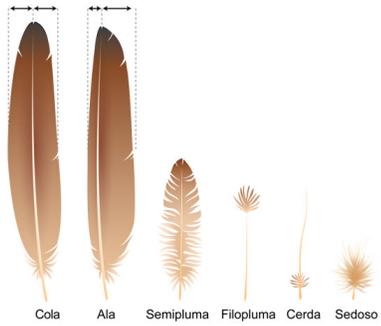
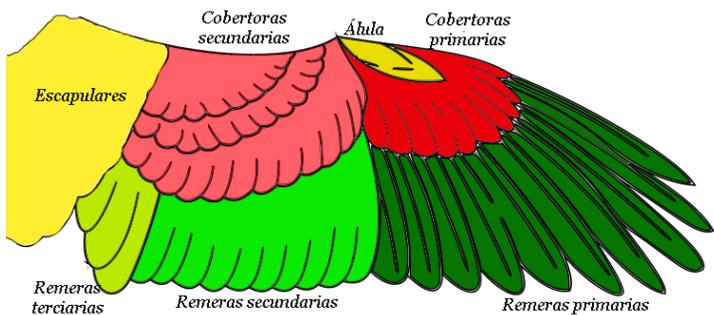
Ejemplos:				
Perfil alar			Muy Bajo	
Álula			Ausente	
Velocidad		Rápida		
Aceleración				Rápida
Maniobrabilidad		Alta		Alta
Resistencia	Bajo (3 – 6)			
Relación de aspecto		Bajo (aves chicas) Alta (aves grandes)		
Carga Alar		Bajo (aves chicas) Alta (aves grandes)		

**Apéndice I: Elementos de identificación de aves.**

<p><b>Straight:</b> doesn't change direction, Great Blue Heron</p> 	<p><b>Terete:</b> cylindrical, with similar width all along its length, Rufous Hummingbird</p> 	<p><b>Compressed:</b> laterally flattened, taller than wide, Atlantic Puffin</p> 
<p><b>Hooked:</b> upper mandible extends past &amp; is bent over the tip of lower, Bald Eagle</p> 	<p><b>Notched:</b> bill has nick in sides of mandible, American Robin</p> 	<p><b>Toothed:</b> upper mandible has a "tooth" on side, Peregrine Falcon</p> 
<p><b>Depressed:</b> bill is wider than high, Mallard</p> 	<p><b>Spatulate:</b> much widened like a spoon, towards its tip, Northern Shoveler</p> 	<p><b>Lamellate:</b> series of transverse tooth-like ridges, along interior margins, Northern Shoveler</p> 
<p><b>Serrate:</b> saw-like, or tooth-like edges, Hooded Merganser</p> 	<p><b>Chisel-like:</b> long straight, tapers to a point near the tip, Pileated Woodpecker</p> 	<p><b>Acute:</b> bill tapers to a sharp point at the tip, (longer than wide), Yellow Warbler</p> 
<p><b>Stout:</b> just as high as wide at base, Ruffed Grouse</p> 	<p><b>Conical:</b> bill has the shape of a cone, ~ as long as wide, American Goldfinch</p> 	<p><b>Swollen:</b> sides of mandibles are convex, Western Tanager</p> 



© Rodrigo Valenzuela A.



Bird Nails & Feet: Common Variations			
<p><b>Nails Acute:</b> nails are extremely curved &amp; sharp-pointed.</p> 	<p><b>Nails Obtuse:</b> nails less curved with rather blunt points.</p> 	<p><b>Nails Flattened:</b> nails are very flat &amp; broad; resemble a human fingernail, as in a grebe.</p> 	<p><b>Pectinate nail:</b> nails have serrated edges, as the middle nail of a heron</p> 
<p><b>Palmate</b> Webbing links 3 front toes, fully.</p> 	<p><b>Totipalmate</b> Webbing links all four toes.</p> 	<p><b>Lobate</b> Each toe has independent webbing.</p> 	<p><b>Semipalmate</b> Webbing doesn't extend to the tip of the toes. May be far less than below, or just 1 side.</p> 
<p><b>Zygodactyl</b> Toes #2 &amp; #3 forward, #1 &amp; #4 backward</p> 	<p><b>Raptorial</b> Toes deeply cleft, with large, strong, sharply curved nails (talons)</p> 	<p><b>Anisodactyl</b> 1<sup>st</sup> toe faces backwards</p> 	<p><b>Syndactyl</b> 2<sup>nd</sup> &amp; 3<sup>rd</sup> toes joined at base</p> 

