



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**MANUAL DE PRÁCTICAS**  
**LABORATORIO DE FISIOLÓGÍA ANIMAL**

**Febrero 2011**

**Nombre del alumno(a):**

---

Sección: \_\_\_\_\_ Matrícula \_\_\_\_\_

Profesor

---

---

Técnico Académico

---

Ciclo Escolar

---

Evaluación

## INTEGRANTES DEL CURSO TEORICO-PRÁCTICO:

Biol. Adriana Lechuga Granados

Biol. David Tafolla Venegas

M.C. Pedro García Garrido

Biol. Ramón Cancino Murillo

Dr. Román Soria Baltazar

D.C. Salvador Manzo Avalos

## EVALUACIÓN DEL CURSO-PRÁCTICO:

Desempeño en laboratorio	20%
Reportes de prácticas	40%
Examen de laboratorio	40%

Puntos importantes de considerar para el trabajo en laboratorio:

- a) Necesaria la puntualidad a laboratorio en caso de inasistencia deberá presentar justificación por escrito al técnico correspondiente.
  - b) Para tener derecho al examen final del laboratorio es necesario tener el 80% de asistencias.
  - c) Para aprobar el curso, es necesario que tanto la teoría como la práctica tengan una calificación aprobatoria.
  - d) La proporción de calificación final para teoría y práctica será del 70% y 30% respectivamente.
  - e) Los reportes y proyecto de investigación se entregará por equipo, el **examen de laboratorio será individual.**
-

## CONTENIDO

PRESENTACIÓN		i
REGLAS PARA EL TRABAJO EN EL LABORATORIO		ii
		Página
PRÁCTICA 1	COMPARACIÓN MORFOFISIOLÓGICA DE TRACTOS DIGESTIVOS Y SUS ESTRUCTURAS ALIMENTARIAS.	1
PRÁCTICA 2	RESPIRACIÓN EN VERTEBRADOS E INVERTEBRADOS TERRESTRES Y ACUÁTICOS.	5
PRÁCTICA 3	IDENTIFICACIÓN DE CÉLULAS SANGUÍNEAS Y GRUPOS SANGUÍNEOS.	17
PRÁCTICA 4	EFFECTOS DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA SOBRE LOS MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS EN REPOSO Y EN ACTIVIDAD.	28
PRÁCTICA 5	EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CONSUMO DE OXIGENO DE LOS ANIMALES ACUÁTICOS.	34
PRÁCTICA 6	OSMORREGULACIÓN EN PECES TELEÓSTEOS, ANFIBIOS Y CRÚSTACEOS.	39
PRÁCTICA 7	CONTROL HORMONAL EN EMBRIONES DE RANA.	43
PRÁCTICA 8	REGENERACIÓN.	50
BIBLIOGRAFÍA		57

## PRESENTACIÓN.

La Fisiología Animal se ocupa de las funciones de los tejidos, órganos y sistemas, así como el control y regulación de estas funciones, para ello es importante comprender las limitaciones ambientales que han modelado la evolución de los procesos fisiológicos mediante la selección natural. Los biólogos estudian la Fisiología Animal para conocer cómo funcionan los animales, para conocer más de la propia fisiología humana mediante la observación de otras especies animales.

En cada práctica se hará un estudio de las relaciones existentes entre el tipo de medio y las estructuras anatómicas implicadas en las diferentes respuestas fisiológicas-adaptativas y se analizará la forma en que los medios condicionan las estructuras y las respuestas.

La práctica en el laboratorio es una actividad esencial para el mejor entendimiento de los procesos y conceptos propios de la Fisiología Animal; de manera que mediante la revisión bibliográfica, las observaciones directas y la experimentación, se pretende cumplir con los objetivos siguientes:

I Entender la forma en que los medios regulan las estructuras y determinan la actividad fisiológica de los animales (influencia del ambiente en la modulación del comportamiento).

II Proporcionar un panorama general de las relaciones fisiológicas existentes entre los distintos órganos y sistemas que hacen a los animales funcionar y responder como un todo.

III Integrar los conocimientos tratados en cada una de las unidades en un todo “los animales”.

IV Observar varios fenómenos discutidos en clase.

V Aprender algunas técnicas de laboratorio utilizadas en el estudio de los procesos que se llevan a cabo en los animales.

## REGLAS PARA EL TRABAJO EN EL LABORATORIO.

- 1) Llegar a tiempo a la sesión de laboratorio. La explicación teórica y las indicaciones sobre el trabajo a realizar se dará al principio de la práctica, por lo que no se permitirá llegar tarde.
- 2) Traer el manual de prácticas. Todas las indicaciones y metodología del trabajo se encuentran en el manual, por lo que no se permite trabajar sin él.
- 3) Leer la práctica antes de asistir al laboratorio. En caso de dudas acudir a la bibliografía o con el profesor.
- 4) Tomar nota de todas las observaciones y resultados en el momento oportuno. Nunca confiarse a la memoria, ni a las notas de sus compañeros.
- 5) Entregar los reportes en el tiempo indicado por el profesor de laboratorio: no se aceptaran fuera de la fecha y hora señalada.

Indicaciones para escribir los reportes (resúmenes) del laboratorio:

Al igual que una parte de la investigación científica, un ejercicio de laboratorio no acaba hasta que los datos hayan sido registrados, analizados y discutidos.

Antes de ir al laboratorio se deberá leer el esquema y comenzar a escribir el resumen completando las dos o tres primeras partes que se citan abajo.

El resumen debería seguir el plan de un trabajo científico. Se sugiere el formato que sigue:

1. **NÚMERO Y NOMBRE DE PRÁCTICA** Dar el número y el título de la práctica, los nombres de los integrantes del equipo y la fecha en que se realiza la sesión del laboratorio.
2. **INTRODUCCIÓN** Un párrafo corto que exponga el tema y finalidad de la práctica.

3. **PROCEDIMIENTO** Es preciso anotar todas las situaciones que se hagan, como en el caso de usar un animal diferente. Si se desea pueden incluirse esquemas, de todo el proceso experimental, con la secuencia con que se realizó.
4. **RESULTADOS** Esta es la principal sección preparada durante la sesión de laboratorio. Donde parezca apropiado colóquese tablas, cuestionarios, gráficas, etc., para la ordenación de los datos. Si el ejercicio dura varios días; anote los resultados inmediatamente durante las visitas de control que se hagan.
5. **DISCUSIÓN y CONCLUSIONES** Esta sección se prepara después de abandonar el laboratorio, o sea después de hacer las visitas y observar los avances experimentados en ejercicios con duración de varios días, en ella se discutirán los resultados describiendo lo que se ha observado, explicando el significado y la importancia de las observaciones. La buena redacción técnica es clara, breve y tiene variedad. Aunque la sección es breve es preciso esforzarse en presentar un concreto estilo de redacción, aunque se sigan estos consejos la sección debe resumir los resultados, explicar los descubrimientos negativos, discutir los méritos de las técnicas utilizadas y poner en evidencia lo que se ha entendido lo que era el ejercicio. Es esencial consultar textos y material de referencia pero no copiar fragmentos o párrafos largos en el libro de conclusiones, inclúyase gráficas en esta sección.
6. **REFERENCIAS** Lista de libros consultados, para citas úsese un estilo convencional.

## PRÁCTICA 1

### COMPARACIÓN MORFOFISIOLÓGICA DE TRACTOS DIGESTIVOS DE ANIMALES Y SUS ESTRUCTURAS ALIMENTARIAS

#### OBJETIVOS:

1. Identificar las principales estructuras relacionadas con la alimentación en los animales.
2. Comprender la relación ESTRUCTURA-FUNCIÓN en los sistemas digestivos, en organismos inferiores y superiores.



#### OBJETIVO SECUNDARIO:

- 1.- Obtener los sistemas de órganos de vertebrados

#### MATERIAL

- Estuche de disección
- Charola para disección
- Microscopio estereoscópico
- Esquemas de tractos digestivos de diferentes animales (invertebrados y vertebrados)
- Formol al 4%
- Frascos de boca ancha
- Lámina de unicel
- Alfileres
- Laminillas portaobjetos



## MATERIAL BIOLÓGICO

- Insecto grande
- Pez
- Anfibio
- Reptil
- Ave
- Mamífero pequeño
- Almeja grande

## INTRODUCCIÓN

A medida que fueron evolucionando, las diferentes especies animales (haciéndose cada vez más complejos) se realizaron cambios en los diversos sistemas. El sistema digestivo no fue la excepción. El mayor cambio que sufrió el aparato digestivo de los seres vivos fue el cambio de la digestión intracelular a la extracelular.

A diferencia de la digestión extracelular, en la digestión intracelular cada célula del organismo se encarga de conseguir y utilizar sus propios alimentos y nutrientes. Este tipo de digestión sólo se da en algunos casos muy primitivos como las esponjas. La digestión extracelular se lleva a cabo gracias al funcionamiento de un conjunto de órganos más especializados que facilita el almacenamiento de los alimentos, la absorción de los alimentos y nutrientes y la expulsión de los desechos. Los sistemas digestivos de los diferentes

animales varían en función de los tipos de alimento, del modo de vida y de otros múltiples factores. Sin embargo, los aparatos digestivos de los animales tienen en común la finalidad de captar el alimento desde el ambiente externo y ponerlo en contacto con las superficies internas, en las que tienen lugar la digestión y la absorción.

Los organismos vertebrados presentan un modelo de sistema digestivo por lo que éste varía de acuerdo al hábitat y a los hábitos alimenticios de cada organismo. El hombre, tienen sólo un estómago, mientras que las aves y los rumiantes tienen el estómago formado por dos o más cámaras. La superficie externa del estómago es lisa, mientras que la interna presenta numerosos pliegues que favorecen la mezcla de los alimentos con los jugos digestivos y transporta este material hacia el intestino. La mayor parte de la absorción de alimentos tiene lugar en el intestino delgado el cual tiene longitud diferencial de acuerdo a si es carnívoro o herbívoro.

## **PROCEDIMIENTO**

1. Sacrificar cada uno de los organismos de estudio
2. Disectar el tracto digestivo e identificar cada una de sus partes
3. Disectar lo más completa y cuidadosamente posible el corazón y arterias cercanas; el aparato respiratorio; el cerebro y nervios craneales de los vertebrados. Realizar frotis de sangre de los organismos y fijarlos con etanol, etiquetar indicando al organismo del cual provienen.
4. Colocar cada uno de los órganos separados sobre una lámina de unicel con ayuda de los alfileres.
5. Colócalos en un frasco por separado y fijarlos con el formol.
6. Hacer esquemas del tracto digestivo de cada ejemplar
7. Hacer un cuadro comparativo con los ejemplares observados

## RESULTADOS

EJEMPLAR	ESTRUCTURA	FUNCIÓN

## CUESTIONARIO

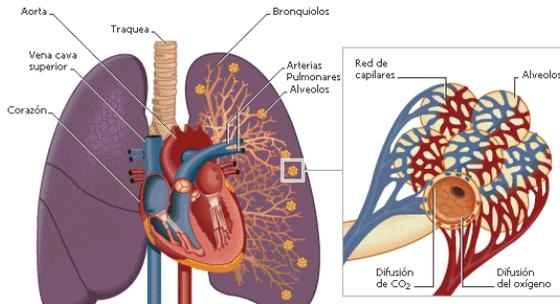
1. Explica la relación que existe en las principales estructuras del tracto digestivo con su función, tomando en cuenta el hábito alimenticio y su posición filogenética del grupo
- 2.- Explica cómo cambia la capacidad digestiva de los mamíferos en relación a la edad o a una enfermedad específica.
- 3.- Explica por qué “puedo no tener hambre por horas, pero si huelo comida, me da hambre de inmediato”?
- 4.- Puede la forma y número de dientes ayudar a explicar los hábitos alimenticios en los vertebrados?, explica dando dos ejemplos.

