

# **DESCUBRIENDO LA BIOLOGÍA GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE BIOLOGÍA GENERAL**

**Asignatura: Biología General**

**Claudia Beatriz Sorol  
Karina Beatriz Acosta  
Silvia Alicia Flores  
Carlos Eduardo Kusmeluk  
Liliana Rosalba Ybarra  
Ernesto Martín Giorgio  
Alejandra Lorena Goncalves**

**Colección: Cuadernos de Cátedra**



**Facultad de Ciencias Exactas,  
Químicas y Naturales**

Descubriendo la biología : guía de trabajos prácticos de Biología General /  
Claudia Beatriz Sorol ... [et al.]. - 1a ed. - Posadas : Universidad Nacional de  
Misiones, 2023.

Libro digital, PDF - (Cuadernos de cátedra)

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-950-766-219-5

1. Biología. 2. Experimentos. 3. Actividades Practicas. I. Sorol, Claudia  
Beatriz.

CDD 570.2

## **PREFACIO**

«El aprender jamás es acumulativo; es un movimiento de conocer,  
que no tiene principio y no tiene fin».

El libro de la vida. Jiddu Krishnamurti (1895-1986)

Estimados estudiantes de la Licenciatura en Genética:

Como profesores investigadores, asumimos que el aprendizaje práctico es fundamental para la comprensión profunda de los conceptos teóricos de Biología, por ello hemos elaborado esta guía para orientarlos en el desarrollo de sus habilidades prácticas y cognitivas.

En cada propuesta de trabajo práctico, encontrarán una introducción teórica seguida de una guía de procedimientos para realizar actividades variadas que integran temáticas sobre la química biológica, la biología celular, la microbiología y la genética, entre otras. Hemos propuesto actividades que, utilizando la metodología experimental, les permitirán obtener resultados significativos; además ejercicios de observación de organismos para conocer la diversidad biológica. También hemos incluido ejercicios de resolución de problemas, preguntas para reflexionar, discutir y comprender los conceptos de modo integrado.

Con el deseo de compartir nuestra pasión y conocimiento con ustedes, nos complace presentarles esta guía de trabajos prácticos de Biología General, esperando que sea un instrumento valioso y que disfruten de la experiencia de estudiar esta asignatura.

## **RECOMENDACIONES PARA TRABAJAR EN EL LABORATORIO DE BIOLOGÍA: NORMAS DE BIOSEGURIDAD**

Para el desarrollo de las prácticas de laboratorio es conveniente tener en cuenta algunas reglas de seguridad e higiene que deben ser observadas con atención y cumplidas por estudiantes, auxiliares y docentes. Trabajar en el laboratorio implica que existe el peligro potencial de accidentes, debido a las sustancias químicas, elementos y/o equipamiento que se utilizan y a la posibilidad de cometer algún error al realizar un experimento. Por tal motivo, la seguridad, la protección de la salud y el manejo apropiado de los elementos de laboratorio son indispensables para el trabajo dentro del mismo.

La bioseguridad es el conjunto de medidas organizadas que comprenden y comprometen el elemento humano, técnico y ambiental, destinado a proteger a todos los seres vivos y al medio ambiente, de los riesgos que entraña la presencia permanente de agentes biológicos, físicos y químicos.

### **NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO**

#### **Relacionadas con la presentación personal:**

- Utilizar chaquetilla para evitar el contacto de sustancias químicas con la piel.
- Usar el cabello recogido.
- Emplear calzado cerrado para proteger los pies de posibles derrames.
- Evitar colocar en las mesadas o en el piso, abrigos, apuntes, etc., que puedan entorpecer el trabajo de laboratorio.

#### **Relacionadas con el orden y limpieza del laboratorio:**

- El orden y la limpieza deben presidir todas las experiencias de laboratorio. En consecuencia, al terminar cada práctica se debe proceder a limpiar cuidadosamente el material que se ha utilizado y la zona de trabajo.
- Los reactivos y sustancias químicas permanecerán en el sector de trabajo común.
- Los residuos serán descartados en los contenedores destinados para tal fin.

#### **Relacionadas al cuidado del material óptico:**

- Manejar con cuidado los instrumentos delicados, tales como lupas y microscopios, evitando los golpes o forzar sus mecanismos.
- Mantener encendidas las luces únicamente durante la observación.
- Utilizar el aceite de inmersión únicamente con el objetivo de mayor aumento (100x).

### **Relacionadas con la utilización del material de vidrio:**

- Manipular el material de vidrio con precaución.
- Rotular con marcador al solvente evitando el uso de corrector.
- Utilizar el dedo índice para tapar el extremo superior de las pipetas y regular la caída del líquido.
- Para enrasar un líquido en un determinado volumen apoyar el recipiente graduado a la altura de los ojos, de tal modo que la curvatura del líquido coincida con la graduación.
- Con el fin de evitar roturas, el material de vidrio no debe enfriarse bruscamente después de haberlo calentado.

### **Relacionadas con la utilización de productos químicos:**

- Leer el rótulo y el pictograma de peligrosidad antes de utilizar un determinado compuesto.
- No tocar con las manos los productos químicos y evitar el contacto con la boca.
- No retornar nunca el exceso de un producto químico al recipiente de origen.
- Tapar los recipientes (botellas y frascos).
- Pipetear con la perita de goma (bomba manual), no hacerlo con la boca.
- Cuando se vierta un producto líquido, el frasco que lo contiene se debe inclinar de modo que la etiqueta quede en la parte superior, de ese modo se evitará el deterioro de la misma si se escurre líquido.
- Mantener los productos inflamables (gases, alcohol, éter, etc.) alejados de las llamas de los mecheros. Para calentar tubos de ensayo con estos productos, utilizar baño María, nunca directamente a la llama. Tener precaución con las llaves de paso de gas.
- Manipular con cuidado los productos corrosivos (ácidos, álcalis, etc.). Para evitar salpicaduras verter suavemente por la pared del recipiente.
- Para diluir un ácido, siempre verter el ácido sobre el agua.

### **Relacionadas al descarte de materiales:**

- No tirar el material sólido a los desagües.
- Depositar los residuos sólidos en bolsas de polietileno ubicadas en contenedores con tapa.
- Verter los productos químicos biodegradables de desecho al sistema de drenaje, haciendo circular abundante agua.
- Depositar los productos químicos de desecho no biodegradables en contenedores rotulados para tal fin.

- Depositar el material de vidrio de descarte en los contenedores destinado a tal fin.
- Depositar agujas y alfileres en los contenedores destinados para tal fin.

### PICTOGRAMAS DE SEGURIDAD

Las sustancias químicas se clasifican, en función de su peligrosidad, en:	
	<b>Explosivos.</b> Sustancias y preparados que pueden explotar por efecto de la llama.
	<b>Comburentes.</b> Sustancias y/o preparados que en contacto con otras provocan o favorecen la combustión. Por ejemplo: oxígeno.
	<b>Tóxicas.</b> Sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o absorción cutánea puedan ocasionar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.
	<b>Irritantes.</b> Sustancias y preparados no corrosivos que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.
	<b>Inflamables.</b> Sustancias y preparados cuyo punto de combustión sea igual o superior a 21 °C e inferior a 55 °C.
	<b>Corrosivas.</b> Sustancias y preparados que en contacto con los tejidos vivos puedan ejercer sobre ellos una acción destructiva.

	<p><b>Peligrosas para el medio ambiente.</b> Sustancias y preparados cuya utilización presente, o pueda presentar, riesgos inmediatos o a largo plazo para el medio ambiente.</p>
	<p><b>Riesgo biológico.</b> Consiste en la presencia de un organismo o sustancia derivada que plantea una amenaza a la salud humana (contaminación biológica).</p>

## NORMAS PARA LA ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

### RESIDUOS QUÍMICOS

- Fijadores: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: Farmer).
- Alcoholes: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: Alcohol 70 % y 96 %).
- Formol: se almacena en recipientes cerrados y debidamente rotulados.
- Ácidos: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: ácido nítrico, ácido clorhídrico, ácido pícrico y ácido acético).
- Hidróxidos: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo Hidróxido de Sodio).
- Colorantes: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (azul de metileno, cristal violeta, orceína, safranina, rojo Congo, sudán).
- Indicador DE pH: se almacena en recipientes cerrados y debidamente rotulados (ejemplo: azul de bromotimol).
- Solventes orgánicos: se diluyen y eliminan por sistema de drenaje/ red cloacal (ejemplo: tolueno).

### RESIDUOS BIOLÓGICOS

- Frotis sanguíneo: material biopatológico que previo a su eliminación debe sumergirse en solución de hipoclorito de sodio al 10 %. Posteriormente, se elimina por el sistema de drenaje/ red cloacal.
- Extendido de microorganismos (bacterias, levaduras y protistas): material biológico que previo a su eliminación debe sumergirse en solución de hipoclorito de sodio al 10 %.

Luego se lava con abundante agua y detergente, se elimina por el sistema de drenaje/red cloacal.

#### Residuos comunes

- Todos aquellos que por su semejanza a los residuos domésticos son considerados como tales (ejemplo: papeles, plantas, frutas, etc.).

El estudiante debe tener en cuenta los siguientes ítems para el desarrollo de la clase práctica:

- a) Antes de realizar una práctica, leer detenidamente la guía de laboratorio para adquirir una idea clara de sus objetivos, fundamentos y técnicas.
- b) Durante el desarrollo de las actividades cada grupo se responsabilizará del material que se le ha proporcionado y de la zona trabajo; registrando detalladamente los resultados.
- c) Cualquier inconveniente que se produzca durante el trabajo práctico deberá ser informado a la brevedad al docente.
- d) El material óptico debe ser devuelto en las mismas condiciones en las cuales se entrega en cuanto a limpieza e integridad.

En el laboratorio, su seguridad y la de sus compañeros dependen del conocimiento de las buenas prácticas, el sentido común y la solidaridad en el ambiente de trabajo.

## INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO DE BIOLOGÍA

A continuación, se presenta una síntesis de los materiales e instrumentos de uso frecuente en el laboratorio de biología, y algunos conceptos que el estudiante debe conocer para el desarrollo de cada práctico.

### A. MATERIAL DE LABORATORIO

El laboratorio de biología es el lugar donde se trabaja con material relativo a los seres vivos. En el laboratorio se realizan prácticas tanto a nivel microscópico (células) como a nivel macroscópico (órganos, tejidos o sistemas), dichas actividades tienen como objetivo diferenciar la estructura de los organismos vivos e inclusive identificar algunos de los elementos que los componen. Así mismo, se pueden realizar observaciones y mediciones a partir de las cuales se pueden formular hipótesis y conclusiones de los experimentos.