<p><b>Short:</b> tail &lt; length of trunk, Least Sandpiper</p> 	<p><b>Long:</b> tail &gt; length of trunk, Black-Billed Magpie</p> 	<p><b>Square:</b> retrices are equal in length, Sharp-shinned Hawk</p> 
<p><b>Rounded:</b> retrices shorter by equal amounts from center to outermost, Red-winged Blackbird</p> 	<p><b>Emarginate (Indented):</b> retrices lengthen successively from middle to outermost, in small, equal gradations (indent &lt; 1/2 tail length), American Goldfinch</p> 	
<p><b>Pointed:</b> middle retrices much longer than outer rows, rate of increase greatest at center Ring-necked Pheasant</p> 	<p><b>Forked:</b> retrices lengthen from middle to outermost at an increasing rate, (forking &gt; 1/2 tail length), Arctic Tern</p> 	

### **RESULTADO**

El alumno presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, día de realización y objetivos.
2. Esquemas de las distintas estructuras morfológicas adaptativas al vuelo de los especímenes de aves observados en el laboratorio de vertebrados. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.
3. Cuadro presentado en esta práctica, con la información completa de los aspectos de la aerodinámica de las aves en relación con su tipo de alas.

### **REFERENCIAS**

Ericson PGP. 2012. Aves. Capítulo 43. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

### **Internet:**

The Cornell Lab of Ornithology. 2022. <http://www.birds.cornell.edu/>

## PRÁCTICA #7.

### BILOGÍA DE MAMÍFEROS: UN EJEMPLO CON MEDIDAS CRANEOMÉTRICAS

#### INTRODUCCIÓN

Los mamíferos (del latín *mamma* [teta]) son vertebrados sinápsidos homeotermos que comparten caracteres sinapomórficos como la presencia de pelo, glándulas mamarias que producen leche, tres huesos en el oído medio (martillo, yunque y estribo), mandíbula formada por un sólo hueso (dentario), y la articulación de la mandíbula con el cráneo entre los huesos dentario y escamoso (Vargas 2012). Además de estos caracteres, existen otros que conforman la anatomía básica de un mamífero como la presencia de costillas únicamente en la región torácica, diafragma y dos cóndilos occipitales, y presentar heterodoncia y difiodoncia durante su ontogenia (Vaughan et al. 2013, Pough et al. 2018).

El ancestro común más reciente de los mamíferos tiene una fecha de divergencia de alrededor de 200 millones de años (Ma) durante el Triásico tardío. Esto quiere decir que el ancestro de todos los mamíferos coexistía en la Tierra junto con los dinosaurios por un largo tiempo. Sin embargo, no fue sino hasta la extinción de los dinosaurios (hace unos 65 Ma) que diversificaron distintos linajes de mamíferos, hasta convertirse en un grupo de vertebrados muy exitoso. Tal es el hecho, que hoy en día los mamíferos habitan casi cualquier ecosistema del planeta, adaptados al medio terrestre, acuático y aéreo (Vargas 2012).

Actualmente, se reconocen cerca de 6,500 especies (Burgin et al. 2018), excluyendo a las del registro fósil, y se agrupan en tres clados principales: monotremas (Prototheria), marsupiales (Metatheria) y placentarios (Eutheria). Los monotremas se reproducen a partir de huevos, poseen “campos mamarios” en lugar de glándulas mamarias y un cráneo acuminado hacia el hocico en forma de pico. Los marsupiales son vivíparos, paren a sus crías en etapas embrionarias tempranas y éstas completan su desarrollo fijados a las mamas de la madre dentro de una bolsa epidérmica llamada marsupio. Los placentarios también son vivíparos, pero en ellos las crías son retenidas

en el útero de la madre hasta etapas muy avanzadas de su desarrollo y son alimentadas a partir de una placenta (Vargas 2012).

### **COMPETENCIA**

Identificar y medir cráneos con el uso de ejemplares de mamíferos para establecer taxa del grupo, con disciplina, pensamiento crítico y responsabilidad.

### **OBJETIVO**

Identificar con base en medidas craneométricas distintos grupos taxonómicos de mamíferos.