## PRÁCTICA 2

### RESPIRACIÓN EN VERTEBRADOS E INVERTEBRADOS TERRESTRES Y ACUÁTICOS

#### OBJETIVO

Observar la anatomía y función de diferentes órganos respiratorios (branquias, tráqueas y pulmones) en dos fases diferentes: reposo y actividad



#### MATERIAL

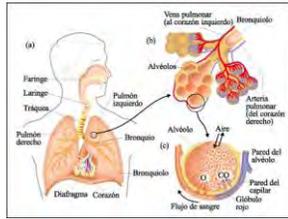
- Peces
- Bisturí o navaja
- Tabla de unicel 15X15 cm
- Alfileres
- Reloj con segundero
- Regla de 30 cm
- Báscula pequeña
- Microscopio estereoscópico
- Microscopio compuesto



#### MATERIAL BIOLÓGICO

- 3 peces vivos (diferentes tamaños)
- 3 anfibios vivos (diferentes tamaños)
- 3 mamíferos (*Homo sapiens*) de diferentes tallas y sexos
- 1 molusco bivalvo vivo

- Cucarachas o abejas vivas
- material fijado de la práctica 1



## INTRODUCCIÓN

La frecuencia respiratoria varía con la edad y la actividad de las personas. En los niños pequeños es más frecuente (20 veces por minuto en reposo) que en los jóvenes y adultos (12 a 18 veces por minuto en reposo). Durante la actividad física, el mayor requerimiento de oxígeno hace que aumente el ritmo respiratorio, de modo que la ventilación pulmonar puede aumentar unas 20 veces desde el estado de reposo hasta el ejercicio de intensidad máxima.

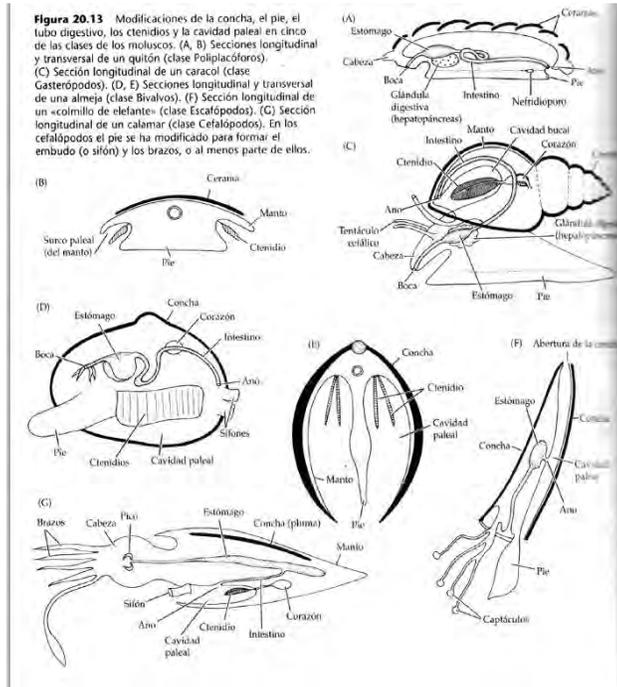
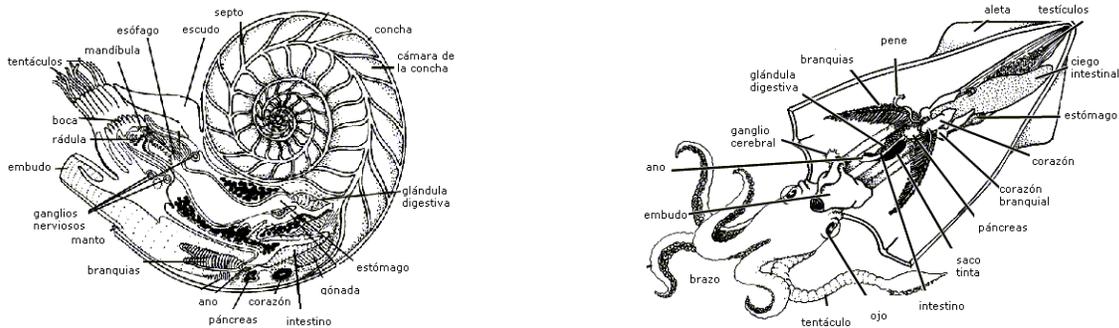
En un adulto joven, de los 500 ml de aire atmosférico fresco que ingresan durante una inspiración en reposo, alrededor de 330 ml atraviesan el espacio muerto anatómico e ingresan en las vías aéreas respiratorias; los otros 170 ml (la última parte del aire inhalado) llenan el espacio muerto anatómico y luego se exhalan durante la espiración, sin ser usados. En consecuencia, al final de la inhalación en reposo el gas en las vías aéreas respiratorias está compuesto de una mezcla de 2,400 ml de aire “estancado” y 330 ml de aire atmosférico fresco

Cuando un individuo está en buena condición física, su tasa respiratoria aumenta el suministro de oxígeno a las células musculares. Se denomina ejercicio aeróbico a la actividad mediante la cual el sistema cardio-respiratorio es capaz de satisfacer las demandas de los músculos y tejidos del cuerpo con un suministro adecuado de oxígeno. Si el ejercicio es demasiado extenuante, las células musculares no pueden conseguir oxígeno suficiente de los pulmones. Cuando esto ocurre, las células musculares comienzan a producir energía sin oxígeno, lo cual es llamado ejercicio anaeróbico y puede durar unos pocos minutos. Durante este tipo de ejercicio, las células contraen una deuda de oxígeno que debe pagarse durante el período de recuperación o descanso

## Sistema respiratorio en moluscos

El intercambio gaseoso se realiza por:

- Branquias llamadas CTENIDIOS situadas en la cavidad del manto, poseen vasos sanguíneos aferentes y eferentes
- Por las paredes de la cavidad del manto (en gasterópodos terrestres) que están muy vascularizadas funcionando como un pulmón. En algunos esta cavidad se cierra totalmente exceptuando un poro llamado PNEUMOSTOMA
- Por la superficie en general del cuerpo y la del manto



## Sistema respiratorio en insectos

En acuáticos: branquias.

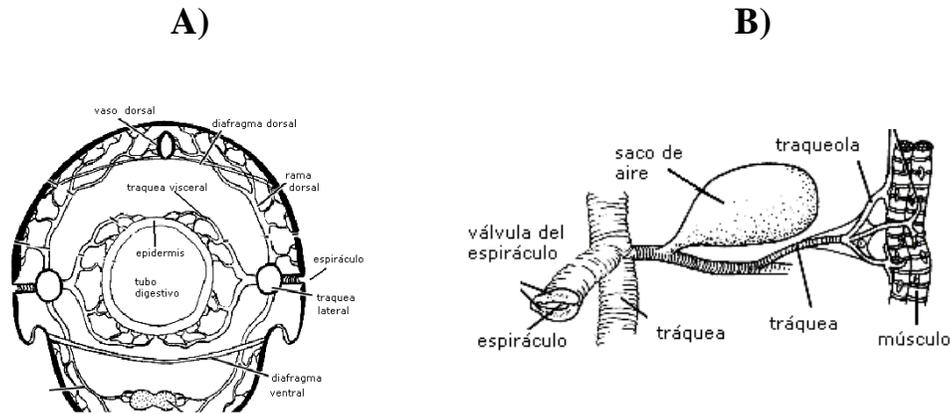
En aéreos: traqueal, con tráqueas, traqueolas y espiráculos

**Aparato respiratorio:** Los insectos respiran por tráqueas. Una tráquea es una invaginación del ectodermo llena de tubos finos llamados traqueolas. Algunas larvas e insectos acuáticos poseen branquias traqueales, y otros han desarrollado una cámara respiratoria donde guardan el aire en sus inmersiones.

Algunos insectos acuáticos con un sistema traqueal abierto presentan adaptaciones respiratorias muy interesantes, ya que consiguen formar una burbuja de aire que llevan consigo al sumergirse y les permite realizar varios minutos de actividad bajo el agua. En otros casos, los insectos consiguen desarrollar una zona excesivamente pilosa que consigue retener una fina capa de gases denominada *plastrón*. El plastrón mantiene un intercambio entre los gases disueltos en el agua, de manera que no necesita ser renovado y permite que el insecto de respiración traqueal pueda estar permanentemente sumergido.

### Tráqueas:

- Sistema de tubos ramificados de varios diámetros que recorren todo el cuerpo.
- El tubo que va hacia el interior se llama tráquea y está impermeabilizado por una cutícula para evitar la pérdida de agua a través de tubo.
- Los tubos que se ramifican se llama traqueolas, tienen una pared con membrana húmeda a través de la cual se hace el intercambio. Son muy numerosas y llegan a todas las células del cuerpo.
- Debido a que las traqueolas llegan a todas las células no es necesario un sistema interno de transporte de gases (por eso estos animales no tienen pigmentos respiratorios).
- El espiráculo es la abertura al exterior y puede regular la entrada y salida de gases.



A) Corte transversal de un insecto mostrando el sistema traqueal

B) Sistema traqueal

### Tráqueas branquiales

- Son típicas en larvas acuáticas de insectos.
- El sistema traqueal está dentro del cuerpo, pero las tráqueas se prolongan hacia el exterior con numerosos repliegues membranales parecidos a las branquias
- Cuando ocurre la metamorfosis del organismo la parte externa se pierde y queda solo el sistema traqueal

### Sistema respiratorio en peces

En los peces, el aparato branquial es de elevada eficiencia, presenta superficies respiratorias extensas y protegidas -extenso contacto entre el agua y la branquia-, circulación constante de agua a su través, flujo en contracorriente de agua oxigenada y sangre desoxigenada.

Las branquias de los peces están encerradas en la cavidad branquial, proporcionando protección a estos órganos tan frágiles, permitiendo que el agua este en contacto con las branquias de manera efectiva. Están constituidas por varios arcos branquiales en cada lado, de cada uno de éstos se extienden dos filas de filamentos branquiales -sus puntas adyacentes establecen contacto entre sí, forzando el flujo de agua entre ellos-, cada filamento lleva unas laminillas planas (o pliegues secundarios) en filas densamente empaquetadas -

en éstas se lleva a cabo el intercambio gaseoso, según fluya la sangre a su través en dirección opuesta a la del agua que pasa entre ellas-.