El material elemental en un laboratorio de biología se compone de:

- Materiales: conjunto de instrumentos,
- Instrumentos: cualquier herramienta utilizado en el laboratorio,
- Reactivos: sustancia que interactúa con otra. Compuesto añadido a un sistema para provocar una reacción química, para revelar la presencia o medir la cantidad de otra sustancia (drogas, colorantes).
- Equipos: artefacto utilizado para facilitar el estudio (microscopios óptico y estereoscópico, balanza, centrífuga).

Los instrumentos se pueden clasificar de acuerdo al tipo de material del cual están fabricados:

- Metales: los más empleados son hierro, aleaciones de este con cobre, níquel, platino, plata, o plomo.
- Vidrio: la mayoría de los recipientes de laboratorio, son de boro silicato o Pirex®, este vidrio es duro, libre de metales pesados altamente resistente al choque térmico y resistente a la corrosión química; además, es transparente (permite observar lo que ocurre en el interior).
- Madera: suelen utilizarse en diferentes tipos de soportes.
- Porcelana: son resistentes a los cambios de temperatura.
- Caucho: generalmente, resistentes a la acción de los agentes químicos.
- Plástico: en muchos casos pueden sustituir al vidrio, pero son menos resistentes y su utilización tiene limitaciones.

Asimismo, de acuerdo a su utilidad, los instrumentos pueden clasificarse en:

- Volumétricos: Erlenmeyer, vaso de precipitado, probeta, pipetas, matraces (de fondo plano o redondo). Como son materiales utilizados para medir volúmenes, frecuentemente suelen ser graduados o presentar una marca indicadora del volumen máximo (aforo).
- Recipientes: tubos de ensayo, caja de Petri, vidrio de reloj, frascos transparentes o de color caramelo (para reactivos fotosensibles).
- Accesorios: bisturíes (para cortar las muestras), porta y cubreobjetos (utilizados en microscopía), varillas de vidrio (para agitar soluciones), mortero con pilón (para macerar o moler muestras), embudos (para trasvasar líquidos), mechero de Bunsen y mechero de alcohol (para calentar soluciones).
- Soporte o sujeción: gradillas, trípode, pinzas.

### ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DEL INSTRUMENTAL BÁSICO EN EL LABORATORIO DE BIOLOGÍA

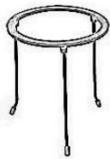
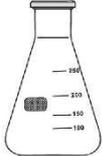
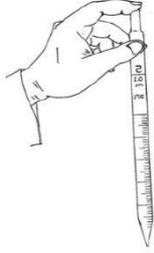
1. En la tabla 1 se presentan los instrumentos y materiales de uso frecuente en el laboratorio de Biología. Identifique cada uno de ellos, investigue y describa brevemente sus utilidades.
2. Describa la función que desempeña cada material, agrupándolos en: recipientes, volumétricos, soportes y accesorios.

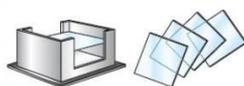
**Tabla 1. Instrumentos y materiales de uso frecuente en el laboratorio de Biología.**



Ejemplo:  
Caja de Petri: recipiente de base circular con tapa, de vidrio o plástico, que se utiliza para contener muestras biológicas. Muy utilizado para cultivo celular. Recipiente.







Durante el desarrollo de la asignatura es probable que amplíe la información recopilada en esta actividad.

## B. MICROSCOPIA

Los primeros grandes avances en la ciencia (en particular en las ciencias biológicas) se deben en gran parte a la invención del microscopio. Este instrumento surgió a mediados del siglo XVII de la mano de Antonio van Leuwenhoek (1632 - 1723) y permitió a Robert Hooke (1635 - 1701) observar en cortes de corcho, poros en forma de celdas a los que denominó células. Posteriormente, con una versión mejorada, van Leuwenhoek logró la observación de organismos unicelulares en muestras de agua.

Con el transcurrir de los siglos, el instrumento ha sido mejorado de manera sustancial y en la actualidad existe una amplia variedad de microscopios ópticos (de fluorescencia, de campo oscuro, de contraste de fase, de luz polarizada, entre otros), cada uno con características

distintivas que permiten realizar diferentes estudios, desde distinguir tamaños y formas celulares hasta observar algunas estructuras internas de la célula. En muchos, estas estructuras deben ser coloreadas para ser observadas con mayor nitidez. Además, se han desarrollado microscopios electrónicos que permiten conocer la ultraestructura (por ejemplo, el de transmisión y de barrido).

### **Microscopio óptico (MO)**

El **MO** es el más difundido y utilizado. Funciona con lentes de cristal y la iluminación es proporcionada por una fuente de luz. El MO posee **poder de resolución (PR)**, una de las características más importantes del microscopio y se define como la capacidad que tiene el instrumento de detectar como separados dos puntos cercanos. Asimismo, la distancia mínima que debe existir entre dos puntos para que sean distinguidos como diferentes se denomina *límite de resolución (LR)*. El PR es inversamente proporcional al LR, ( $PR=1/LR$ ), es decir, el PR de un MO es mayor cuando cuanto más pequeño sea el LR, es decir cuanto más pequeña es la distancia que existe entre los dos objetos. El LR del MO de luz blanca es de **0,25  $\mu\text{m}$** , lo que representa mil veces la resolución del ojo humano (0,1 mm).

El MO también presenta **capacidad de aumento o poder de magnificación**, es decir de aumentar hasta 1.000 veces lo observado por el ojo humano. Esta magnificación es lograda por los diferentes grados de aumento que presenta el sistema de lentes. Cabe destacar que PR y aumento representan dos atributos distintos, por lo cual con los objetivos se puede lograr el aumento del objeto observado pero ello no implicará una mejora en la resolución. El MO también presenta **poder de penetración o de profundidad de campo**, la capacidad de permitir la observación de dos o más planos en el objeto observado.

El MO puede ser analizado desde un enfoque sistémico, como un conjunto de componentes relacionados entre sí que funciona como un todo. Es decir, cada uno de sus elementos es parte fundamental para su correcto funcionamiento.

El MO consta de tres sistemas fundamentales: *mecánico, de iluminación y óptico*.

- **Sistema mecánico:** formado por elementos que le otorgan estabilidad y firmeza al instrumento; además de facilitar su manejo. Son partes de este sistema: base, pie o estativo, tubo, columna o brazo, revólver, platina, pinzas de sostén y tornillos de enfoque (micrométrico y macrométrico).
- **Sistema de iluminación:** los elementos que lo componen tienen la función de generar el haz de luz, colectarlo, dosificarlo y dirigirlo a través del preparado. Son partes de este sistema:

fuente de iluminación, condensador (concentra la luz en el preparado) y diafragma (regula la cantidad de luz que sale del condensador).

- **Sistema óptico:** formado por las lentes oculares y las lentes objetivos. Estas lentes presentan diferentes grados de aumento. En el caso de los oculares, es frecuente que presenten un aumento de 10x; mientras que los objetivos presentan aumentos como: 4 x, 10 x, 40 x y 100 x. El primero se denomina objetivo panorámico, y el último (100 x), objetivo de inmersión, dado que requiere el empleo de aceite de cedro en el que quedará sumergida la lente, este aceite posee índice de refracción de 1,5, similar al del vidrio, que permite eliminar casi completamente la desviación de los rayos de luz y al mismo tiempo aumentar considerablemente la eficacia de los objetivos.

En microscopía, para expresar la cantidad de veces que un objeto está aumentado se utiliza el símbolo 'x'. El aumento total es el producto entre el aumento del objetivo por el aumento del ocular. Por ejemplo, si el aumento del ocular es 10x y el del objetivo es de 10 x, el aumento total (ampliación) será  $(10) \times (10) = 100 \text{ x}$

La imagen al MO se forma porque la luz pasa a través del objeto a observar (transiluminación), por lo tanto, el objeto debe ser lo suficientemente delgado. La trayectoria de la luz a través de los sistemas de iluminación y óptico forma la imagen en la retina del observador. La imagen formada es **virtual, invertida y aumentada**.

### **Microscopio estereoscópico (Lupa)**

La lupa también cuenta con un sistema de óptico y mecánico. El sistema óptico está formado por los oculares y objetivos que proporcionan un menor aumento que el MO; sin embargo, el campo visual es mayor. El aumento total logrado suele ser de 40 x o 60 x. El límite de resolución de la lupa es de **3  $\mu\text{m}$** .

Por otra parte, el sistema mecánico está formado por la base, columna, platina, pinzas sujetadoras y tornillos de enfoque.

En algunas lupas, la fuente de iluminación no forma parte del sistema, sino que es aportada por una fuente externa (artificial o natural). En los casos en que la luz incide en el objeto, la imagen formada es tridimensional (visión estereoscópica). Además es **virtual, derecha y aumentada**.

## Preparación de muestras biológicas y observación al microscopio óptico

El material biológico a estudiar debe ser convenientemente tratado para que reúna las condiciones de transparencia, espesor y tamaño. El material puede simplemente ser colocado sobre un portaobjetos (montaje) añadiendo generalmente un cubreobjetos o puede ser expuesto a diferentes métodos de montaje (Figura 1).

Se distinguen dos tipos principales de preparados según el tiempo de conservación:

a) **Temporarios**: perduran hasta 24 horas. Se puede observar material en fresco u organismos vivos; también células o tejidos muertos que hayan sido fijados y en ocasiones coloreados pero sin montaje. La **fijación** consiste en detener los procesos de autólisis celular, conservar las estructuras y la composición química, impidiendo alteraciones *posmortem*; y la **coloración**<sup>1</sup> genera contraste entre las estructuras observadas.

b) **Permanentes**: son aquellos que se realizan utilizando procesos y reactivos más complejos, denominados técnicas o procesos citohistológicos, que permiten su permanencia sin experimentar cambios en el tiempo. Para conservar las preparaciones de modo permanente, además de fijarlas y colorearlas, se deben montar incluyéndolas en líquidos determinados por ejemplo glicerina o bálsamo de Canadá<sup>2</sup>. Si este *medio de montaje* es más o menos volátil o no se seca (glicerina), es necesario rodear o cementar el cubre con esmalte de uñas o parafina.

<sup>1</sup>Existen dos **tipos de coloración**: **simple**, utiliza un solo colorante para teñir estructuras celulares que de otro modo no serían visibles al microscopio, y **diferencial**, utiliza al menos dos colorantes que se aplican en forma secuencial a un preparado fijado al calor (Ej. coloración diferencial de Gram empleada para colorear bacterias (TP células procariotas).

<sup>2</sup> Los extendidos bacterianos o frotis sanguíneos constituyen un tipo particular de preparado permanente; son expuestos a fijación y tinción pero **no** se colocan en un medio de montaje.