### **MATERIAL**

1. Guantes para manipular animales fijados/preservados por taxidermia.
2. Estereoscopio (1 por alumno).
3. Charola de disección.
4. Estuche de disección.
5. Piseta con agua (1x mesa).
6. Vernier y regla.
7. Material bibliográfico y en línea.

### **METODOLOGÍA**

#### **PASO 1.**

#### **ESQUEMAS DE ESTRUCTURAS GENERALES Y CRANEALES DE MAMMALIA**

A partir de la observación de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados, a simple vista y/o a través del uso de microscopios, y con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, realice lo siguiente:

1. Localice y describa esquemáticamente las estructuras craneales siguientes: diferentes tipos de dientes (incisivos, caninos, premolares y molares), cresta sagital, cóndilos occipitales, bulas auditivas, diastema y dentario. Describa y compare la

morfología de los dientes de un mamífero herbívoro, un carnívoro y un insectívoro, señalando y haciendo énfasis en su número, tamaño, cúspides y superficie oclusal.

2. Localice y describa esquemáticamente las siguientes estructuras externas en las pieles de los ejemplares proporcionados: cabeza, hocico, cola, extremidades anteriores y posteriores, uñas, falanges, metacarpos, carpos, pelo, vibrisas, mamas, patagios (propatagio, plagiopatagio, dactilopatagios y uropatagio), trago y calcáneo.

## PASO 2.

### ANÁLISIS CRANEOMÉTRICO

A partir de los ejemplares proporcionados en el laboratorio de Vertebrados realice lo siguiente.

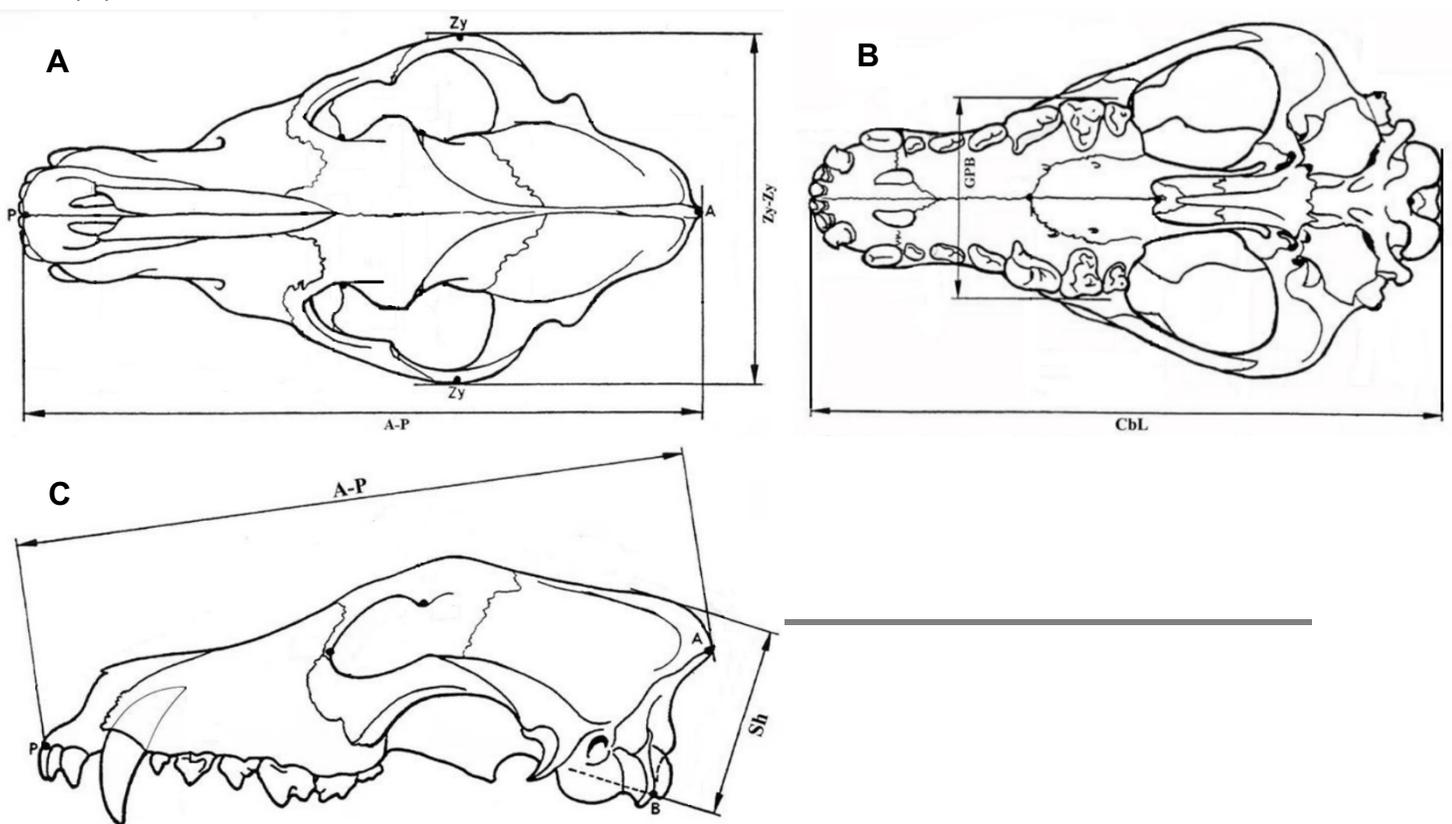
1. Construya una base de datos de medidas craneométricas de distintas especies de mamíferos (3) x triplicado.