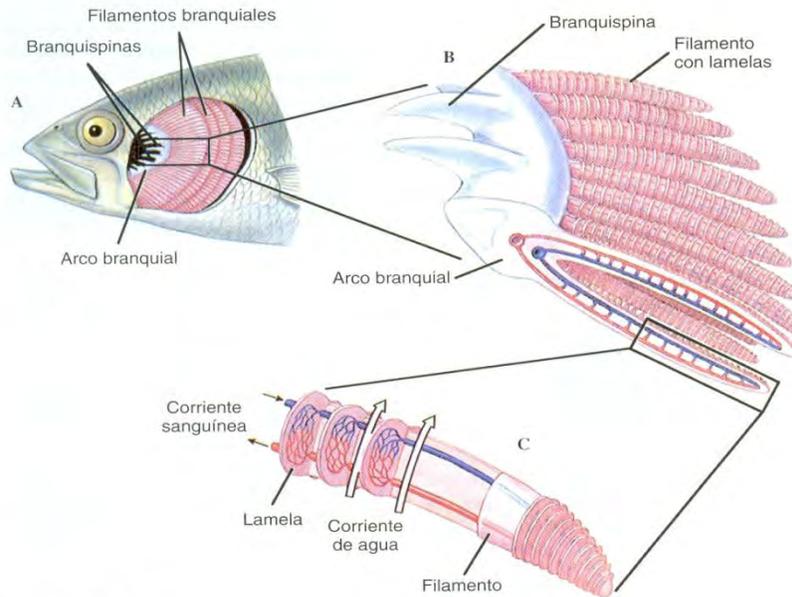


Figura 27-27

Branquias de los peces. Se ha extirpado la lámina ósea protectora (opérculo) que cubre las branquias (A), para poner al descubierto la cámara branquial. Hay cuatro arcos branquiales en cada lado, cada uno de ellos con numerosos filamentos. Una parte de un arco branquial (B) muestra las branquispinas que sobresalen hacia adelante para filtrar el alimento y los desechos, y los filamentos branquiales dirigidos hacia atrás. Se ha disecado un único filamento branquial (C) para mostrar los capilares sanguíneos en el interior de las lamelas planas. La dirección de la corriente de agua (flechas grandes) es opuesta a la dirección de la corriente sanguínea (flechas pequeñas).

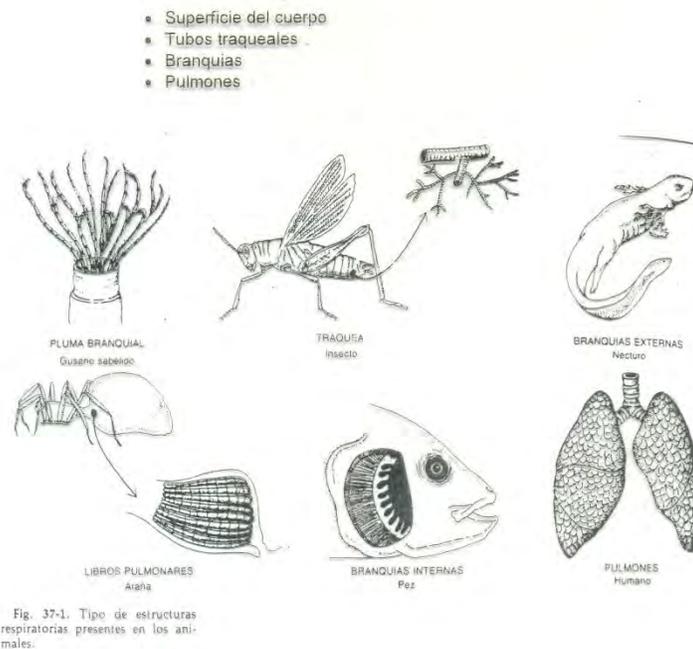
## Sistema respiratorio en anfibios

En los anfibios modernos más simples, *Necturus*, son dos sacos largos y sencillos cubiertos externamente por capilares. En anuros, los pulmones poseen rebordes de tejido conectivo en el interior, incrementando el área superficial respiratoria. Ciertos anfibios carecen de pulmones por completo, como las salamandras pletodóntidas, el intercambio gaseoso se realiza por la delgada y húmeda piel.

## Sistema respiratorio en mamíferos

Los pulmones de los mamíferos son muy complejos, tienen enorme área superficial. Para que se lleve el intercambio de gases, primeramente el aire pasa a través de la tráquea hasta el bronquio derecho o el izquierdo - la tráquea

y los bronquios están sostenidos por anillos de cartílago en forma de “C”, que impiden que esos conductos se colapsen en el momento de entrar el aire -. El bronquio lleva el aire hasta el pulmón y luego se ramifica para dar origen a miles de bronquiolos, que son de menor diámetro terminan en racimos de alvéolos microscópicos - el intercambio gaseoso se lleva a cabo a través de las delgadas paredes de los alvéolos -, cada uno de estos se encuentra rodeado por un red de capilares sanguíneos, que ponen en contacto la sangre con el aire del interior del alvéolo.



## PROCEDIMIENTO

### Respiración en peces (reposo y actividad)

1. Registrar el peso y tamaño de los peces
2. Introducir tres peces de diferente tamaño en una pecera o vaso de con agua de la pecera

3. Contar el número de respiraciones (movimientos operculares) por minuto de cada pez en reposo
4. Someter a los peces al movimiento durante uno o dos minutos, posteriormente cuente el número de respiraciones durante cinco minutos anotando la frecuencia respiratoria por cada minuto.
5. Observar cuidadosamente como se efectúan los movimientos respiratorios, con la finalidad de ventilar las branquias.
6. Registrar sus datos.

#### Respiración en anfibios (reposo y actividad)

1. Tomar una medida determinada de cada anfibio (longitud del cuerpo o peso corporal).
2. Colocar a los ejemplares en recipientes apropiados para su observación
3. Contar el número de respiraciones por minuto de cada ejemplar en reposo.
4. Hacer que los ejemplares tengan movimiento durante dos minutos, posteriormente contar el número de respiraciones cada minuto hasta completar cinco minutos.
5. Registrar sus datos.

#### Respiración en mamíferos (reposo y actividad)

1. Se necesitan tres voluntarios de tu equipo, de sexo y tallas diferentes
2. Otro compañero, registrará el número de respiraciones y palpitaciones a un voluntario en condiciones de reposo, se hará lo mismo para cada voluntario.
3. Cada voluntario se sujetará a ejercicios intensos durante cinco minutos (carrera, lagartijas, subir escaleras, abdominales, etc.).

4. Terminados los cinco minutos, se registrará nuevamente el número de respiraciones y palpitations de cada voluntario después del ejercicio, hasta alcanzar las condiciones que se tenían en reposo, con la finalidad de establecer el tiempo de recuperación
5. Registre sus datos.

#### Respiración en moluscos bivalvos

1. Depositar el ejemplar en un recipiente con agua suficiente, abrir el bivalvo levantando la valva superior
2. Observar las estructuras respiratorias bajo el microscopio estereoscópico, pasando agua a través de las branquias.
3. Hacer un dibujo de todo el cuerpo, identificando sus partes y observando las corrientes de agua, enfoque su atención a la ventilación de las estructuras respiratorias
4. Hacer un corte fino de la estructura respiratoria y observe al microscopio en objetivo 10X.

#### Respiración en insectos

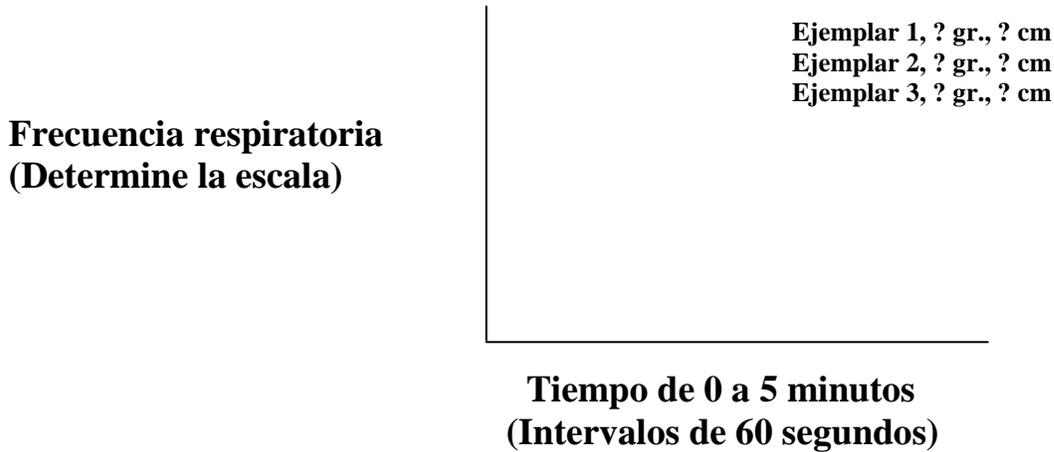
1. Colocar al ejemplar sobre una tabla de unicel, fijándolo con alfileres para observar las estructuras respiratorias bajo el microscopio estereoscópico.
2. Hacer un dibujo de todo el cuerpo, identificando sus partes, enfoque su atención sobre las partes visibles del sistema para intercambio de gases.

#### Órganos respiratorios de vertebrados

1. Observa al microscopio cada uno de los órganos respiratorios de los vertebrados obtenidos en la práctica No. 1
2. Realiza esquemas.

## RESULTADOS

1. Realizar una sola gráfica para los tres peces, de la manera siguiente.



Distinguir con diferentes colores o trazos cada uno de los peces analizados, iniciando con el valor en condiciones de reposo y seguir en condiciones de actividad.

2. Explicar de forma clara la relación entre frecuencia respiratoria en el tiempo de reposo, actividad y tiempo de recuperación. Con el peso y la longitud de los individuos
3. Realizar gráficas similares a la anterior para anfibios y mamíferos Busca igualmente la relación mencionada en el punto anterior-
4. Presentar los esquemas, resalte en ellos las estructuras involucradas en el intercambio de gases, para insectos, moluscos y los vertebrados.

## PRÁCTICA 3

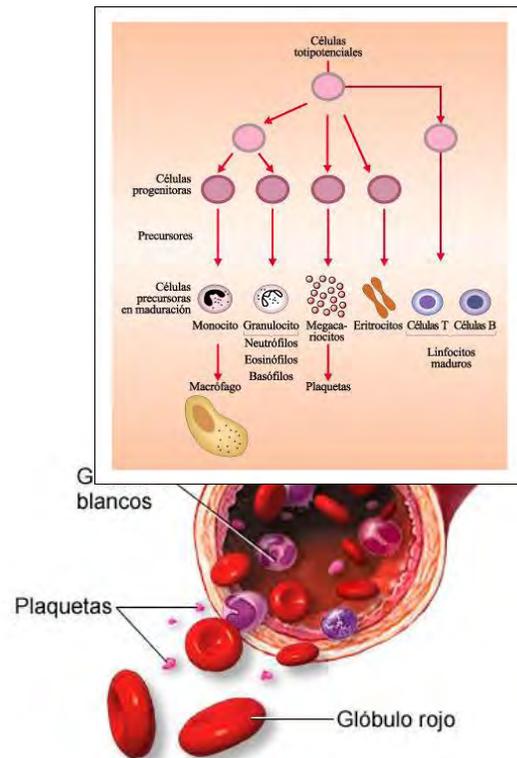
### IDENTIFICACIÓN DE CÉLULAS SANGUÍNEAS

#### OBJETIVOS

1. Aprender cómo se hacen preparaciones en fresco, semi-fijas de frotis sanguíneos.
2. Conocer y aplicar la técnica de tinción más utilizada fisiología animal.
3. Reconocer características para identificar células sanguíneas.

#### MATERIAL

- Colorante de Wrigth.
- Picetas
- Goteros
- Cubreobjetos
- Portaobjetos
- Mechero
- Lancetas estériles.
- Alcohol.
- Algodón.
- Microscopio compuesto
- Aceite de inmersión



#### MATERIAL BIOLÓGICO

- Ave
- Reptil
- Mamífero (ser humano enfermo y sano)

- Frotis sanguíneos preparados en la práctica 1

## INTRODUCCIÓN

El tejido conjuntivo a diferencia del epitelial, está formado por células de diferente tipo (fibroblastos, adipocitos, macrófagos, fibras de colágeno, etc.) inmersas en un abundante matriz en donde predominan los compuestos sulfatados como el condroitin sulfato.