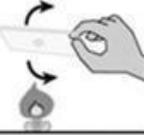
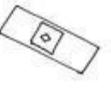
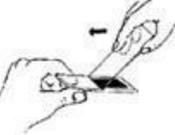
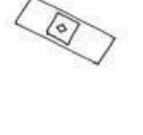
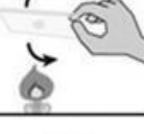
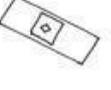
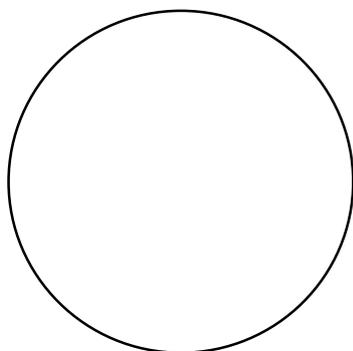
	TOMA DE MUESTRA	FIJACIÓN		COLORACIÓN	MONTAJE
TEMPORARIO	 Gota de muestra	 Física	→	 	 ↓ 
	 Extendido	 Química		 	 ↓ 
PERMANENTE	 Muestra de tejido	 Física   Química	 -Inclusión en parafina - Corte con micrótopo - Desparafinado - Hidratación	 	-Deshidratación - Montaje (con Bálsamo de Canadá)  

Figura 1. Secuencia de preparación temporaria y permanente.

### Protocolo de observación

Todas las estructuras observadas al microscopio óptico deben ser dibujadas dentro de un círculo que representa el campo de observación, y se debe detallar el protocolo correspondiente (Figura 2).



Material biológico: Hoja de «elodea»

Observación: Tejidos, células, pared celular, núcleo.

Preparado: Temporario

Coloración: sin coloración

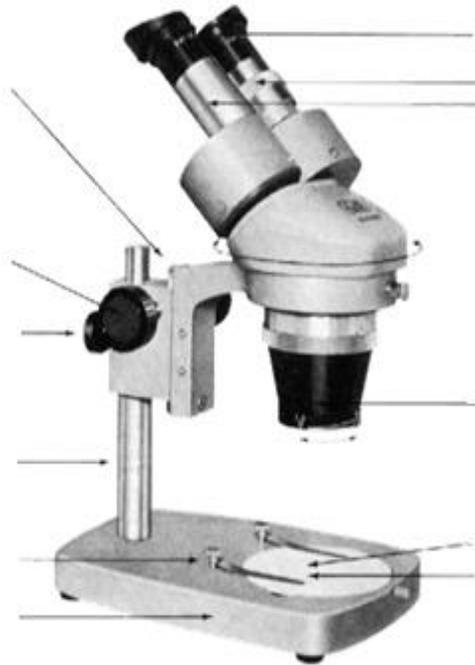
Aumento total: ..... (Producto del aumento de la lente ocular por el aumento de la lente objetivo)

Figura 2. Modelo protocolo de observación.

---

## ACTIVIDAD 2. IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES DE LOS INSTRUMENTOS ÓPTICOS

1. Complete las figuras escribiendo el nombre de las partes del microscopio estereoscópico (lupa) (Figura 3) y del microscopio óptico compuesto común (Figura 4).



**Figura 3.** Microscopio estereoscópico.



**Figura 4.** Microscopio óptico compuesto común.

2. Complete la siguiente tabla, en la que se clasifican las partes del microscopio y la lupa según el subsistema al que pertenecen.

SISTEMA	SUBSISTEMA		
	Óptico	Mecánico/soporte	De iluminación

M.O.

Lupa

3. Compare la lupa y el microscopio óptico teniendo en cuenta los siguientes aspectos: aumento, imagen y características que debe reunir el material que será observado.

M.O.	LUPA
Poder de resolución	
Aumento máximo	
Iluminación	
Características de la imagen obtenida	
Características de la muestra	



**TRABAJO PRÁCTICO N° 1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS Y NIVELES DE**  
**ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA VIVA**

**OBJETIVOS**

- Reconocer y describir las características de los seres vivos.
- Reconocer los niveles de organización de la materia viva.
- Identificar las propiedades emergentes en los distintos niveles de organización de la materia viva.
- Analizar la organización de la materia viva desde un enfoque sistémico.

**INTRODUCCIÓN**

La **biología** se define como la ciencia que estudia a los seres vivos. Los avances realizados en este campo, con los aportes de sus ciencias auxiliares (física y química, entre otras), han sido fundamentales para comprender mejor la naturaleza de la vida. Los biólogos la exploran desde la escala microscópica hasta la escala global macroscópica.

Dado que los seres vivos son nuestro objeto de estudio; para iniciar las prácticas de biología resulta propicio preguntarse ¿qué es la vida?, y tal como la conocemos no puede definirse de forma sencilla y en una sola frase. Sin embargo, en lo cotidiano parece fácil distinguir lo vivo de lo no vivo, pero al hacerlo solo se tienen en cuenta algunas características de los seres vivos que no siempre se presentan en todos ellos. La conocida frase: «nace, crece, se reproduce y muere»; resulta insuficiente para caracterizar a un ser vivo. Es claro que una piedra o el asfalto de la calle no son seres vivos, mientras que la mariposa que vuela, un perro que ladra o un gato que ronronea sí lo son. Entonces ¿cómo se puede definir la vida?, en realidad se definen los seres vivos, teniendo en cuenta que éstos comparten un conjunto de características comunes que los distinguen de las cosas inertes (Figura 1).



**Figura 1.** Características de los seres vivos.

La unidad básica de todos los organismos es la **célula**, este concepto constituye un principio unificador de la biología. Algunas de las formas más simples de vida, como las bacterias y algunos protistas, son organismos unicelulares, lo que significa que cada organismo consta de una sola célula. Por el contrario, el cuerpo de un perro y el de un árbol están formados por miles de millones de células. En este tipo de organismos multicelulares complejos, los procesos de la vida dependen de las funciones coordinadas de sus células que pueden estar organizadas en forma de tejidos, órganos y/o sistemas de órganos.

El **crecimiento** implica un aumento en el tamaño de las células individuales de un organismo; y si el organismo es multicelular, en el número de células, o en ambos. El crecimiento puede ser uniforme o ser mayor en algunas partes del organismo (crecimiento diferencial), éste último determina que las proporciones del cuerpo cambien a medida que se va produciendo. Los organismos vivos se desarrollan conforme crecen, este **desarrollo** implica que las estructuras y la forma del cuerpo estén estrechamente relacionadas con las funciones que el organismo debe realizar, por ejemplo, el desarrollo de una larva de anfibio (renacuajo) al organismo adulto (sapo, rana). No obstante, se los presenta como procesos diferentes que ocurren de modo simultáneo, lo cierto es que el desarrollo involucra el crecimiento y la morfogénesis si se considera a nivel de organismo o bien el crecimiento y la diferenciación o especialización si se toma en cuenta la célula.

En los organismos se llevan a cabo reacciones químicas y transformaciones de energía esenciales para la nutrición, el crecimiento y la reparación de las células, y la

conversión de energía en formas útiles, la suma de todas las actividades químicas constituyen el **metabolismo** (por ejemplo, fotosíntesis y respiración celular). Los procesos metabólicos ocurren de manera continua y deben ser cuidadosamente regulados para mantener la **homeostasis**, un ambiente interno adecuado y en equilibrio dinámico. Cuando se ha elaborado una cantidad suficiente de un producto celular se debe disminuir o suspender su producción. Cuando se requiere una sustancia en particular se deben activar los procesos celulares que la producen. Estos mecanismos homeostáticos son sistemas de control, de autorregulación, muy sensibles y eficientes.

Todas las formas de vida responden a **estímulos**, a los cambios físicos o químicos en su ambiente interno o externo. Los estímulos que provocan una respuesta en la mayoría de los organismos son los cambios en el color, la intensidad o la dirección de la luz; las modificaciones de temperatura o de presión, el sonido; como así también los cambios en la composición química del suelo, del aire o del agua circundante. La respuesta a estímulos implica movimiento, aunque no siempre locomoción (desplazamiento de un lugar a otro).

Los seres vivos **se reproducen**, es decir, todos los organismos provienen de otros organismos ya existentes (postulado que surge a partir de los trabajos de varios científicos sobre el origen de la vida, entre ellos Francesco Redi y Louis Pasteur). Hay organismos que se reproducen asexualmente originando descendientes que son genéticamente iguales a sus progenitores; mientras que otros se reproducen sexualmente originando descendientes con una genética distinta a la de sus progenitores. Esta variación es importante en los procesos de **adaptación y evolución**. También, al ser sus unidades constitutivas, se reproducen las células.

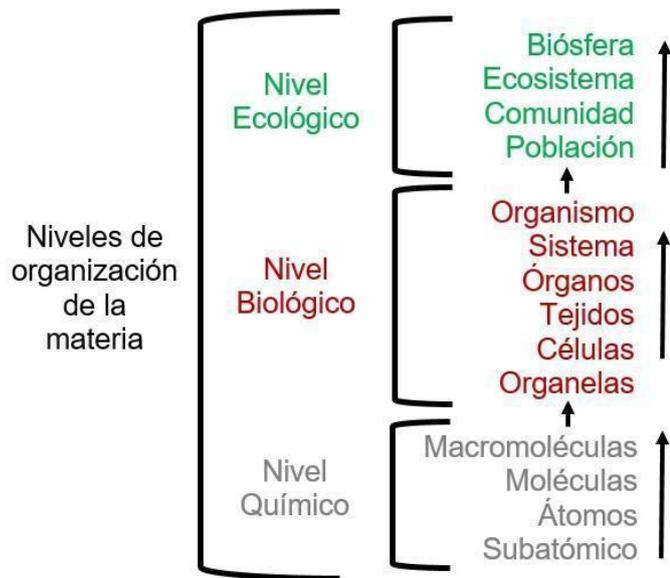
Las **adaptaciones** son características que se heredan y que aumentan la capacidad de un organismo para sobrevivir en un entorno particular. Pueden ser adaptaciones estructurales, fisiológicas, bioquímicas, de comportamiento, o una combinación de las cuatro. Todos los organismos biológicamente exitosos son una compleja colección de adaptaciones coordinadas que se han producido a través de los procesos evolutivos.

Finalmente, los procesos de la vida dependen de las funciones coordinadas de sus componentes celulares y por lo tanto debe existir una **organización** biológica, la cual puede ser analizada en diferentes niveles y de ese modo facilitar la comprensión del objeto de estudio: los seres vivos.

Cada nivel de organización incluye a los niveles inferiores y constituye a su vez, la base de los niveles superiores, además cada nivel posee propiedades particulares y

novedosas, que no existen en el anterior, las **propiedades emergentes**. Así, una molécula de agua tiene propiedades diferentes de la suma de las propiedades de sus átomos constitutivos (hidrógeno y oxígeno). De la misma manera, una célula tiene propiedades diferentes de las de las organelas que la componen, y un organismo multicelular tiene propiedades nuevas y diferentes de sus células constitutivas. De todas las propiedades emergentes, sin duda, la más trascendente es la que surge en el nivel de célula y es nada menos que la vida.

Las múltiples interacciones que ocurren entre los componentes de un nivel de organización determinan sus propiedades emergentes. Así, desde el primer nivel de organización con el cual los biólogos habitualmente se relacionan, el nivel subatómico hasta el nivel de la biosfera, se producen interacciones permanentes (Figura 2).