2. Las medidas craneométricas de los tres ejemplares por cada una de las tres especies de mamíferos, deben ser tomadas como se muestra en el patrón de letras e imagen siguiente:

(A) Vista dorsal: **AP** = longitud total, **ZyZy** = anchura cigomática;

(B) Vista ventral: **CbL** = longitud condilobasal, **GPB** = anchura máxima del paladar;

(C) Vista lateral: **Sh** = altura del cráneo.



3. Una vez generada la base de datos de medidas craneométricas, realice un análisis estadístico de regresión lineal, comparando los datos correspondientes de las medidas obtenidas.

**PASO 3.**

**CUADRO COMPARATIVO DE DIVERSIDAD EN MAMMALIA**

Con apoyo de imágenes de la literatura recomendada y la disponible de libre acceso en el internet, complete el Cuadro I de información biológica para los principales grupos taxonómicos en Mammalia.

**Cuadro I.** Información biológica para los principales grupos taxonómicos en Mammalia.

<p><b>Orden:</b>  <b>Familias representadas:</b>  <b>Especies:</b> <i>Dipodomys ordii</i>,  <i>Sciurus aberti</i>  <b># de especies:</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Orden:</b>  <b>Familias representadas:</b>  <b>Especies:</b> <i>Lynx rufus</i>,  <i>Crocuta crocuta</i>  <b># de especies:</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		

<p><b>Orden:</b>  <b>Familias representadas:</b>  <b>Especies:</b> <i>Tachyglossus aculeatus</i>, <i>Ornithorhynchus anatinus</i>  <b># de especies:</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Orden:</b>  <b>Familias representadas:</b>  <b>Especies:</b> <i>Ovis canadensis</i>, <i>Bison bison</i>  <b># de especies:</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Órdenes representados:</b>  <b>Familias representadas:</b>  <b>Especies:</b> <i>Didelphis virginiana</i>, <i>Macropus rufus</i>  <b># de especies:</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		
<p><b>Orden:</b>  <b>Familias representadas:</b>  <b>Especies:</b> <i>Tapirus terrestris</i>, <i>Equus hemionus</i>  <b># de especies:</b>  <b>Hábitat:</b>  <b>Dieta:</b>  <b>Características claves del grupo:</b></p>		

**Orden:**  
**Familias representadas:**  
**Especies:** *Tamandua mexicana*, *Dasyus novemcinctus*  
**# de especies:**  
**Hábitat:**  
**Dieta:**  
**Características claves del grupo:**



**Orden:**  
**Familias representadas:**  
**Especies:** *Eptesicus fuscus*, *Antrozous pallidus*  
**# de especies:**  
**Hábitat:**  
**Dieta:**  
**Características claves del grupo:**



**Orden:**  
**Familias representadas:**  
**Especies:** *Alouatta belzebul*, *Lemur catta*  
**# de especies:**  
**Hábitat:**  
**Dieta:**  
**Características claves del grupo:**



**Orden:**  
**Familias representadas:**  
**Especies:** *Tursiops truncatus*, *Orcinus orca*  
**# de especies:**  
**Hábitat:**  
**Dieta:**  
**Características claves del grupo:**



**Orden:**  
**Familias representadas:**  
**Especies:** *Ochotona princeps*, *Lepus californicus*  
**# de especies:**  
**Hábitat:**  
**Dieta:**  
**Características claves del grupo:**