Forman parte de huesos cartílagos, tendones, ligamentos, de las cubiertas de la mayor parte de los órganos internos y de la sangre (fig.1), etc.

La sangre humana está compuesta de plasma (55%) y elementos celulares (45%). El plasma está constituido por agua, iones, proteínas plasmáticas y sustancias transportadas por la sangre, y los elementos celulares son los eritrocitos, leucocitos y las plaquetas.

A) Eritrocitos (glóbulos rojos): su principal función es transportar oxígeno y dióxido de carbono, en mamíferos son anucleados. La hemoglobina (Hb) es una proteína importante en los glóbulos rojos que lleva oxígeno desde los pulmones a todas las partes del cuerpo.

B) Leucocitos (glóbulos blancos): constituyen la principal defensa del organismo y asisten en el proceso inmunológico,

- Ayudan a curar las heridas no solamente combatiendo la infección, sino también ingiriendo células muertas, restos de tejido y glóbulos rojos viejos.
- Nos protegen de los cuerpos extraños que entran en la corriente sanguínea, como los alérgenos.

Se dividen en dos grandes grupos:

**1. Granulocitos** con núcleo multilobulado o segmentado e incluyen:

- Neutrófilos: principal sistema de defensa del organismo que participan en la destrucción de agentes infecciosos, mediante la producción de

toxinas y/o fagocitosis. Aproximadamente son el 70 % de los leucocitos.

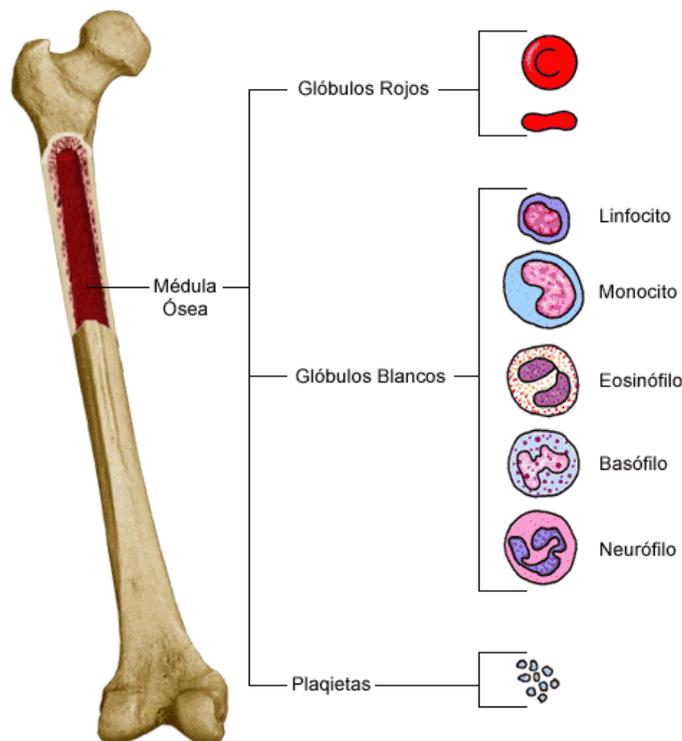
- Basófilos: secretan sustancias como la heparina con propiedades anticoagulantes y la histamina que estimula el proceso de inflamación.
- Eosinófilos: se activan y aumenta su número en infecciones y alergias.

**2. Agranulocitos:** Núcleo redondo u oval no segmentado. Son mononucleares. Los dos están asociados con el sistema inmunológico. Son producidos en el tejido linfoide del bazo, el timo y los ganglios linfáticos.

- **Monocitos:** Núcleo de mayor tamaño, en forma de herradura, de riñón o de fríjol, son las leucocitos más grandes, y aumentan en caso de infección, emigrando a los tejidos donde se convierten en macrófagos, se acumulan en pulmones, hígado, bazo, medula ósea, donde sobreviven muchos meses. Digieren sustancias extrañas no bacterianas durante las infecciones crónicas, además de células muertas o dañadas.
- **Linfocitos:** Son células destructoras, principalmente cuando ocurren infecciones agudas. Producen importantes anticuerpos, son importantes en la inmunidad celular, se diferencian de dos tipos “T” y “B”. Su núcleo es redondo u oval con una pequeña escotadura en la parte superior.

**Plaquetas (trombocitos):** su función principal es la coagulación de la sangre. Las plaquetas tienen un tamaño mucho más pequeño que el resto de las células sanguíneas. Se aglutinan en el orificio de un vaso sanguíneo formando un coágulo, o trombo, que detiene la hemorragia.

La producción de linfocitos se puede realizar en diversas partes (mencionado arriba). Pero la producción de neutrófilos, monocitos, eosinófilos y



basófilos se realiza exclusivamente en la médula ósea. También podemos encontrar otro tipo de leucocitos como las células plasmáticas y los macrófagos en la médula ósea y en otros sitios (fig.2)

(fig.2)

### **Concentración de leucocitos en la sangre venosa.**

Neutrófilos (60-70 %): tienen un diámetro de 12 a 15  $\mu$  y un núcleo dividido en 3 o 5 lóbulos

Linfocitos (25- 30%): tienen un diámetro de 5 a 8  $\mu$  y el núcleo ocupa la mayor parte de la célula.

Monocitos (5-10%): tienen un diámetro de 12 a 18  $\mu$  y el núcleo tiene forma arriñonada y abundante citoplasma.

Eosinófilos (1-4%): tienen un diámetro de 12 a 15  $\mu$  y un núcleo con dos lóbulos unidos por cromatina

Basófilos (0.5 %): tienen un diámetro de 12 a 15  $\mu$  y un núcleo bilobulado en forma de “S”.

## **PROCEDIMIENTO**

1. Tome una lanceta y haga una punción en un dedo de sus compañeros. Extraiga una gota de sangre y colóquela sobre un porta objetos limpio, extiéndala utilizando otro portaobjetos, espere unos seis minutos para que se seque la muestra y una vez seca proceda a teñirla utilizando el colorante de WRIGTH (combinación de eosina y azul de metilo) para el cual los núcleos de las células sanguíneas tienen afinidad.

2. Coloque sobre el frotis sanguíneo un cubre objetos y sobre este una pequeña gota de aceite de inmersión y obsérvela con el objetivo de 100x

3. Identifique los tipos de células sanguíneas utilizando los esquemas siguientes.

4. Obtener el porcentaje de los diferentes tipos de células sanguíneas de 10 campos de observación (10 x y 40 x).

5. Revise cada una de las laminillas, identifique las diferencias de forma y tamaño relativo entre las células sanguíneas de los diferentes taxa.

## HEMATOPOYESIS

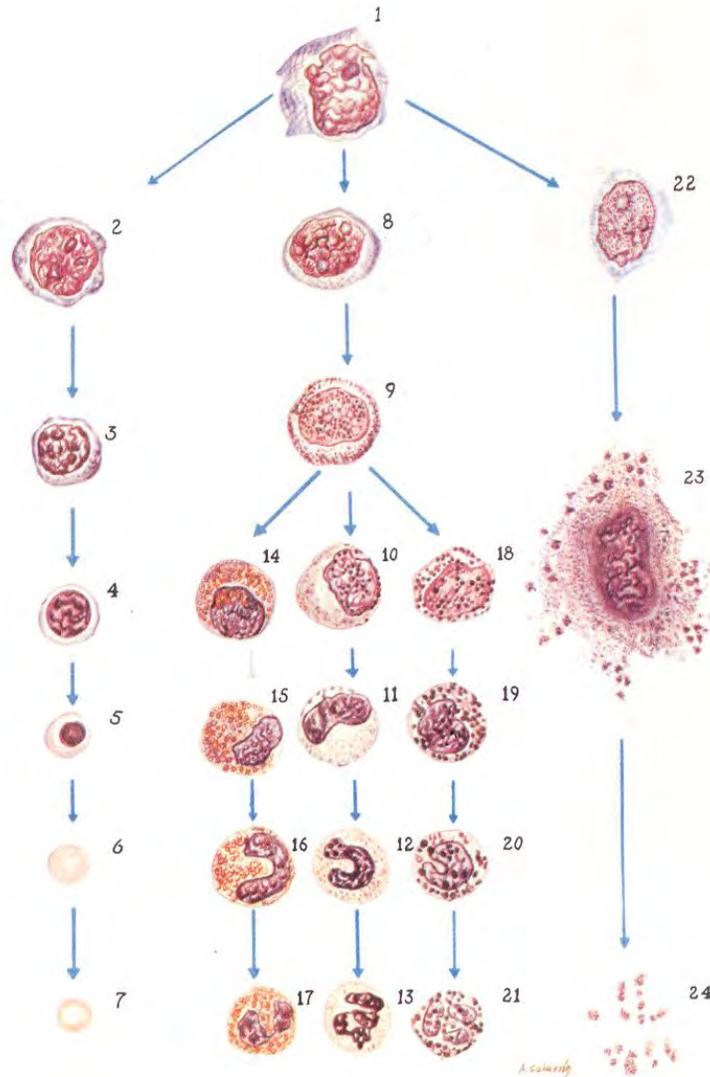


fig. 1

1. Célula reticuloendotelial hematopoyética o hemohistioblasto. 2. Proeritroblasto. 3. Eritroblasto basófilo. 4. Eritroblasto policromático. 5. Eritroblasto ortocromático. 6. Reticulocito. 7. Eritrocito. 8. Mieloblasto. 9. Promielocito. 10. Mielocito neutrófilo. 11. Metamielocito neutrófilo. 12. No segmentado neutrófilo. 13. Segmentado neutrófilo. 14. Mielocito eosinófilo. 15. Metamielocito eosinófilo. 16. No segmentado eosinófilo. 17. Segmentado eosinófilo. 18. Mielocito basófilo. 19. Metamielocito basófilo. 20. No segmentado basófilo. 21. Segmentado basófilo. 22. Megacarioblasto. 23. Megacariocito. 24. Plaquetas.

Producción de Linfocitos (fig.1/a).

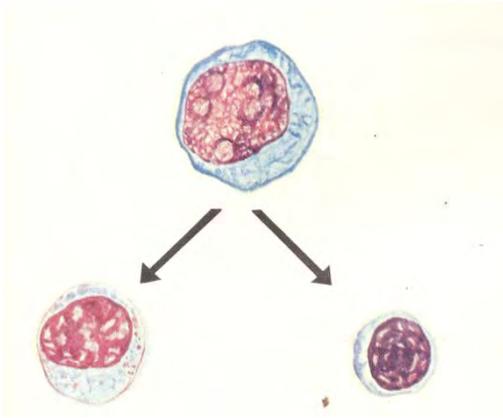


Lámina II. Etapas de maduración de la serie linfocítica: linfoblasto, linfocito grande y linfocito pequeño.