**Figura 2.** Niveles de organización de la materia viva.

Estas interacciones han operado durante largos períodos y fueron dando lugar a cambios evolutivos. En una escala menor de tiempo, estas interacciones permiten comprender la organización estructural y funcional de la materia viva.

Tanto la materia viva como los instrumentos construidos por el hombre y hasta las mismas sociedades pueden ser analizadas desde un enfoque sistémico. Esta perspectiva centra el análisis en los sistemas dinámicos y como planteo general refiere que: **un sistema es un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un objetivo**. Por lo tanto, en todo sistema se pueden señalar: elementos, interacción, organización y finalidad (objetivo). La variedad de elementos cumple funciones definidas y están organizados en niveles jerárquicos, que incluyen un componente biótico en interacción con componentes abióticos a través del intercambio de materia y energía (sistemas abiertos).

La importancia de abordar el estudio de la biología desde un enfoque sistémico radica en que un componente aislado dentro del sistema no puede ser descrito

completamente, ni comprendido, salvo que sea considerado en el contexto del sistema del cual forma parte.

Cada elemento de un sistema biológico puede ser analizado según sea observado a simple vista o con un microscopio. Por ejemplo, si se observa una planta se puede ver el organismo en su totalidad, su morfología (raíz, tallo, hojas, flores, frutos); mientras que al microscopio óptico (MO) se puede observar los componentes individuales que lo conforman, su anatomía, (tejidos, células, organelas). En ambos casos se distingue un conjunto de elementos cuyas interacciones hacen posible que funcionen como un todo y por lo tanto constituyen un sistema biológico.

Las actividades del presente trabajo práctico, proponen el ejercicio de analizar diferentes objetos de estudio desde un enfoque sistémico, teniendo en cuenta el nivel de organización y sus propiedades emergentes.

**ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA VIVA EN UN ORGANISMO ACUÁTICO *Elodea* sp.**

a) Observación macroscópica de un sistema biológico:



**Sistema:** planta de *Elodea* sp.

**Nivel de organización:** Organismo

Tomando como sistema a la planta acuática «elodea» (*Elodea* sp.), responda: ¿Qué características presenta este organismo para ser definido como sistema?

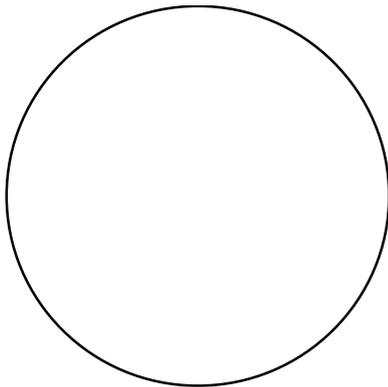
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

b) Observación microscópica de sistemas biológicos:

**Procedimiento:**

Realice un preparado temporario de hoja de *Elodea sp.* (consulte el material de lectura de Introducción al laboratorio de Biología).

1. Sobre un portaobjetos, coloque una hoja de *Elodea sp.* y agregue una gota de agua. Luego coloque un cubreobjetos.
2. Con un papel absorbente, retire el excedente de agua.
3. Observe el preparado al microscopio óptico (MO), utilizando el objetivo panorámico.
4. Considerando el sistema de referencia (hoja), dibuje lo observado y complete el protocolo de observación.
5. Reconozca e interprete los niveles de organización de la materia viva que conforman el sistema hoja.



Material biológico: Hoja de *Elodea sp.*  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento total: .....

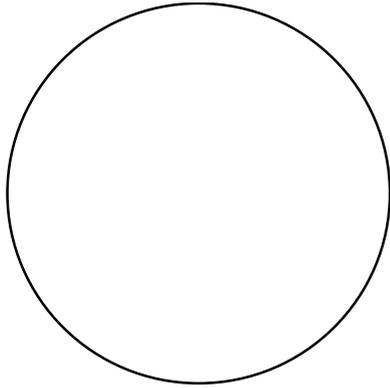
6. Complete según el sistema analizado.

Sistema: Hoja

Nivel de organización: .....

Subsistema: .....

7. Realice la observación con el objetivo de 10x, para ello gire el revólver del MO.
8. Considerando el sistema tejido, dibuje lo observado y complete el protocolo de observación.
9. Reconozca e interprete los niveles de organización de la materia viva que conforman el sistema de referencia.



Material biológico: Hoja de *Elodea sp.*

Observación:.....

Preparado:.....

Coloración:.....

Aumento total:.....

10. Complete la línea de puntos según el sistema analizado.

Sistema:.....

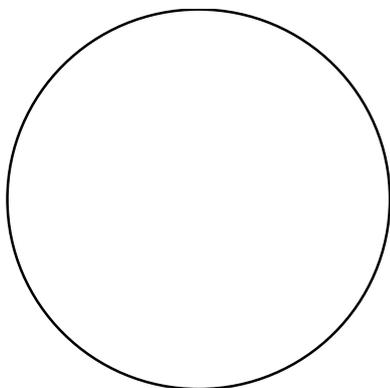
Nivel de organización:.....

Subsistema:.....

11. Finalmente, realice la observación con el objetivo de 40x, para ello gire el revólver de MO.

12. Considerando el sistema célula, dibuje lo observado y complete el protocolo de observación.

13. Reconozca e interprete los niveles de organización de la materia viva que conforman el sistema de referencia.



Material biológico: Hoja de *Elodea sp.*

Observación:.....

Preparado:.....

Coloración:.....

Aumento total:.....

14. Complete la línea de puntos según el sistema analizado.

Sistema:.....

Nivel de organización:.....

Subsistema:.....

## **ACTIVIDAD 2. PROPIEDADES DE LOS SERES VIVOS**

Lea atentamente las descripciones de los organismos y responda las consignas.

### **A. Corales**

Habitán ambientes acuáticos marinos tropicales y subtropicales, se caracterizan por formar grandes arrecifes. El coral, también conocido como pólipo, requiere de luz solar y crece en agua clara y poco profunda, normalmente a profundidades menores de 60 metros. La mayoría de los corales obtienen la mayor parte de sus nutrientes de las algas unicelulares fotosintéticas, que viven dentro del coral y le otorga color a este. Los pólipos se interconectan mediante un tejido colonial común, presentan un sistema complejo y bien desarrollado de canales gastrovasculares, que se utilizan para distribuir los nutrientes, el transporte de metabolitos y componentes celulares. Dentro de una colonia de coral, los pólipos pueden reproducirse asexualmente, mediante gemación o por división longitudinal o transversal. También pueden reproducirse sexualmente liberando sus células sexuales al mar (Figura 1. A).

### **B. Planta «carnívora»**

Se caracteriza por crecer en suelos pobres en nutrientes y por lo tanto, obtienen parte o la mayoría de sus necesidades nutricionales mediante la captura y el consumo de pequeños animales, especialmente insectos (además de otros artrópodos). La presa es atraída por un néctar dulce, se posa en la hoja y cuando roza al menos dos de los cilios detectores dentro de un lapso máximo de cinco segundos, se cierra automáticamente como una pinza o tenaza. Una vez adentro, el movimiento de la presa estimula la secreción de jugos digestivos para su desintegración, que dura varios días. Una vez digerido el insecto, la hoja se abre nuevamente a la espera de la próxima presa.

La mayoría habita en pantanos o regiones tropicales con un alto grado de humedad. La exposición a la luz o pleno sol las estimula a sintetizar los pigmentos rojo y púrpura de la antocianina. Se reproducen sexualmente mediante semillas y algunos géneros admiten la reproducción asexual por esquejes o brotes (Figura 1.B).

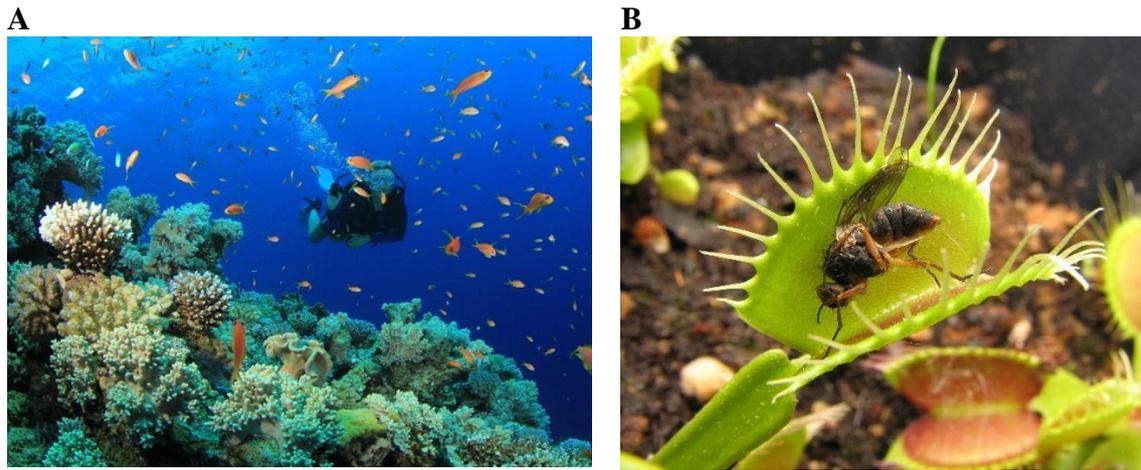


Figura 1. A. Corales. B. Planta carnívora.

**Consignas:**

1. De cada descripción, resalte y extraiga una lista de las características explícitas y/o implícitas que definen a los ejemplares como seres vivos.

.....

...

.....

...

.....

...

.....

...

.....

...

.....

...

2. Después de analizar las figuras responda:
  - a) ¿Puede identificar más de un ser vivo? Para cada figura, realice una lista de los seres vivos y otra de los factores abióticos identificados.

.....

...

.....

...

.....  
...  
.....  
...  
.....  
...

b) ¿Los seres vivos identificados reúnen y comparten todas las características para ser definidos como tal? Justifique su respuesta.

.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....  
...

c) Mencione los niveles de organización biológicos identificados en las figuras. Ejemplifique.

.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....  
...

d) ¿Pueden ser definidos como sistemas los niveles de organización mencionados? Justifique su respuesta.

.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....  
...  
.....

### **ACTIVIDAD 3. INTEGRACIÓN**

Basándose en los temas desarrollados en este TP, describa brevemente aspectos comunes y diferencias entre el microscopio óptico y la hoja de *Elodea* sp.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

---

#### **Material bibliográfico de consulta:**

- Solomon E.P.; Berg, L.R.; Martin, D.W (2013). Biología. Editorial Cengage Learning. 9º Edición. Capítulo 1: Una visión de la vida.