## RESULTADO

El estudiante presentará dentro de su bitácora lo siguiente:

1. Nombre de la práctica, día de realización y objetivos.
2. Esquemas de los distintos grupos de Mammalia observados en el laboratorio de vertebrados. Los esquemas deben ser realizados a mano y/o transformados a un formato digital para su evidencia de entrega.
3. Base de datos craneométricos generados con base en los distintos grupos de Mammalia observados en el laboratorio de vertebrados.
4. Gráficos obtenidos del análisis de regresión lineal, comparando los datos correspondientes, a través de tres gráficos de correlación.
5. Cuadro presentado en esta práctica, con la información biológica completa para los principales grupos taxonómicos de Mammalia.

## REFERENCIAS

Burgin CJ, JP Colella, PL Kahn & NS Upham. 2018. How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1): 1-14. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>

Feldhamer GA, JF Merritt C, Krajewski, JL Rachlow & KM Stewart. 2020. *Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology*. Johns Hopkins University Press. 5th edition.

Kardong K. & E. Zalisko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough FH & CM Janis. 2018. Vertebrate Life. Sinauer Associates – Oxford University Press. 10th edition.

Ryan JM. 2018. Mammalogy Techniques. Lab Manual. Johns Hopkins University Press.

Vargas P. & R. Zardoya. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

Vargas P. 2012. Mamíferos. Capítulo 41. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Vaughan, TA, JM Ryan & NJ Czaplewski. 2013. Mammalogy. Jones & Bartlett Learning. 6th edition.

Internet:

American Society of Mammalogists (ASM): <https://www.mammalsociety.org/>

North American Society for Bat Research (NASBR): <https://www.nasbr.org/>

Wilson and Reeder's Mammal Species of the World. Third Edition:  
<https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/>

## PRÁCTICA DE CAMPO

### **INTRODUCCIÓN**

Las áreas naturales albergan ecosistemas representantes de una región, lo que permite explorar y cuantificar su biodiversidad. El conteo de la biodiversidad en áreas de tamaño definido es una técnica clásica para las distintas metodologías de la biología de campo. Los conteos sencillos de cuántas y cuáles especies ocurren en un tiempo y espacio determinado permiten estimar la riqueza específica y abundancia de la biodiversidad en áreas definidas. Para esto, se necesita de dos elementos: 1) definir el tamaño del área de estudio (2) que los organismos estén relativamente inmóviles durante el periodo del conteo.

En campo, la unidad de muestreo puede ser definido como “cuadrante”. El cuadrante es una técnica de muestreo convencional para cuantificar vertebrados como mamíferos, sauropsidos (e.g, “reptiles” y anfibios) y aves, y se requiere entrenar a alumnos para que desarrollen una visión rápida, y la captura de datos de fauna en movimiento a través del uso de medios digitales versátiles (cámaras digitales con audio).

Determinar el tamaño y forma del cuadrante permite cuantificar las observaciones de los organismos vertebrados en términos estadísticos. Por tanto, como un primer paso para comprender el trabajo de campo por esta técnica de muestreo, es necesario definir la forma del cuadrante. El término cuadrante significa “figura de cuadros”; sin embargo, en la naturaleza este término es usado para referirse a cualquier unidad de muestreo, ya sea circular, hexagonal o, incluso, irregular en trazo.

### **COMPETENCIA**

Analizar y distinguir los diferentes grupos de vertebrados con el uso de herramientas de video y apoyos gráficos, con pensamiento crítico y responsabilidad.

### **OBJETIVO**

Realizar trabajo de campo en algún área natural de la región y enlistar un inventario faunístico aplicando tablas de clasificación de los vertebrados.

### **MATERIAL**

1. Libreta de campo
2. Prismáticos
2. Lupa
3. Equipo y/o aplicación electrónica para capturar georreferencias
4. Equipo y/o aplicación electrónica para capturar audio e imágenes digitales
5. Equipo y ropa de campo
6. Guías de campo para distintos grupos de vertebrados

### **METODOLOGÍA**

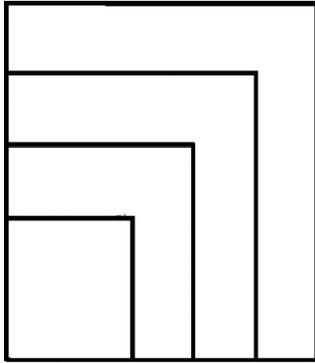
#### **PASO 1.**

#### **TRABAJO DE CAMPO**

Realizar un muestreo no destructivo, sistemático-aleatorio en algún área natural de la región (eg., Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir, Baja California). Se evaluará y comparará la riqueza y abundancia de las especies de vertebrados en los distintos ecosistemas que presente el área visitada. Ya ubicado en el área natural a explorar su diversidad de vertebrados, realice lo siguiente.