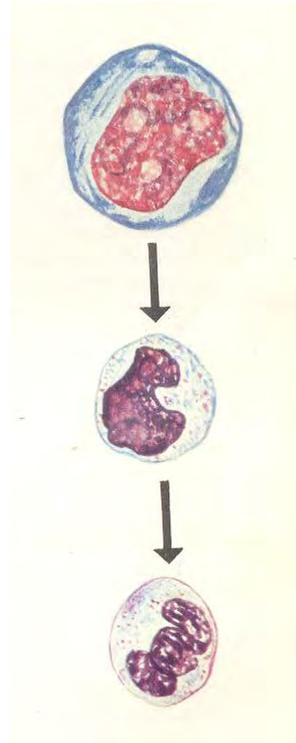


Lámina III. Etapas de maduración de la serie monocito: monoblasto, promocito y monocito.

fig.1/a



fig.1/b

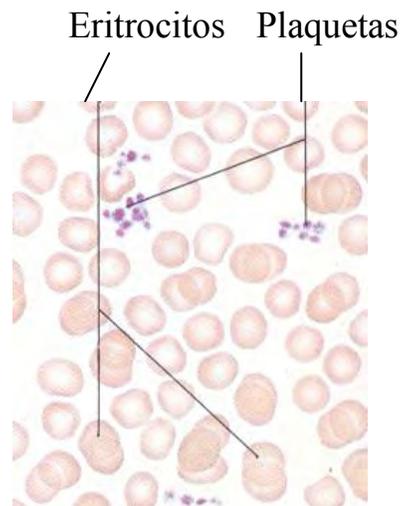


fig.1/c



fig.1/d

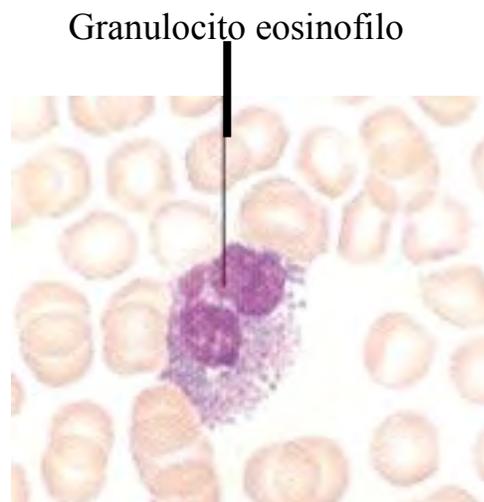


fig.1/e

Granulocito basófilo

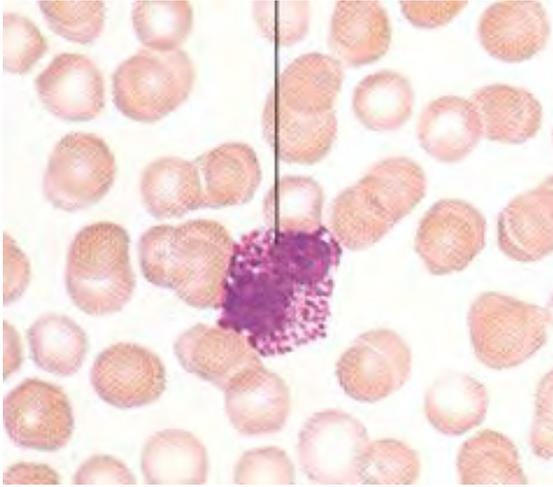


fig.1/f

Linfocitos neutrófilos

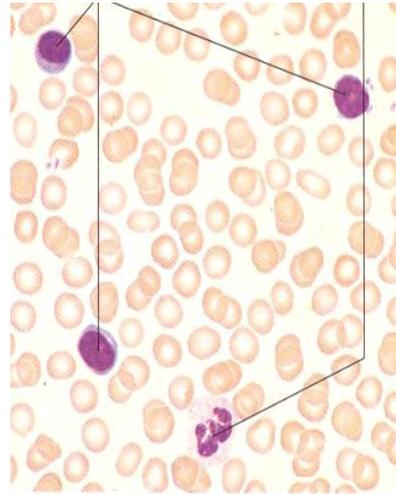


fig.1/g

Neutrófilo

Granulocito eosinófilo

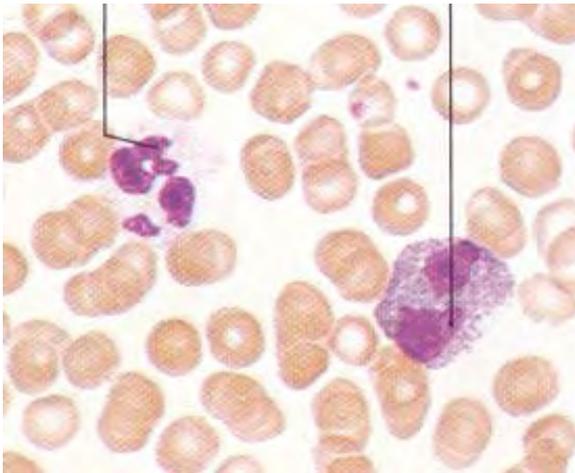


fig.1/h

Monocito

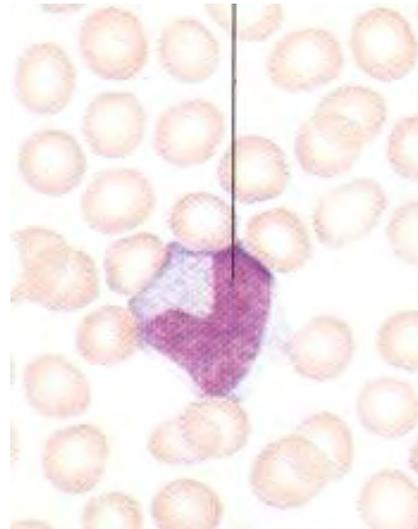


fig.1/i

## RESULTADOS

1. Enumera los diferentes tipos de células sanguíneas encontradas. (Identificar eritrocitos y leucocitos).
2. Identificar los diferentes tipos de leucocitos de acuerdo a la forma y tamaño del núcleo.
3. Determinar la proporción de los tipos células sanguíneas encontradas en las muestras de las personas “sanas y enfermas”.
4. Elaborar cuadro sinóptico con las características de las células sanguíneas de los taxa observados.

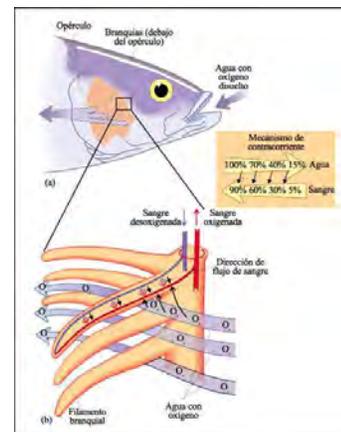
Organismo	Forma	Tamaño

## Cuestionario

- 1.- Para qué sirve un recuento leucocitario en una biometría hemática-
- 2.- Bajo que patologías se incrementan las diferentes líneas celulares granulocíticas y agranulocíticas en el humano.

## PRÁCTICA 4

### EFFECTOS DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA SOBRE LOS MOVIMIENTOS RESPIRATORIOS EN REPOSO.



### OBJETIVO

Observar los cambios que se producen en los movimientos respiratorios como resultado de los cambios de temperatura y la actividad de los organismos.

## MATERIAL

- Recipiente con capacidad de 10 litros
- Mechero
- Vaso de precipitado de 500 ml
- Termómetro
- Dos bolsas de cubos de hielo
- Balanza granataria
- Caja petri mediana y grande
- Suficiente agua de estanque (lugar de colecta)



## MATERIAL BIOLÓGICO

- 1 rana pequeña, 1 mediana, 1 grande (misma especie)
- 1 pez pequeño, 1 mediano, 1 grande (misma especie)

## INTRODUCCIÓN

La temperatura tiene efectos sobre las diferentes actividades biológicas reproducción, digestión, crecimiento, respiración entre otras. En esta práctica probaremos que los cambios de la temperatura del medio normalmente tiene efecto significativo sobre la tasa metabólica de los animales homeotermos y poiquilotermos, ésta afecta la tasa de consumo de  $O_2$  y de producción de  $CO_2$ ; es decir, una modificación en la  $PO_2$  y la  $PCO_2$  y la modificación de la afinidad de hemoglobina por los gases  $O_2$  y  $CO_2$ , estos dos últimos factores ejercen a su vez un efecto proporcional sobre los movimientos ventilatorios por minuto, y sobre la velocidad de latido y volumen de flujo cardiaco hacia los órganos respiratorios y hacia los tejidos.

Debido a la conductividad térmica y la alta capacidad calórica del agua, los animales más pequeños pierden calor rápidamente, porque la diferencia entre la temperatura del cuerpo con respecto a la del agua ( $T_c - T_a$ ) es mayor que en los animales más grandes, y por lo tanto no tienen oportunidad de alcanzar una temperatura corporal muy distinta a la del medio. Incluso, si tienen un elevado nivel de producción de calor (tasa metabólica) y pueden aumentarlo todavía más, el consumo de  $O_2$  debe aumentar, aquí es donde aparece el problema de calor. Una alta tasa de captación de  $O_2$  necesita una

gran superficie de branquias y un gran volumen de sangre (Hb), para el transporte de  $O_2$ , al fluir la sangre a través de las branquias inevitablemente perderá calor y resultará finalmente en la misma temperatura del agua. La membrana de las branquias que debe ser muy delgada para permitir el paso de  $O_2$ , no constituye por lo tanto una barrera que impida la pérdida de calor y la sangre se enfriará a la temperatura del agua, y será imposible para el animal alcanzar una temperatura corporal más alta, a menos que presente un intercambio de calor entre las branquias y los tejidos.

Esta es la solución utilizada por la mayor parte de los peces nadadores rápidos, para obtener un control independiente de la temperatura a partes limitadas de su cuerpo. Por este mecanismo, en cualquier pez, los músculos de natación son irrigados con sangre que procede de la gran aorta que circula siguiendo la columna vertebral y se ramifica hacia la periferia.

Para este ejercicio necesitaremos animales de distintos tamaños con distintas tasas metabólicas, por lo que la temperatura tendrá distintos efectos sobre la tasa de consumo de oxígeno y sobre los movimientos ventilatorios de cada uno de ellos, tanto en reposo como en actividad.

## PROCEDIMIENTO

Todos los procedimientos a efectuarse se realizarán en un recipiente con agua dentro de otro de mayor capacidad, con la finalidad de aislar a los ejemplares del contacto directo con hielo o agua caliente.

### **A) Procedimiento para peces y anfibios en reposo, cuando desciende la temperatura del agua.**

1. Mida 2 litros de agua del estanque y agréguelos, póngalos en una pecera o charola de paredes altas.
2. Registre la temperatura normal del agua del estanque de donde obtenga los peces o ranas y pese los ejemplares.
3. Introduzca 3 peces de distintos tamaños (grande, mediano y pequeño de la misma especie y del mismo cuerpo de agua).
4. Cuente el número de movimientos ventilatorios que presente cada uno de ellos por minuto a través de los movimientos de contracción y relajación

de la actividad bucal, procurando que se mueva lo menos posible. (Haga un cuadro comparativo de los distintos peces de las diferentes temperaturas).

5. Luego haga descender 10 grados centígrados la temperatura, agregando hielo (no sobre los peces de la pecera y evite que el hielo toque a cualquiera de ellos). Después de 3 minutos de estar en esta temperatura, cuente los movimientos ventilatorios de cada uno de ellos por un minuto y anótelos en la tabla.
6. Disminuya inmediatamente 5 grados centígrados la temperatura del agua y después de 3 minutos de estar en esta temperatura cuente el número de movimientos ventilatorios por un minuto procurando que se muevan lo menos posible.
7. Si los peces se encuentran en buen estado, disminuya otros 5 grados centígrados la temperatura del agua y después de 3 minutos de estar en esta temperatura, cuente el número de movimientos ventilatorios por minuto, coloque los ejemplares en una bolsa plástica con esta agua fría, ciérrela y póngala en el agua a temperatura ambiente hasta que se homogenice su temperatura, libérelos

Para las ranas el procedimiento es el mismo pero procure que el volumen del agua cubra apenas a las ranas.

### **B) Procedimiento para peces y anfibios en actividad, cuando desciende la temperatura del agua.**

Realizar el procedimiento del inciso anterior pero ahora, en cada temperatura obligue a los organismos a moverse durante 3 minutos antes de registrar el movimiento ventilatorio.