Apuntes elaborados por la cátedra:

- Material de vidrio y microscopía

## TRABAJO PRÁCTICO N° 2

### COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS

#### OBJETIVOS

- Analizar la estructura, funciones y distribución de las biomoléculas presentes en los seres vivos.
- Realizar ensayos de reacciones químicas para identificar biomoléculas en material de origen biológico.
- Aplicar los fundamentos de las reacciones químicas para el reconocimiento de biomoléculas.
- Analizar la hipótesis de la evolución química de los compuestos orgánicos.
- Establecer la función del probando y de los controles en un experimento.

#### INTRODUCCIÓN

La hipótesis de la **Evolución química** planteada por Aleksander Oparin y John Haldane en 1920, propone que las moléculas que forman a los seres vivos se originaron a través de una serie de eventos químicos a principios de la historia de la Tierra (3.900 millones de años). Según esta hipótesis la atmósfera primitiva de la tierra era un medio reductor, en el cual las moléculas complejas podrían haberse formado a partir de moléculas simples (agua, dióxido de carbono, amoníaco, entre otros). En los océanos primigenios, éstas formaban el «caldo primitivo», cuya composición logró ponerse a prueba con los experimentos de Stanley Miller y Harold Urey (1953).

Los seres vivos están constituidos por moléculas inorgánicas y orgánicas, denominadas de forma general biomoléculas, las cuales están compuestas por elementos químicos primarios (se encuentran en mayor proporción) tales como carbono, hidrógeno, oxígeno, y nitrógeno y los secundarios: azufre, calcio, cloro, hierro y magnesio.

Son biomoléculas inorgánicas el agua y las sales minerales. Los glúcidos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos son moléculas de origen orgánico. Algunas forman polímeros (hidratos de carbono, proteínas y ácidos nucleicos) constituidos por subunidades repetitivas llamadas monómeros y otras no forman polímeros (lípidos). Las biomoléculas pueden ser reconocidas en la materia viva a través de técnicas cito o histoquímicas empleando reactivos específicos.

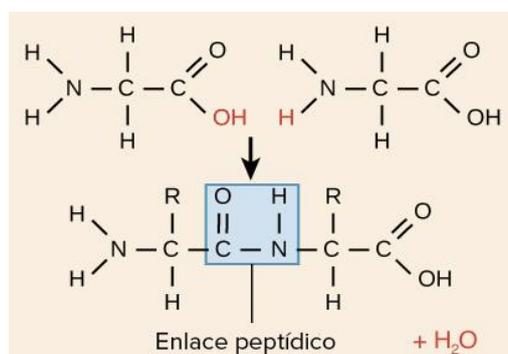
Los **hidratos de carbono** o **glúcidos**, se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los monosacáridos o azúcares simples están formados por

una unidad (monómero) de entre tres y ocho átomos de carbono, son solubles en agua y presentan sabor dulce, como la glucosa y la fructosa. Los oligosacáridos están compuestos por la unión de dos a diez monosacáridos, los más numerosos son los disacáridos como la maltosa y la sacarosa que por hidrólisis liberan dos monosacáridos cada una. Los polisacáridos son polímeros de monosacáridos que se disponen en largas cadenas lineales o ramificadas. Son ejemplos, el almidón que se acumula en amiloplastos, la celulosa que compone la pared celular de las células vegetales y el glucógeno que se acumula como inclusiones en las células animales.

Los **lípidos** son sustancias heterogéneas que se caracterizan por ser insolubles en agua (hidrófobas) y solubles en compuestos orgánicos como el benceno, tolueno y cloroformo. Los lípidos son hidrófobos porque sus moléculas presentan cadenas hidrocarbonadas largas o plegadas en forma de anillos con enlaces no polares C-H. Las funciones de los lípidos son diversas, son los constituyentes fundamentales de las membranas celulares, en los animales son el principal material de reserva energética y como alimento son importantes fuentes de energía por su alto contenido calórico. Además están asociados a funciones de vitaminas, hormonas y ácidos biliares. Incluyen compuestos como ceras, grasas, fosfolípidos y esteroides. Las grasas se forman a partir de dos tipos de moléculas, el glicerol (un alcohol de tres carbonos) y los ácidos grasos. Los ácidos grasos son moléculas monocarboxílicas de cadena lineal, no ramificadas, constituidas por un grupo polar carboxílico COOH (hidrófilo) en un extremo y un grupo no polar metilo CH<sub>3</sub> (hidrófobo) en el otro. Los ácidos grasos se unen por enlace éster al glicerol y según el número de ácidos grasos, el lípido resultante es denominado mono, di o triglicérido. Si en la cadena carbonada de los ácidos grasos no se presenta doble enlace entre los átomos de carbono, se describe como ácido graso saturado, en cambio, un ácido graso insaturado tiene uno o más dobles enlaces. La mayoría de las grasas animales, son saturadas, sólidas a temperatura ambiente, por ejemplo la grasa de cerdo o la manteca, mientras que las grasas vegetales o la de peces, denominadas aceites, generalmente son insaturadas y líquidas a temperatura ambiente, por ejemplo el aceite de oliva. Los **fosfolípidos**, son similares a las grasas, pero tienen solo dos ácidos grasos (hidrófobos) unidos al glicerol y el tercer hidroxilo del glicerol está unido a un grupo fosfato (hidrófilo). En otros casos el alcohol es el esfingol. En un medio acuoso estos fosfolípidos se autoensamblan formando una doble capa (bicapa fosfolipídica) que protege sus porciones hidrófobas. Esta conformación es la principal característica de todas las membranas celulares constituyendo un límite entre las células y el medio extracelular.

Las **proteínas** cumplen diversas funciones, tales como: enzimática, hormonal, antígena, receptora, transportadora, estructural y de reserva energética. Son macromoléculas formadas por monómeros llamados aminoácidos. Cada aminoácido contiene un carbono central ( $\alpha$ ) unido a un grupo ácido carboxilo ( $-\text{COOH}$ ), un grupo básico amino ( $-\text{NH}_2$ ), un átomo de hidrógeno y una cadena lateral o grupo R, que distingue a cada tipo.

Los polímeros de proteínas se forman por la unión covalente entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente, mediante enlaces peptídicos (Figura 1). La secuencia de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, constituye el nivel más importante de la estructura proteica, denominada estructura primaria, a esta le siguen la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria. Según la forma molecular las proteínas se clasifican en globulares y fibrosas.



**Figura 1.** Formación de un enlace peptídico

Los **ácidos nucleicos** son polímeros que contienen la información genética del organismo, permitiendo la herencia de los caracteres de una generación a la siguiente. Pueden ser de dos tipos, el ácido desoxirribonucleico (ADN) y ácido ribonucleico (ARN).

Estos polímeros también llamados polinucleótidos, se componen de monómeros llamados nucleótidos constituidos por una base nitrogenada, una pentosa (azúcar de cinco carbonos) y un grupo fosfato.

El ADN dirige su propia duplicación (síntesis) y la síntesis del ARN, a través del cual controla la síntesis proteica. En las células eucariotas, el ADN se encuentra fundamentalmente en el núcleo y el ARN se localiza tanto en el núcleo, donde es sintetizado, como en el citoplasma. Además, organelas como los cloroplastos y mitocondrias presentan ADN propio.

Los nucleótidos, además de constituir los ácidos nucleicos, contienen enlaces de alta energía que son utilizados para acumular y transferir energía química, por ejemplo adenosinmonofosfato (AMP), el adenosindifosfato (ADP) y el adenosintrifosfato (ATP).

## **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

A continuación se presenta la descripción de diferentes experimentos destinados al reconocimiento de compuestos orgánicos. Un experimento es un procedimiento para verificar una hipótesis planteada (respuesta tentativa a un problema). El investigador maneja variables independientes (de causa) y variables dependientes (o de efecto/respuesta). Estas dos variables son fundamentales para el método de la ciencia. Pero además existen otras variables que influyen en mayor o menor grado sobre la relación causa-efecto estudiada, son las denominadas intervinientes o controladas. Estas últimas deben mantenerse constantes durante el experimento para que el «efecto» pueda ser atribuido únicamente a la variable independiente.

Los experimentos que realizará en este trabajo práctico, se componen de reacciones **probando o incógnita**, mediante las que se pone a prueba la hipótesis, además de controles o testigos. Son **controles positivos**, las reacciones que sin duda darán resultados positivos al ensayo; y **controles negativos**, aquellas en las que se espera obtener resultados negativos. Estas reacciones testigo sirven de referencia para comparar los resultados obtenidos en la reacción probando y también para determinar la fiabilidad del método usado (por ejemplo, el correcto funcionamiento de los reactivos).

Después de la lectura del material teórico, las secuencias metodológicas y el análisis de cada experimento, deberá completar las actividades propuestas.

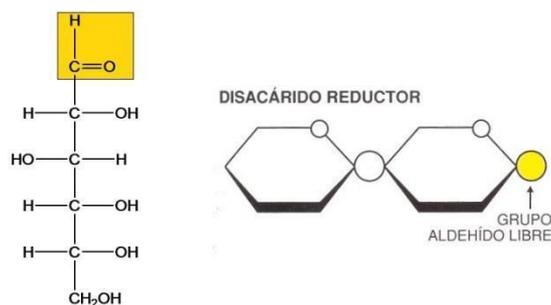
## **FUNDAMENTOS DE LAS REACCIONES DE RECONOCIMIENTO DE BIOMOLÉCULAS**

### **REACTIVO DE FEHLING**

El sabor dulce de los alimentos, en general, se asocia a la mayoría de los monosacáridos y disacáridos; por ejemplo, las frutas contienen azúcares simples tales como la glucosa y la fructosa. Otros alimentos como la caña de azúcar y la miel, además contienen otros azúcares como los disacáridos sacarosa y maltosa.

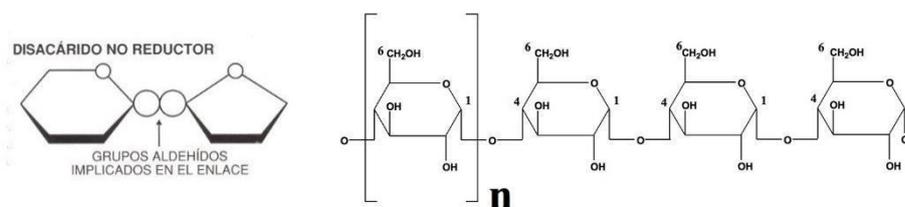
Todos los monosacáridos presentan su grupo funcional (carbonilo) a través del cual pueden reaccionar (reducir, donar electrones) con otras moléculas. Estos azúcares se

denominan **reductores**, por ejemplo la glucosa, galactosa y fructosa. Algunos disacáridos, como la maltosa, también entran dentro de este grupo (Figura 2).