1. Delimite la zona de muestreo y secciónela en tres zonas según la geografía del área de estudio, por ejemplo: superior, medio e inferior.
2. Seleccione según las condiciones del terreno y punto inicial de muestreo, de manera “azaroso”, tanto como sea posible. Defina cinco cuadrantes anidados de muestreo de 20 m<sup>2</sup> cada uno, hasta alcanzar los 100 m (Figura 1).

**Figura 1. Cuadrante anidado. Cada cuadrante es incluido dentro de otro cuadrante, de manera iterativa.**



3. Observe usando prismáticos sobre los cuadrantes de muestreo y con apoyo de sus compañeros de equipo y las guías de campo, identifique y cuantifique todos los organismos voladores observados (eg., aves y murciélagos). Anote todos los datos en el formato para el trabajo de campo (Cuadro 1). Tome fotografías y/o audios, describa lo observado y/o escuchado en campo. En el Cuadro 1, en lo posible nombre cada especie de 1 a n, de manera ascendente. Posteriormente en gabinete (Laboratorio de vertebrados) se buscará la identificación taxonómica de las imágenes y/o audios digitales capturados en el campo.

4. Observe a ojo y/o usando lupas, con apoyo de sus compañeros de equipo, remueva las rocas con cuidado y detecte la presencia de organismos terrestres (eg., reptiles y anfibios). Al término de esta exploración deberá dejar la zona con la menor perturbación posible. Tome fotografías y/o audios, describa lo observado y/o escuchado en campo. En el Cuadro 1, en lo posible nombre cada especie de 1 a n, de manera ascendente. Posteriormente en gabinete (Laboratorio de vertebrados) se buscará la identificación taxonómica de las imágenes y/o audios digitales capturados en el campo.

5. Observe a ojo y/o usando lupas, con apoyo de sus compañeros de equipo, remueva las rocas con cuidado y detecte la presencia de heces y huellas de vertebrados terrestres (eg., serpientes y mamíferos). Al término de esta exploración deberá dejar la zona con la menor perturbación posible. Tome fotografías, usando guantes de carnaza tome muestras de heces sólidas en bolsas de plástico biodegradable y/o describa lo visto en su bitácora de campo. Enumere cada observación de 1 a n, de manera

ascendente. Posteriormente en gabinete se buscará la identificación de las imágenes capturadas en el campo.

6. De manera iterativa, se repite esta operación hasta alcanzar los cinco cuadrantes anidados.

**Cuadro 1. Formato para el trabajo de campo.**

Complete un formato por cada cuadrante explorado.

Integrantes del equipo de trabajo _____ _____ _____ _____		
Cuadrante 1 (20 m) Fecha _____ Hora de muestreo _____ Tipo de ecosistema _____		
Esquema y breve descripción del cuadrante 1  _____ _____ _____		
<b>1. Organismos aéreos</b>		
Especie	Número de individuos	Observaciones
1		
2		
3		
n...		
<b>2. Organismos terrestres</b>		
Especie	Número de individuos	Observaciones
1		
2		
3		
n...		
<b>3. Rastros de huellas y/o heces</b>		
	Número de	Observaciones

	observaciones	
1		
2		
3		
n...		

## **PASO 2.**

### **TRABAJO DE GABINETE**

En el laboratorio de vertebrados, a partir de los ejemplares recolectados en el campo, contraste los resultados contra lo esperado de acuerdo con las guías de campo de los distintos grupos de vertebrados de la región.

### **RESULTADO**

El alumno presentará dentro de su bitácora de campo lo siguiente:

1. Nombre de la práctica de campo, área natural visitada, georreferencias, tipo de ecosistema (s), fecha (s) y objetivos.
2. Cuadro presentado en esta práctica de campo, con la información completa de las distintas especies de vertebrados aéreos, terrestres y vestigios de huellas y/o heces para cada cuadrante explorado.