### **C) Procedimiento para peces y anfibios en reposo, cuando la temperatura aumenta.**

1. Mida 2 litros de agua del estanque y agregue agua caliente hasta aumentar 10 grados centígrados el agua.
2. Agregue el agua a la pecera y coloque en ella los ejemplares, cuente el número de movimientos ventilatorios por minuto de cada ejemplar y anótelos en la tabla.
3. Seguidamente con mucho cuidado agregue más agua caliente hasta aumentar 5 grados centígrados la temperatura del agua. Después de 3 minutos de estar en esta temperatura, cuente los movimientos ventilatorios.

4. Si sus ejemplares están en buen estado aumente otros 5 grados centígrados más la temperatura. Después de 3 minutos de estar en esta temperatura, cuente los movimientos ventilatorios.

**D) Procedimiento para peces y anfibios en actividad, cuando la temperatura aumenta.**

Realizar el procedimiento del inciso anterior pero ahora, en cada temperatura obligue a los organismos a moverse durante 3 minutos antes de registrar el movimiento ventilatorio.

**CUESTIONARIO**

1. ¿Por qué el cambio de temperatura del agua se manifiesta en los movimientos ventilatorios?
2. ¿Qué efecto produce sobre la tasa del consumo de  $O_2$ , sobre la  $PO_2$  y sobre la afinidad de la hemoglobina por el  $O_2$ , cuando desciende drásticamente la temperatura del agua en peces y anfibios?
3. ¿Por qué se utilizaron para esta práctica animales de distintos de tamaños?
4. ¿Qué relación existe entre el tamaño de un animal y su respuesta a las bajas temperaturas y las altas temperaturas?
5. Haga una gráfica para cada ejemplar  
De movimiento ventilatorio por temperatura en reposo
6. Cómo la  $T^\circ$  influye en la concentración de  $O_2$  en el agua?

## PRÁCTICA 5

### EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CONSUMO DE OXIGENO DE LOS ANIMALES ACUÁTICOS.



#### INTRODUCCIÓN

La actividad biológica se basa en relaciones químicas que están profundamente influenciadas por la temperatura. Consecuentemente constituye uno de los factores ambientales más importantes que afectan a los organismos vivos. Los peces y otros animales acuáticos ectotermos tienen temperaturas corporales que quedan determinadas de forma pasiva por la temperatura de sus alrededores. El calor metabólico es transportado por la sangre hacia las estructuras respiratorias y superficie corporal principalmente, donde se pierde rápidamente en el agua. Sólo los peces muy grandes y activos (como el atún) son capaces de mantener una temperatura corporal que es significativamente superior a la del ambiente.

No obstante, los ectotermos no están a completa merced de las temperaturas ambientales. Muchos de estos han desarrollado una variedad de adaptaciones fisiológicas y bioquímicas que les permiten compensar un cambio de temperatura en su ambiente, por lo que pueden alcanzar un cierto grado de aclimatación, la cual es de importancia crucial en la determinación de la distribución geográfica de los organismos, especialmente en las regiones de la tierra que presentan estaciones muy definidas a lo largo del año. Sin embargo, la aclimatación es un proceso que requiere días, aún semanas para manifestarse de forma completa. Sí se somete a un ectotermo acuático, de

forma repentina y drástica, a una nueva temperatura, se afecta su temperatura corporal y su tasa metabólica total. En este experimento estudiaremos el efecto de este cambio de temperatura, midiendo el consumo de oxígeno de peces sometidos a diferentes temperaturas ambientales.

El consumo de oxígeno de los animales acuáticos puede medirse por distintas técnicas; éstas varían en cuanto a su complejidad y la confiabilidad de los resultados alcanzados.

- 1) El sistema cerrado o estático, en el que se mide la velocidad a la que el animal agota el oxígeno existente al ser colocado en un recipiente cerrado.
- 2) El sistema abierto o de flujo, en el que se mide la disminución del oxígeno en el agua que fluye constantemente a través de la cámara en la que se encuentre el animal.

## **OBJETIVO**

Determinar cómo influye la temperatura ambiental en el metabolismo de los animales en relación específica al consumo de oxígeno,

## **MATERIAL**

- 2 Kg de hielo
- Termómetro
- Oxímetro
- Mechero Fisher
- Vaso de precipitado 1000 ml
- Rejilla de asbesto
- Guantes aislantes
- Tinas de plástico

## **MATERIAL BIOLÓGICO**

- 6 peces vivos del mismo tamaño

## **ROCEDIMIENTO**

Consumo de oxígeno mediante respirometría en un sistema cerrado.

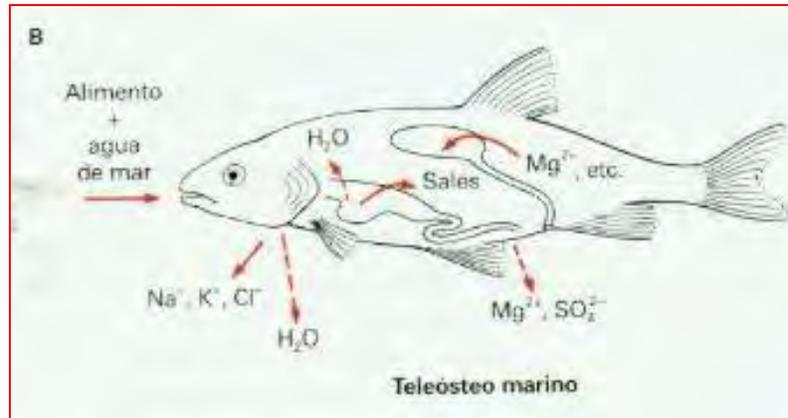
1. Colocar tres tinas en las mismas condiciones de temperatura pero sin los peces, de forma que se registre la cantidad de oxígeno a lo largo del experimento y poder determinar el consumo del oxígeno.
2. Los peces se colocan en tinas pequeñas durante una hora, que a su vez se colocarán dentro de tinas con agua que ayudaran a controlar la temperatura.
3. Se realizarán tres experimentos al mismo tiempo con temperaturas de 10°, 20° y 30°C (dos ejemplares a cada temperatura y un ejemplar por tina chica)
4. Se tomará de manera directa la concentración de oxígeno disuelto con el oxímetro cada 20 minutos hasta completar 1:20 minutos

## **RESULTADOS**

1. Calcular el consumo de oxígeno para cada temperatura empleada.
2. Con los resultados obtenidos para 10°, 20°, y 30°C, graficar los resultados.
3. Interpretar los resultados obtenidos, relacionando la temperatura con la tasa metabólica.
4. Porqué tomar la concentración del agua “sin peces”
5. Cómo influirá el efecto del calentamiento global en los organismos acuáticos (marinos y dulceacuícolas)?. Explica.

## PRÁCTICA 6

### OSMORREGULACIÓN EN PECES TELEÓSTEOS, ANFIBIOS Y CRÚSTACEOS.



**Figura 33-4**

Intercambio de agua y solutos en una rana. El agua atraviesa la piel, muy permeable, y es excretada por el riñón. La piel también transporta, de forma activa, iones (cloruro sódico) desde el ambiente. El riñón forma una orina diluida reabsorbiendo el cloruro sódico. La orina se vierte en la vejiga urinaria, donde, durante su almacenamiento temporal, se recupera la mayor parte del cloruro sódico y se devuelve a la sangre.



## OBJETIVO

Describir y entender los cambios fisiológicos que efectúan los peces teleósteos, anfibios y crustáceos, cuando la concentración de su medio cambia.

## INTRODUCCIÓN

Los teleósteos dulceacuícolas se comportan hiperosmóticamente con respecto al agua dulce que es más diluida (sus fluidos corporales son más concentrados que el agua que rodea al animal). Mientras que los teleósteos marinos se comportan hiposmóticamente con respecto al agua salada que es más concentrada (sus fluidos corporales son menos concentrados que el agua que rodea al animal), éstos animales deben regular su contenido de agua y sales, para evitar pérdidas de agua y sales y mantener su homeostasis.

En anfibios de agua dulce, considerados como animales semiacuáticos, cuando son sometidos a un cambio en la salinidad – más concentrado – tienden a deshidratarse perdiendo agua a través de la piel y la orina.

Los crustáceos dulceacuícolas, son también hiperosmóticos como todos los animales de agua dulce, pero en medios de agua salada los crustáceos, al igual que el resto de animales invertebrados, son isosmóticos respecto al medio, evitando con esto que exista desequilibrio osmótico entre su cuerpo y el medio que los rodea.

En cada uno de nuestros siguientes experimentos determinaremos la velocidad de deshidratación y la compararemos con la velocidad de rehidratación, con el peso de los ejemplares se determinará cuánta agua perdieron o ganaron, en respuesta a su capacidad osmorreguladora.

### MATERIAL

- Charola de paredes altas tipo pecera
- Balanza granataria
- 6 probetas de 500 ml
- 6 probetas de 1000 ml
- 100 g de NaCl

### MATERIAL BIOLÓGICO

- 3 peces de distinto tamaño de la misma especie
- 3 ranas de distinto tamaño de la misma especie
- 3 camarones de río “chapos” de distintos tamaños

## PROCEDIMIENTO

### Peces y Anfibios

1. Pese 15 g de sal y disuélvalos perfectamente en 3 litros de agua
2. Pese cada uno de los ejemplares y anote su peso (peso inicial)
3. Introduzca a los ejemplares en el agua salada (escúrralos antes y después de introducirlos). Pesarlos a los 3, 6, 9 y 12 minutos, revisando el estado físico de cada uno antes de la operación, y si están en malas condiciones, suspenda inmediatamente el experimento. Rehidrate lo más pronto posible.
4. Introduzca a los ejemplares en el agua dulce, y pese a los 3, 6, 9 y 12 minutos hasta su recuperación.

### Crustáceos

1. Pese a cada uno de los ejemplares e introdúzcalos en agua salada durante 6 minutos, luego péselos y repita la misma operación a los 12, 18 y 24 minutos.
2. Introduzca a los ejemplares en el agua dulce, y pese a los 6, 12, 18 y 24 minutos.

## RESULTADOS

1. Graficar el peso de los ejemplares y tiempo de DESHIDRATACIÓN y REHIDRATACIÓN para peces, anfibios y crustáceos.

## CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la interpretación fisiológica que usted da a las velocidades de DESHIDRATACIÓN y REHIDRATACIÓN en peces teleósteos?
2. En peces y anfibios, ¿Cuál de los dos procesos (deshidratación y rehidratación) es más rápido? ¿Por qué?
3. ¿Cuál es comportamiento osmótico (hídrico y electrolítico) de un camarón de río, cuándo esta en agua dulce y cuándo se encuentra en aguas saladas y salobres? ¿Qué pruebas obtuvo en su experimento que confirmen su respuesta?
4. Qué diferencias en la cubierta corporal de los organismos observados ayuda a explicar tus resultados?

## PRÁCTICA 7

### CONTROL HORMONAL EN EMBRIONES DE RANA



### OBJETIVO

Investigar la influencia hormonal sobre el crecimiento y desarrollo en embriones de rana

## INTRODUCCIÓN

### HORMONAS

Una hormona es una sustancia química que se sintetiza en una glándula de secreción interna o también por células epiteliales e intersticiales con el fin de afectar la función de otras células.