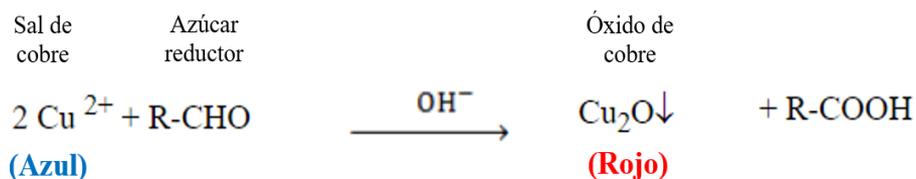
**Figura 2.** Monosacárido (D- Glucosa) y disacárido *reductor*. El recuadro y el círculo en amarillo muestran el grupo carbonilo (aldehído) reductor.

Por otra parte, los **azúcares no reductores** son aquellos cuyos grupos carbonilos se encuentran comprometidos en los enlaces glucosídicos para formar los polímeros. Este es el caso de muchos disacáridos (como la sacarosa) y todos los polisacáridos (Figura 3).



**Figura 3.** Disacárido y polisacárido *no reductor*.

Esta característica (poder reductor) de los azúcares puede ser reconocida en el laboratorio mediante el **reactivo de Fehling**. Este reactivo está formado por dos soluciones (A y B) que al mezclarse forman hidróxido cúprico  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  de color azul intenso e insoluble. Sin embargo, en presencia de un azúcar reductor, en un medio alcalino y bajo el efecto del calor, el cobre del reactivo se reduce (de  $\text{Cu}^{++}$  a  $\text{Cu}^+$ ), produciendo un cambio en su configuración química. Esto se evidencia por la formación de un precipitado de color pardo-rojizo.



## SOLUCIÓN DE LUGOL

El almidón es un polisacárido que se acumula como sustancia de reserva energética en el tejido parenquimático de las plantas, por ejemplo en los tubérculos de papa. A nivel celular el almidón se acumula en organelas llamadas amiloplastos. Cuando las plantas necesitan energía y no hay glucosa disponible, las moléculas de almidón se hidrolizan para proporcionar glucosa y con ella la energía requerida.

El almidón está compuesto por dos glucanos, la **amilosa** y la **amilopectina**, ambos son polímeros de la glucosa, pero difieren en su estructura y en ciertas propiedades. Las glucosas se asocian entre sí por enlaces glucosídicos tipo  $\alpha$  entre el carbono 1 de una molécula de glucosa y el carbono 4 de la siguiente, formando largas cadenas con una disposición helicoidal en torno de un eje central. El interior de la hélice es un ambiente relativamente hidrófobo, razón por la cual no forman soluciones estables y el diámetro suficientemente amplio para alojar moléculas de Iodo. El complejo amilosa-iodo es responsable del color azul y es de utilidad para el reconocimiento de almidones.

El **lugol** es una solución saturada de yoduro potásico que da una coloración específica con el almidón. Con la amilosa la reacción da color azul, con la amilopectina se produce un tono rojizo y con el almidón la coloración es azul violeta.

### **REACTIVO DE BIURET**

El Biuret es un reactivo compuesto por hidróxido de sodio (NaOH) al 20 % y sulfato de cobre ( $\text{SO}_4\text{Cu}$ ) al 1 % que reconoce los enlaces peptídicos presentes en proteínas o polipéptidos. En presencia de proteínas y en medio alcalino, la reacción positiva produce una coloración violeta-rosácea debido a la reacción específica del  $\text{Cu}^{2+}$  del reactivo con el enlace peptídico (-CO.NH-). También se emplea para realizar la semicuantificación de la concentración de proteínas; es decir, en una reacción positiva la intensidad de la coloración será relativamente proporcional a la concentración de proteínas.

### **COLORANTE SUDÁN**

Los colorantes **Sudán** son llamados colorantes indiferentes porque no forman sales con las sustancias que colorean. Se usan en solución alcohólica y por su gran afinidad con los lípidos se disuelven en ellos, otorgándoles color anaranjado, el Sudán III, y rojo el Sudán IV.

Los lípidos se colorean selectivamente de rojo-anaranjado con el colorante Sudán III, permitiendo la identificación de estas biomoléculas.

**ACTIVIDAD 1. EJERCICIO DE COMPRENSIÓN DE LOS FUNDAMENTOS DE REACCIÓN: RECONOCIMIENTO DE LÍPIDOS**

En un laboratorio se planificó un experimento para determinar la presencia de lípidos en nueces. Para ello, se definieron previamente el probando y los controles positivos y negativos. Se utilizaron tres tubos de ensayo con los siguientes contenidos:

Tubo 1: 5 mL de agua + 3 gotas de Sudán.

Tubo 2: 5 mL de agua + 1 nuez molida + 3 gotas de Sudán.

Tubo 3: 5 mL de aceite vegetal + 3 gotas de Sudán

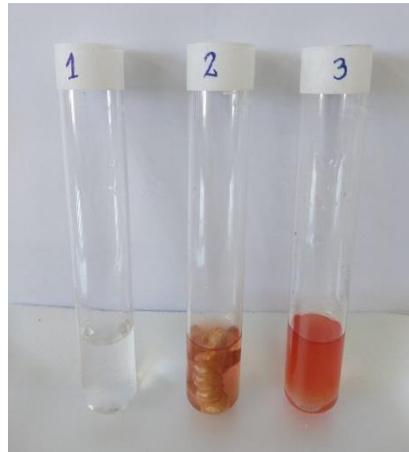
1. Considerando el contenido de los tubos, determine la función (probando, control positivo y negativo) que cumple cada uno de ellos:

Tubo 1:.....

Tubo 2:.....

Tubo 3:.....

2. La imagen muestra los resultados obtenidos de cada tubo. Analice e interprete los resultados del experimento.



3. ¿Cuál es el resultado (positivo o negativo) obtenido del experimento? Describa una breve conclusión y fundamente su respuesta teniendo en cuenta las características del alimento analizado.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ACTIVIDAD 2. INVESTIGACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE PROTEÍNAS

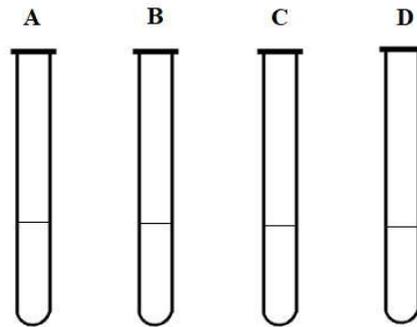
La clara o albumen es el material nutritivo y de protección presente en el huevo de organismos tales como reptiles y aves. Está compuesta básicamente por agua (88 %) y proteínas (cerca del 12 %). De las proteínas, la más importante y abundante es la ovoalbúmina.

### **Materiales y reactivos de laboratorio:**

- Material biológico: un huevo.
- Material de laboratorio: Gasa, vasos de precipitado, pipetas, mechero de Bunsen, probetas, tubos de ensayo, varillas de vidrio, papel de filtro, embudo, gradillas.
- Reactivo: Biuret.
- Solución de albúmina.

### **Procedimiento:**

1. Separe la clara de huevo en una probeta y agregue un volumen igual de agua destilada. Agite suavemente y filtre con una gasa a un vaso de precipitado. El filtrado obtenido constituye la solución madre.
2. Rotule cuatro tubos de ensayo: A, B, C, D y agregue el contenido según se describe:  
Tubo A: vierta en un tubo de ensayo 10 mL de solución madre.  
Tubo B: a partir de la solución madre tome 1 mL de la solución y agregue 9 mL de agua destilada para completar un volumen final de 10 mL, esta será la dilución 1:10.  
Tubo C: agregue 10 mL de agua destilada.  
Tubo D: agregue 10 mL de solución de albúmina.
3. Escriba una hipótesis teniendo en cuenta el contenido de los tubos.
4. Establezca la función de cada tubo ¿Qué tubos representan a probandos y cuáles a controles?
5. Agregue a todos los tubos de ensayo 20 gotas de solución de Biuret y póngalos a baño María a 37 °C por 5 minutos.
10. Registre los resultados, analice e interprete.



11. Escriba una conclusión teniendo en cuenta los resultados del experimento.

.....

.....

.....

.....

.....

### ACTIVIDAD 3. INVESTIGACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE CARBOHIDRATOS

#### Materiales y reactivos de laboratorio:

- Material biológico: batata (*Ipomoea batatas*)
- Material de laboratorio: mortero, bisturí, vaso de precipitado, gasa, varillas de vidrio, tubos de ensayo, pipetas, embudo, gradillas, cajas de Petri, mechero de Bunsen. cinta rotuladora.
- Reactivos: Fehling, Lugol.
- Soluciones de glucosa y almidón.

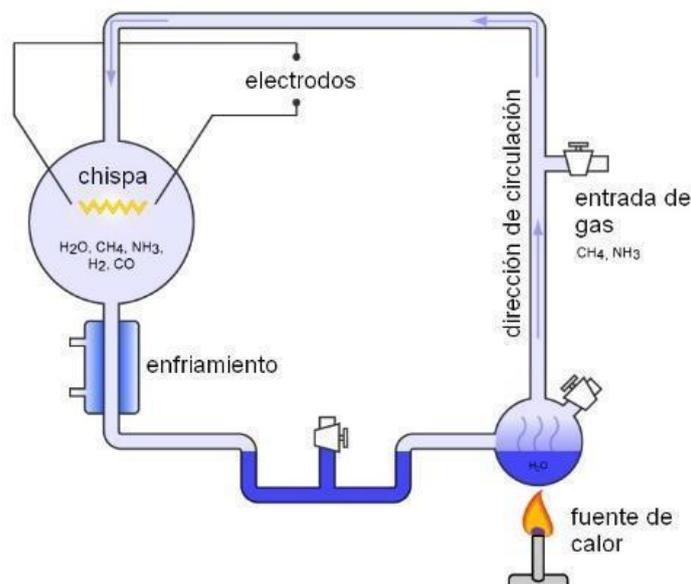
#### Procedimiento:

1. Tomando como punto de partida el material biológico:
  - a) Proponga una hipótesis de trabajo acerca de la biomolécula presente en mayor proporción.
  - b) Planifique un experimento para poner a prueba la hipótesis.
  - c) Establezca cuáles serán los controles positivo y negativo.
2. Identifique los elementos, materiales de vidrio y reactivos necesarios para el desarrollo de la actividad. Para manipularlos de modo correcto, consulte el material de Normas de Bioseguridad en el laboratorio, en caso de dudas, solicite ayuda al docente.