### **REFERENCIAS**

Aguilar-Aguilar R & Rivas G. 2017. Vertebrados. Manual de captura, manipulación y estudio. Las prensas de ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Ruíz-Campos et al. 2014. Manual de técnicas de selectas para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en Bala California. Mexicali, Baja California, UABC.

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

Internet:

Amphibia Web. 2022. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California. <http://amphibiaweb.org/>

Beltz E. 2007 (updated 2008). Scientific and Common Names of the Reptiles & Amphibians of North America - Explained. <http://ebeltz.net/herps/etymain.html>

Frog Watch. 2022. Identifying Frogs. NatureWatch  
<https://www.naturewatch.ca/frogwatch/how-to-guide/identifying-frogs/>

iNaturalist App. 2022.

[https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android&hl=es_MX&gl=US)

The Cornell Lab of Ornithology. 2022. Merlin Bird App.

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_MX&gl=US)

## BIBLIOGRAFIA

### **REFERENCIAS**

Aguilar-Aguilar R & Rivas G. 2017. Vertebrados. Manual de captura, manipulación y estudio. Las prensas de ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Bertrand S y Escrivá H. 2012. Cordados. Capítulo 37. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Burgin CJ, JP Colella, PL Kahn & NS Upham. 2018. How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1): 1-14. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>

Carranza S. 2012. Saurópsidos. Capítulo 42. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Doadrio I y Domínguez- Domínguez O. 2012. Actinopterigios. Capítulo 38. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Ericson PGP. 2012. Aves. Capítulo 43. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Feldhamer GA, JF Merritt C, Krajewski, JL Rachlow & KM Stewart. 2020. Mammalogy: Adaptation, Diversity, Ecology. Johns Hopkins University Press. 5th edition.

Homberger & Walker. Vertebrate dissection. 9na ed. Thomson.

Kardong & Zalsko. Comparative Vertebrate Anatomy. A Laboratory dissection guide. 3ra ed.

Nelson JS. 2006. Fishes of the World. Nueva York, John Wiley & Sons.

Pough et al. 2008. Vertebrate Life, 7-9th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Ruíz-Campos et al. 2014. Manual de técnicas de selectas para la evaluación de poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético en Bala California. Mexicali, Baja California, UABC.

Ryan JM. 2018. Mammalogy Techniques. Lab Manual. Johns Hopkins University Press

San Mauro S. 2012. Anfibios. Capítulo 40. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Vargas P. 2012. Mamíferos. Capítulo 41. En: Vargas P. & Zardoya R. (eds). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. Impulso Global Solutions, S.A. Madrid, España.

Vargas P. & Zardoya R. 2014. The Tree of life: evolution and classification of living organisms. Sunderland Mass, New York, Oxford University Press.

Vaughan, TA, JM Ryan & NJ Czaplewski. 2013. Mammalogy. Jones & Bartlett Learning. 6th edition.

### **INTERNET**

American Society of Mammalogists (ASM): <https://www.mammalsociety.org/>

Amphibia Web. 2022. Information on amphibian biology and conservation. Berkeley, California. <http://amphibiaweb.org/>

Beltz E. 2007 (updated 2008). Scientific and Common Names of the Reptiles & Amphibians of North America - Explained. <http://ebeltz.net/herps/etymain.html>

ElasmoDiver.com. 2022. Elasmodiver Shark & Ray Field Guide  
[http://www.elasmodiver.com/sharks\\_and\\_rays.html](http://www.elasmodiver.com/sharks_and_rays.html)

Fishbase. 2022. A global information system on fishes.  
<http://www.fishbase.us/search.php>

Frog Watch. 2022. Identifying Frogs. NatureWatch  
<https://www.naturewatch.ca/frogwatch/how-to-guide/identifying-frogs/>

iNaturalist App. 2022.

[https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android&hl=es_MX&gl=US)

Martin, RA. 2022. Guide to Shark Identification. Biology of Sharks & Rays. ReefQuest Centre for Shark Research.

<http://www.elasmo-research.org/education/ecology/id-guide.htm>

North American Society for Bat Research (NASBR): <https://www.nasbr.org/>

Shark Foundation. 2022. The Orders of the Sharks.

<http://www.shark.ch/Database/Orders/index.html>

The Cornell Lab of Ornithology. 2022. Merlin Bird App.

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es\\_MX&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_MX&gl=US)

Wilson and Reeder's Mammal Species of the World. Third Edition:

<https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/>