En el ser humano, la tiroides es una glándula endócrina situada justo debajo de la “manzana de Adán” junto al cartílago tiroideo y sobre la tráquea. Pesa entre 15 y 30 g en el adulto, y está formada por dos lóbulos en forma de mariposa a ambos lados de la tráquea, ambos lóbulos unidos por el istmo. La glándula tiroides regula el metabolismo del cuerpo, es productora de proteínas y regula la sensibilidad del cuerpo a otras hormonas.

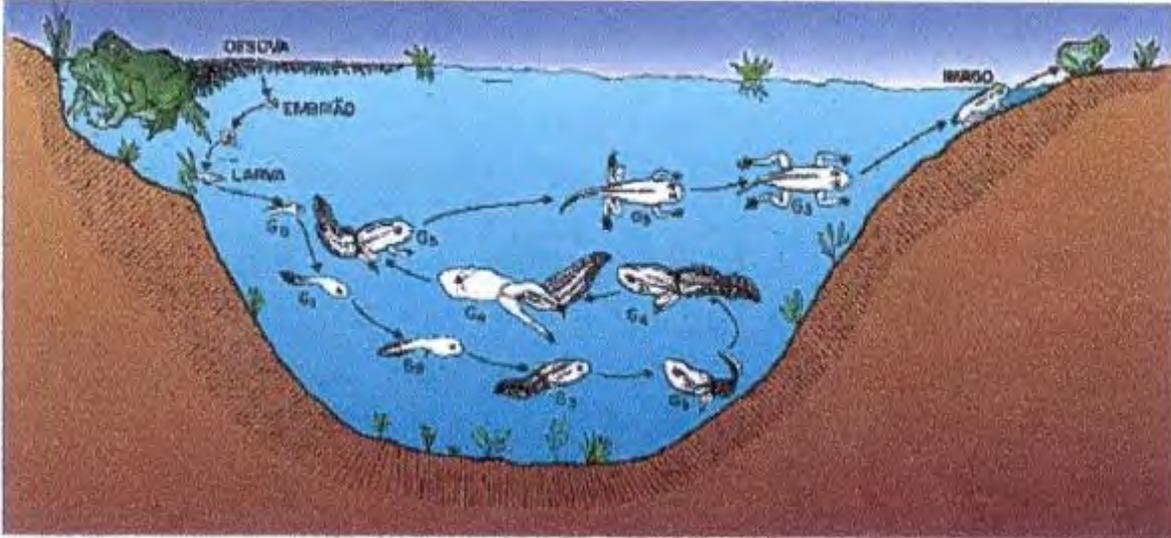
La tiroides participa en la producción de hormonas, especialmente tiroxina (T4) y triyodotironina (T3). Estas hormonas regulan el metabolismo basal y afectan el grado de funcionalidad de otros sistemas del organismo. El yodo es un componente esencial tanto para T3 como para T4. También sintetiza la hormona calcitonina que juega un papel importante en la homeostasis del calcio. La tiroides es controlada por el hipotálamo y la pituitaria. Las hormonas tiroideas tienen efectos sobre casi todos los tejidos del organismo. Aumentan la termogénesis y el consumo de oxígeno, y son necesarias para la síntesis de muchas proteínas; de ahí que sean esenciales en el periodo de crecimiento y para la organogénesis del sistema nervioso central. También influyen sobre el metabolismo de los carbohidratos y de los lípidos.

Por ejemplo, en los anfibios, la administración de agentes bloqueadores de la tiroides, tales como propiltioracil, inhiben la metamorfosis de los renacuajos, mientras que la tiroxina la activa.

#### **Ciclo de vida de la ranas**

Como en la mayoría de los anfibios, el ciclo de vida empieza en el agua; estos animales mantienen una estrecha relación con el ambiente acuático durante buena parte de su vida. Para su reproducción, prefieren pequeños lagos o charcos, donde darán origen a los renacuajos. Para que las

ranas se reproduzcan, deberán alcanzar la madurez sexual y estar en un ambiente con condiciones favorables. De un modo simplificado, el **ciclo de vida** de las ranas puede ser así representado:



Cuando las ranas alcanzan la madurez sexual, empieza el cortejo nupcial, es decir, el macho delimita su territorio y canta para atraer a la hembra. Durante la reproducción, el apareamiento ocurre en el agua o en la vegetación. Después de la fecundación, el huevo empieza su desarrollo. De una manera gradual, empieza a crecer y a cambiar; las branquias pasan a funcionar dentro del cuerpo, permaneciendo la abertura del sifón lateral, por donde ocurre el flujo del agua, que entra por la boca y pasa por las branquias, permitiendo la respiración. Posteriormente, la larva cambia la forma del cuerpo y se transforma en renacuajo. El cual sufre metamorfosis, que consiste en cambios morfológicos y fisiológicos, permitiéndole su sobrevivencia en ambientes terrestres. La metamorfosis puede ser dividida en los siguientes estadios:

G0 - Primeros días de vida, se alimentan de microorganismos (bacterias, hongos, algas) flotantes (planctónicos) o pegados a la vegetación.

G1 - Fase de crecimiento, donde aún no se inicia la metamorfosis. En algunas especies ya ocurre el desarrollo del pulmón, lo que hace posible al renacuajo respirar en la superficie del agua.

G2 - Empieza la metamorfosis: los miembros se desarrollan y ya pueden ser observados como dos pequeños apéndices en la parte posterior del cuerpo.

G3- Las patas posteriores están casi totalmente exteriorizadas, pero aún no están completamente formadas.

G4- Las cuatro patas están totalmente formadas, y las posteriores ya tienen la forma de las patas de los adultos.

G5- Las patas anteriores son exteriorizadas. La cola, aún grande, se afila, y va siendo absorbida, poco a poco, suministrando energía para el animal, debido a que en este estadio no se alimenta.



## MATERIAL

- 7 recipientes largos y aplanados de cultivo (cada uno deberá tener capacidad para 1 litro de solución de cultivo).
- 7 rocas o ladrillos (lo suficientemente largos para que sobrepasen el nivel del litro de agua, pero no tan grande que impida el libre movimiento de los renacuajos).
- 1 probeta graduada.



- Soluciones de:  
Tiroxina (1mg / 1).  
Triyodotironina (1mg /1).  
Yodo. (1mg / 1).



- 3 pipetas graduadas de 10 ml.



## MATERIAL BIOLÓGICO

- 35 renacuajos que se encuentren antes o durante la fase en que se hace aparecer los primordios de las patas traseras.

## MÉTODO

1) Rotular cada uno de los recipientes de cultivo (equipo, solución y fecha).



2) Agregar a cada recipiente las siguientes soluciones:

1. Sol. de tiroxina 25  $\mu\text{g/l}$  (prepara agregando 25 ml de la solución tiroxina a 975 ml de agua de estanque).
2. Sol. de tiroxina 10  $\mu\text{g/l}$  (prepara agregando 10 ml de la tiroxina a 990 ml de agua de estanque).
3. Sol. de triyodotironina 10  $\mu\text{g/l}$  (prepara agregando 10 ml de la solución triyodotironina a 990 ml de agua de estanque).
4. Sol. de triyodotironina 2.5  $\mu\text{g/l}$  (prepara agregando 2.5 ml de la solución a 997.5 ml de agua de estanque).
5. Sol. de yodo 2  $\mu\text{g/l}$  (agregue 2 miligramos de solución de yodo a 998 ml de agua de estanque)
6. Sol. de yodo 1  $\mu\text{g/l}$  (agregue 1ml de solución a 999 ml de agua de estanque)
7. 1 l de agua de estanque que sirva como control.

3) Dividir los 35 renacuajos en 7 grupos de 5 individuos cada uno, selecciónelos de tal modo que cada grupo incluya individuos en la misma fase

de desarrollo. Coloque cada grupo en cada uno de los recipientes a temperatura ambiente.

4) Observar los ejemplares periódicamente y anotar los cambios registrados. Al mismo tiempo alimente a los renacuajos y reponga las condiciones de cultivo con soluciones frescas. Si muere uno de los renacuajos quítelo de inmediato (no lo reponga).

5) Cuando las patas traseras del renacuajo se encuentren bien desarrolladas coloque una roca en el recipiente para que los renacuajos puedan arrastrarse sobre ellas. Sin éstas precauciones se ahogarán. Al terminar el experimento, compare cuidadosamente los resultados obtenidos con cada una de las soluciones. Entonces redacte un resumen con las observaciones de cada experimento.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué propósito tiene colocar renacuajos en la misma fase de desarrollo tanto en los grupos experimentales como en los grupos testigos?
2. Al morir un renacuajo. ¿Por qué no debe ser repuesto por otro?
3. La metamorfosis se realizó de manera sincrónica en todas las soluciones?
4. Algunas concentraciones de tiroxina parecieron estimular o sobre estimular el desarrollo, ¿Por qué?
5. ¿La concentración de la hormona tiene efectos sobre la velocidad de la metamorfosis?. Explique.
6. ¿Cuáles fueron los cambios observados en el grupo control? ¿Qué importancia tiene el empleo de un grupo control?
7. ¿La triyodotironina aumenta o disminuye la velocidad de la metamorfosis comparada con la tiroxina? ¿Sobre qué prueba se encuentran basadas sus respuestas?

8. ¿Sus resultados le sugieren cuál es el mecanismo de los cambios que ocurren en los renacuajos normales durante la metamorfosis espontánea? ¿Qué experimentos pueden usarse para demostrar que su hipótesis es correcta?
9. Si a una larva muy joven se le priva de la glándula tiroides, ¿considera usted que puede producirse de alguna manera la metamorfosis?, y ¿cómo podría demostrar o experimentar éste punto?
10. Qué diferencia hay entre neotenia y paedogénesis?, qué ocurre con la glándula tiroides en los neotenicos facultativos tipo I?

## PRÁCTICA 8 REGENERACIÓN

### OBJETIVO

Estudiar y comparar la regeneración en el cuerpo de planarias y lombriz de tierra.



## INTRODUCCIÓN

La regeneración se refiere a una restauración de tejidos dañados o perdidos, ya sean en órganos o extremidades. Muchos de los seres vivos tienen muy desarrollada la propiedad de regeneración de las partes del cuerpo que han perdido. Por ejemplo, las lagartijas que pierden la cola, después desarrollan otra completa. Entre los invertebrados la regeneración es más notoria. Algunos de los animales inferiores son capaces de desarrollar una nueva cabeza cuando está ha sido cortada e incluso pueden formar la mayor parte del cuerpo a partir de unos cuantos cientos de células.

La regeneración ha sido una fuente importante de información para los biólogos. Generalmente cuando una parte del organismo se corta, la herida cicatriza y forma un callo pequeño de células no diferenciadas. En la regeneración esas células se dividen y se diferencian y dan origen al órgano perdido, de manera semejante a como ocurre en el desarrollo embrionario. Muchos son los organismos adecuados para el estudio de la regeneración, se puede observar en la cabeza de las planarias, en los miembros de las salamandras, en la cola de los renacuajos y en la piel del hombre. En general, entre más complejos y/o desarrollados sean los organismos menor es la capacidad de regeneración en las partes perdidas o dañadas.

Animales inferiores como lombriz de tierra, crustáceos (langostas, cangrejos) y estrellas de mar, pueden regenerar las partes dañadas del cuerpo. Por ejemplo, al retirar un brazo de la estrella de mar podemos observar como es remplazada mediante el proceso de regeneración. A medida que avanzamos en la escala evolutiva, encontramos ciertos animales como la rana, con capacidad regenerativa únicamente durante los primeros estados de su desarrollo. El renacuajo puede regenerar un miembro mientras que la rana adulta no puede hacerlo.