3. Procedimiento para obtener el homogeneizado de batata:
  - a) Elimine la cáscara de la batata y con un bisturí raspe una porción (de aproximadamente 2 x 2 cm), luego macere en un mortero hasta generar una pasta.
  - b) Incorpore gradualmente 20 mL agua y con ayuda del pilón realice un homogeneizado.
  - c) Filtre el homogeneizado obtenido, para ello utilice un embudo con una gasa y trasvase a un vaso de precipitado.
  - d) Rotule tres tubos de ensayo acorde a la función, «Probando», «Control positivo», y «Control negativo».
  - e) Según la hipótesis planteada, en dos tubos de ensayo prepare el control positivo y el negativo (3 mL de cada uno).
  - f) Vierta 3 mL del homogeneizado de batata en el tubo de ensayo rotulado como «Probando».
  - g) A cada uno de los tres tubos de ensayo adicione 5 gotas del reactivo seleccionado para identificar la biomolécula incógnita (recuerde que algunos reactivos requieren exposición al baño María durante aproximadamente 5 minutos).
  - h) Registre los resultados obtenidos y verifique si estos confirman o rechazan su hipótesis.
  - i) Redacte una conclusión breve del experimento, fundamentando los resultados.
4. Considerando la posibilidad de la presencia de otro carbohidrato en el material biológico, plantee una nueva hipótesis.
  - a) Repita los pasos desde el ítem d) hasta la i) para poner a prueba la nueva hipótesis.
  - b) Registre los resultados obtenidos y redacte una breve conclusión del experimento, fundamentando los resultados.
5. Teniendo en cuenta los resultados de los experimentos, responda las siguientes preguntas:
  - a) Además de carbohidratos, ¿el material biológico presenta más de un tipo de biomolécula? Fundamente su respuesta.
  - b) ¿Qué nivel/les de organización de la materia ha reconocido en los experimentos realizados?
  - c) Mencione tres (3) ejemplos de materiales biológicos que podrían utilizarse para el reconocimiento de biomoléculas en un laboratorio de biología.
  - d) ¿Cuáles fueron las variables independientes y dependientes?

#### ACTIVIDAD 4. EVOLUCIÓN QUÍMICA DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

La figura representa de manera simplificada el experimento de Miller y Urey. Analícela y luego responde las consignas.



**Figura 1.** Experimento de Miller y Urey, 1953 (s. XX)

Preguntas:

1. ¿Cuál fue la hipótesis?
2. ¿Cuáles fueron las variables dependientes, independientes y controladas?
3. ¿Cuál podría ser un control negativo para este experimento?
4. Mencione cuáles fueron los compuestos iniciales utilizados y fundamente el uso de los mismos ¿Podrían haber sido otros? En este caso ¿Serían diferentes los resultados?
5. ¿Con las reacciones químicas realizadas en el presente TP, se podrían identificar las moléculas orgánicas obtenidas en el experimento de Miller y Urey? Fundamente su respuesta.

#### ACTIVIDAD 4. INTEGRACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS

1. Considerando el material biológico «raíz tuberosa de batata» y los procedimientos realizados en la actividad 2, responda las siguientes preguntas:
  - a) ¿Considera que el material biológico es o pertenece a un ser vivo? Fundamente su respuesta.
  - b) ¿Qué nivel de organización presenta el material biológico que utilizó? Fundamente su respuesta.
  - c) ¿Puede definirlo como un sistema? Fundamente su respuesta.

- d) Identifique y mencione tres (3) pictogramas de peligrosidad presentes en los reactivos utilizados en este Trabajo Práctico.
- e) Mencione seis (6) normas de bioseguridad que ha aplicado durante esta actividad.

---

**Material bibliográfico de consulta:**

- Solomon E.P.; Berg, L.R.; Martin, D.W (2013). Biología. Editorial Cengage Learning. 9º Edición. Capítulo 21: El origen e historia evolutiva de la vida
- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 5: Estructura y función de las macromoléculas.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 3

### CÉLULA PROCARIOTA: ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

#### OBJETIVOS

- Describir las características generales de las células procariotas.
- Describir las cianobacterias y las bacterias como modelos de estudio de organismos procariotas.
- Conocer las técnicas citológicas utilizadas para el reconocimiento de organismos procariotas.
- Reconocer diferentes formas y agrupaciones celulares en procariotas autótrofos y heterótrofos.

#### INTRODUCCIÓN

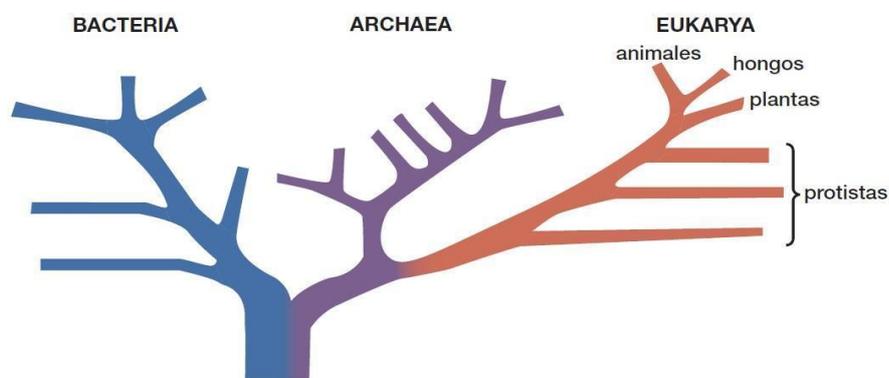
La célula es la unidad morfológica, funcional y de origen de todo ser vivo, por ello presenta todas las propiedades de los seres vivos. Toda célula está constituida por: membrana plasmática, citoplasma, ribosomas y material genético (ADN).

Existe un tipo de célula denominada **Procariota** (del griego *pro*, «antes», y *carion*, «núcleo») en las que el material genético es una molécula circular de ADN a la que están débilmente asociadas diversas proteínas. Este material genético se encuentra en una región denominada nucleoide. Por lo tanto, estas células no presentan núcleo ni orgánulos delimitados por membrana y su diámetro puede oscilar entre 1 y 5  $\mu\text{m}$ . Presentan una pared celular que les otorga forma y sirve de protección. Esta pared tiene como principal componente químico el peptidoglucano, pero su proporción varía entre los diferentes tipos de procariotas, siendo ésta una característica importante para clasificarlas. Por debajo de la pared celular se encuentra la membrana plasmática que presenta invaginaciones llamadas mesosomas, relacionadas con la división celular y con las reacciones oxidativas de las rutas metabólicas.

Dos de los tres dominios de seres vivos, Bacteria y Archaea, incluyen exclusivamente organismos procariotas. Las eubacterias y las arqueas son unicelulares y externamente tienen apariencia tan similar que anteriormente se creía que las arqueas eran un grupo inusual de bacterias. Históricamente, las bacterias y las arqueas han sido incluidas en un mismo grupo como «procariontes». Sin embargo, actualmente algunos microbiólogos evitan utilizar ese término porque señalan que las bacterias y las arqueas

no constituyen un grupo monofilético y que los dos linajes difieren en muchos caracteres estructurales y genéticos (Figura 1).

El **Dominio Bacteria** es el grupo más numeroso y diverso de microorganismos. Incluye organismos autótrofos fotosintéticos, autótrofos quimiosintéticos y quimiótrofos, muchos de ellos patógenos importantes de los vertebrados. El **Dominio Archaea**, incluye organismos unicelulares ubicados evolutivamente entre las bacterias y las células eucariotas, la mayoría son anaerobios pero ninguno es fotosintético. Tienen distribución amplia, aún en ambientes extremos. Ambos grupos difieren en la estructura de la pared celular, así como en los lípidos de membrana, ribosomas y secuencias de ARN únicos. Algunos son simbioses de animales, pero no se conocen patógenos animales.



**Figura 1.** El árbol de la vida

(Tomado de Audesirk *et al.*, 2013. Biología. La vida en la tierra con fisiología. 9ª Ed.)

En algunas células se pueden diferenciar apéndices externos como los flagelos (de flagelina), las fimbrias y los pili. Los organismos del Dominio Bacteria abarcan una gran variedad de grupos, entre ellos las cianobacterias y las bacterias serán tomadas como modelos biológicos de estudio.

## CIANOBACTERIAS

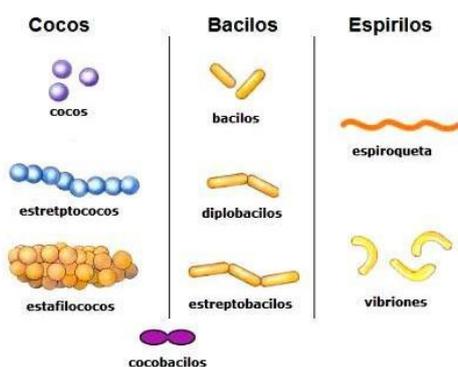
Las cianobacterias son organismos autótrofos fotosintéticos, las células poseen llamadas laminillas fotosintéticas, se trata de dobles membranas planas ubicadas en el citoplasma que proceden de invaginaciones de la membrana plasmática. En estos «tilacoides» se encuentran los pigmentos clorofila *a*, ficocianina y ficoeritrina y enzimas necesarias para la fotosíntesis. Viven principalmente en ambientes de agua dulce, pero también se encuentran en el suelo. Los niveles de organización más comunes son unicelulares cocoides (esferoidales) y otras multicelulares, agregadas en una cápsula mucilaginosa o formando filamentos simples. Otras poseen más de un tipo celular, por

ejemplo las células vegetativas en las que se produce la fotosíntesis; los acinetos que son endosporas producidas en condiciones ambientales desfavorables y los heterocistos que son células de pared gruesa en las que se produce la fijación de nitrógeno en entornos anaeróbicos. *Dolichospermum sp.*, *Oscillatoria sp.* y *Mycrocystis sp.* son ejemplos de cianobacterias.

## BACTERIAS

La mayoría de las bacterias son quimioheterótrofas y saprobias, es decir se alimentan de materia orgánica muerta. De este modo las bacterias y otros microorganismos son responsables de la degradación y recirculación del material orgánico en el suelo, son una parte esencial de los sistemas ecológicos. Algunas de estas bacterias heterótrofas son causantes de enfermedades (bacterias patógenas), otras tienen poco efecto sobre sus hospedadores y otras son beneficiosas. Las bacterias quimioheterótrofas obtienen la energía y los nutrientes por oxidación de compuestos orgánicos. La fermentación es uno de estos mecanismos por el cual pueden metabolizar todo tipo de azúcares, en ausencia de oxígeno (anaerobiosis), liberando productos finales como alcoholes o ácidos.

Las bacterias exhiben diversidad de formas celulares, entre las que se pueden mencionar cocos (pequeñas esferas), bacilos (cilindros rectos), espirilos (células alargadas helicoidales o en espiral) y vibriones (bastones curvos en forma de coma). Estas se pueden agrupar de a dos (diplococos, diplobacilos), en racimos (estafilococos) o formando cadenas (estreptococos, estreptobacilos) (Figura 2).



**Figura 2.** Formas y agrupaciones bacterianas

### Tinción diferencial de GRAM

El tamaño de las bacterias es tan pequeño que resulta difícil verlas con microscopio óptico a lo que se suma, como principal dificultad, la falta de contraste con el medio que las rodea. El uso de colorantes facilita la observación, siendo la **tinción**

**Gram** muy utilizada en Microbiología. En el dominio Bacteria, las diferencias en composición química de la pared celular permite distinguir dos grupos de microorganismos de acuerdo a la coloración de Gram, clasificándolas en bacterias Gram (+) y bacterias Gram (-). Las bacterias grampositivas tienen una pared compuesta por una gruesa capa de peptidoglucanos y una menor proporción de ácidos teicoicos en su exterior. Las gramnegativas tienen una pared con una capa más delgada de peptidoglucanos y por fuera presentan una segunda capa lipídica, formada principalmente por lipopolisacaridos.