## PRIMERA PARTE

### MATERIAL

- Bisturí
- Pincel pequeño
- Caja de petri
- Agua del mismo acuario o depósito de las planarias



### MATERIAL BIOLÓGICO

- 20 Planarias



## MÉTODO

### Operación tipo 1

1. Preparar y etiquetar tres recipientes con agua
  - a) Utilizando un pincel traslade las planarias a una charola, corte la planaria en tres partes: cabeza, parte media y parte posterior. (fig.1). (generalmente la faringe se expulsa durante la operación y hay que retirarla). Coloque las tres partes en los recipientes correspondientes.
  - b) Ejecute operaciones semejantes en varios ejemplares.

Prepare otros recipientes, para las siguientes operaciones.

### Operación tipo 2

Con otros ejemplares, haga un simple corte longitudinal, separe la mitad derecha de la izquierda (fig.1).

Otros tipos de operaciones emplean cortes más complicados, como los siguientes (fig.1):

### Operación tipo 3

Diseñe una operación que produzca dos cabezas en el extremo anterior del cuerpo (fig.1).

### Operación tipo 4

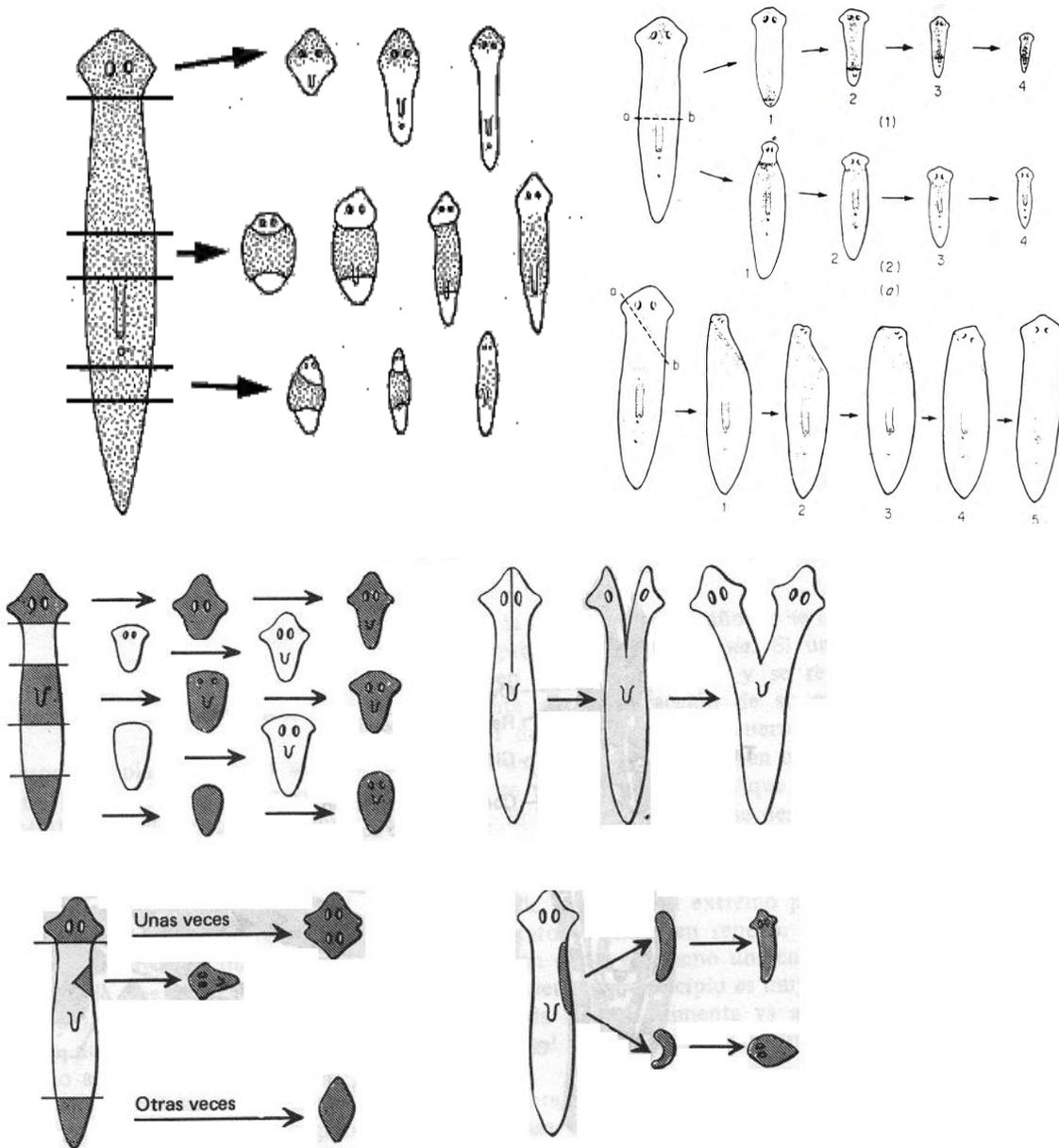
Diseñe una operación en que resulte una planaria con una cabeza en la región cefálica y otra en la caudal (fig.1).

### Operación tipo 5

Diseñe una operación en la que resulte un planaria con dos cabezas y dos extremos caudales (fig.1).

Coloque los animales en un lugar fresco y con poca luz. Las temperaturas elevadas son con frecuencia causa de muerte. Los animales no necesitan alimento. Observe cada día los resultados, retire los animales muertos, cambie el agua cada tercer día, a menos que haya muertos en cuyo caso deberá cambiarse el agua de inmediato. No utilizar agua recientemente clorada, así como el tipo de material de todos y cada uno de los objetos que utiliza en la ambientación.

Diagrama de Operaciones



(fig.1). Operación tipo 1,2, 3,4 y 5

## SEGUNDA PARTE

### MATERIAL

- Bisturí
- Pincel pequeño
- Caja de petri
- Tierra del mismo deposito de las lombrices.



### MATERIAL BIOLÓGICO

- 20 Lombrices de tierra

### MÉTODO

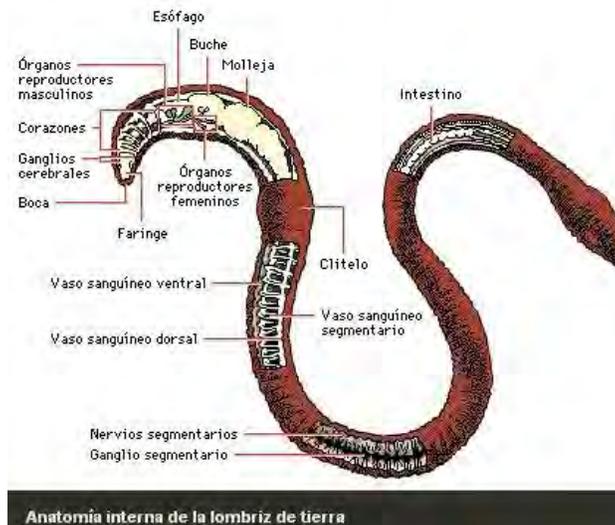
Preparar y etiquetar cinco cajas con tierra, para las siguientes operaciones.

#### Operación tipo 1

Colocar los ejemplares en cajas de petri, realizar cortes a la mitad separando la parte anterior de la posterior.

#### Operación tipo 2

Realizar dos cortes para separar la parte anterior, media y posterior.



## RESULTADOS

Hacer esquemas que muestren el proceso de regeneración en todos los experimentos.

1. ¿En cuánto tiempo inicia la regeneración en cada experimento?
2. ¿Qué apariencia toman las regiones seccionadas comparadas con el resto del cuerpo?
3. ¿La parte regenerada crece en forma perpendicular a la superficie del corte?
4. Indique sí la velocidad de la regeneración es la misma independientemente del corte.
5. ¿Hay algún tipo de anomalía en las estructuras regeneradas? Descríbela.
6. ¿Parece la parte media “Saber” cuál es el extremo anterior y cuál es el extremo posterior? Explique.

## BIBLIOGRAFÍA

- Antony, C. K. Y Thiobodeau 1993. Anatomía y Fisiología. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill
- Dienhart, Ch.M. 1989. Anatomía y Fisiología Humanas. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill
- Schimdt- Nielsen. K. 1988. Fisiología Animal. Editorial Omega.
- Hoar, W. S. 1986. Fisiología General y Comparada. Editorial Omega.
- Prosser, C.L. y Brown, F. A. 1988. Fisiología Comparada. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill
- Goldstein, L. 1992. Fisiología Comparada. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill.
- Manual de prácticas de histología humana, facultad de medicina “Dr. Ignacio Chávez” departamento de ciencias morfológicas, U.M.S.N.H.
- Lesson 1990. Histología. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill.
- Windle, W. 1992. Histología. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill.
- Teppeman 1986. Fisiología Metabólica y Endocrina. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill.
- Schotelius 1990. Fisiología. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill
- Wilson, J. A. 1989. Fundamentos de Fisiología Animal. Editorial Limusa.
- De Groot, J. Y Chusid, J. A. 1992. Neuroanatomía Correlativa. Editorial El Manual Moderno.
- Schmidt, R. F. y Thews, A. 1993. Fisiología Humana. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill
- Eckert, R. 1990. Fisiología Animal. Editorial Interamericana-Mc Graw Hill.
- Fanjul, M. L. et al. 1998. Biología Funcional de los Animales. Editorial Siglo XXI.
- Gardiner, Mary S. “Biología de los Invertebrados” Ed. OMEGA. México, D. F., Pág. 876-882..
- Ville, Claude A. “Zoología” Ed. Interamericana S. A. de C. V., Tercera Edición. México, D. F., Pág. 707-720.

- Zoología; Nancy M. Jessop; editorial Interamericana

Hemerografía

[http://www.naturenotes.org/notes/dbiologia/biologia\\_intercambio\\_gases.htm#traqueal](http://www.naturenotes.org/notes/dbiologia/biologia_intercambio_gases.htm#traqueal)

<http://www.monografias.com/trabajos16/artropodos/artropodos.shtml#LUZ>

<http://cenamec.org.ve/html/herramientas/actividades/act09.htm>

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001941.htm>

<http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia/guianutr/valor1.htm>

<http://usuarios.lycos.es/deportepopular/calculos/calculos.htm>

[http://www.anestesiapediatrica.com.ar/fisiologia\\_de\\_la\\_temperatura.hm](http://www.anestesiapediatrica.com.ar/fisiologia_de_la_temperatura.hm)

<http://www.sitiomedico.com.uy/artnac/2001/04/12.htm>

<http://www.luismigueles.com.ar/info/altura.htm>

[www.asturnatura.com/articulos/planarias/inicio.php](http://www.asturnatura.com/articulos/planarias/inicio.php)

[http://laescolar.com/frame\\_builder.html](http://laescolar.com/frame_builder.html)

<http://www.izt.uam.mx/contactos/n40ne/reino.pdf>

TEMAS ALTERNOS A DESARROLLAR PARA LA PRÁCTICA DE HORMONAS.

- USO DE HORMONAS EN LA MEDICINA REPRODUCTIVA
- USO VETERINARIO DE HORMONAS.
- IMPLANTES HORMONALES EN GANADO DE ENGORDA
- EFECTOS PERJUDICIALES DEL USO DE HORMONALES
- ESTEROIDES ANABÓLICOS EN EL DEPORTE.
- REVERSIÓN SEXUAL EN PECES DE INTERÉS ECONÓMICO.
- EFECTO FISIOLÓGICO DE LA CASTRACIÓN EN GANADO (BOVINO, EQUINO, PORCINO)