A continuación se proponen actividades relacionadas con el reconocimiento de células procariotas; para desarrollarlas, lea atentamente las descripciones teóricas y metodológicas.

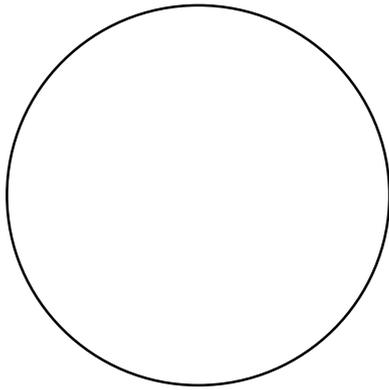
### **ACTIVIDAD 1. REALIZACIÓN DE UN PREPARADO TEMPORARIO PARA LA OBSERVACIÓN DE CIANOBACTERIAS: *Oscillatoria sp.* y *Dolichospermum sp.***

#### **Materiales necesarios:**

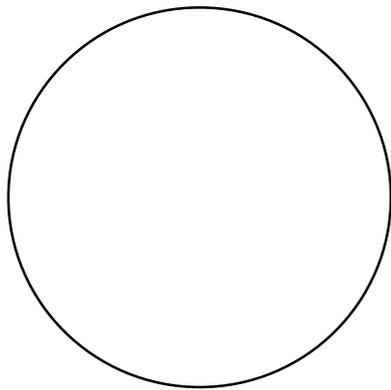
- Material biológico: agua de charca.
- Material de laboratorio: pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.

#### **Procedimiento:**

1. Con una pipeta Pasteur tome una muestra de agua de charca, preferiblemente del fondo del recipiente.
2. Coloque una gota de la muestra sobre un portaobjetos.
3. Coloque el cubreobjetos y retire el excedente de agua con un papel absorbente.
4. Realice la observación al microscopio óptico comenzando con el objetivo panorámico. Luego proceda con los objetivos de 10x y 40x, sucesivamente.
5. En el campo de observación, dibuje los individuos pertenecientes a los géneros *Oscillatoria* y *Dolichospermum*. Complete el protocolo de observación.
6. Identifique y señale en el dibujo las células especializadas que componen a los organismos.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....



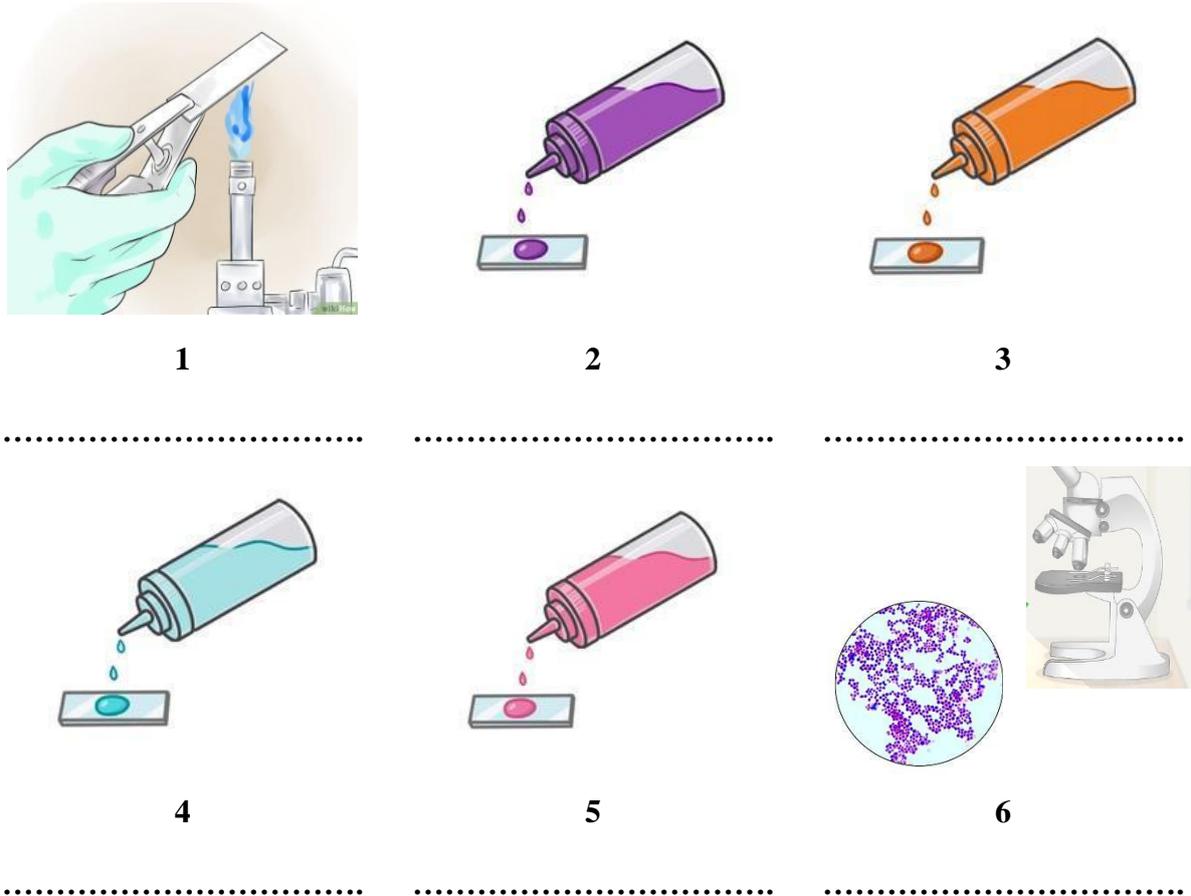
Material biológico: .....  
Material biológico: .....  
Observación: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....  
Aumento total: .....

7. Investigue el significado del término «floración» de cianobacterias y las causas que la promueven.
8. En los últimos años se ha registrado un incremento en la floración de cianobacterias en las márgenes del río Paraná. Investigue cuáles son las sustancias producidas por estos organismos y su impacto en el ambiente y la salud de la población.

## **ACTIVIDAD 2. RECONOCIMIENTO DE BACTERIAS POR TINCIÓN DIFERENCIAL**

Lea atentamente el texto complementario sugerido «Tinciones: incremento del contraste para microscopía de campo claro» (Brock, 10ª Ed., p. 58 y 59)

1. Extraiga del texto los principales pasos de la coloración de Gram y con esa información complete la secuencia de la Figura 3.



**Figura 3.** Pasos de la técnica de coloración de Gram.

2. A continuación se muestran preparados permanentes de bacterias coloreadas con la tinción diferencial de Gram (Figura 4). Las observaciones fueron realizadas al MO utilizando el objetivo de 100x.

a) Con base en la lectura, responda: ¿A qué tipo de bacterias (Gram positivas o negativas) corresponde cada figura? Justifique su respuesta.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

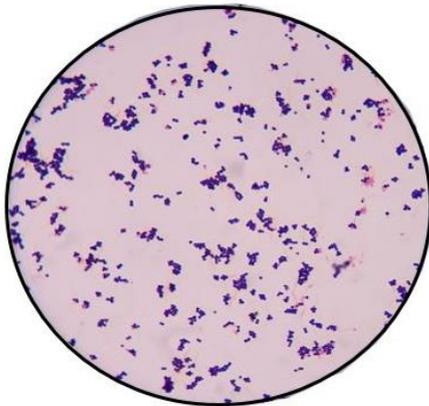
.....

.....

.....

b) Complete los protocolos de observación de cada figura:

A



B



**Figura 4.** Bacterias teñidas con la coloración de Gram.

Material biológico: *Cultivo bacteriano*

Observación:.....

Preparado:.....

Coloración:.....

Aumento: .....

Material biológico: *Cultivo bacteriano*

Observación:.....

Preparado:.....

Coloración: .....

Aumento:.....

c) ¿Qué formas bacterianas reconoce en las figuras?

d) Grafique la estructura y la composición química de la pared celular de los tipos bacterianos. Relacione dicha composición con la coloración de Gram.

3. Investigue sobre el modo de reproducción de las bacterias y descríballo brevemente en un párrafo.

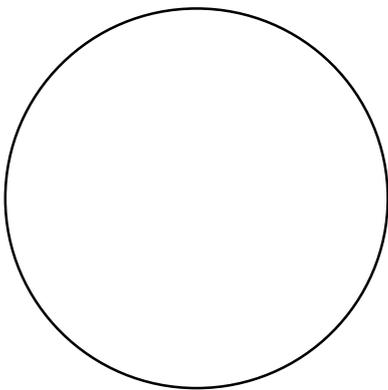
### ACTIVIDAD 3. RECONOCIMIENTO DE BACTERIAS POR TINCIÓN SIMPLE

#### Materiales necesarios:

- Material biológico: yogurt (de consistencia firme).
- Material de laboratorio: varillas de vidrio, vaso de precipitado, pipeta Pasteur, portaobjetos, mechero de Bunsen, microscopio óptico compuesto.
- Colorante: azul de metileno

#### Procedimiento:

1. Con una pipeta Pasteur tome 1 mL de yogurt y realice una dilución en 3 mL de agua destilada. Obtendrá así una suspensión de yogurt.
2. Con una pipeta Pasteur, coloque sobre un portaobjetos una gota de la suspensión y con otro extienda en una fina capa, obteniendo así un «extendido».
3. Deje secar al aire o cerca del mechero. Una vez seco (la muestra se torna opaca), realice la fijación del material pasándolo tres veces por la llama del mechero. Esto es fijación por un agente físico, en este caso el calor.
4. Cubra el preparado durante 1-3 minutos con el colorante azul de metileno.
5. Elimine el exceso de colorante, para ello incline el portaobjetos y con una pipeta Pasteur deje caer agua suavemente sobre un extremo del portaobjetos.
6. Elimine el exceso de agua del portaobjetos y deje secar la preparación al aire.
7. Observe al MO, con ayuda del docente, realice el enfoque del preparado hasta llegar al objetivo de 100x.
8. Dibuje lo observado en el campo de observación.
9. Identifique y señale en el dibujo las formas y agrupaciones bacterianas reconocidas.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

Responda:

1. ¿Por qué fue necesario emplear el objetivo de 100x?
2. ¿Puede distinguir en este preparado bacterias Gram (+) y Gram (-)? Justifique su respuesta.
3. ¿Puede distinguir en las figuras alguna forma bacteriana en particular? Si puede, ¿Qué formas identifica?
4. Investigue ¿A qué se debe la presencia de estos microorganismos en el yogurt?
5. Mencione ejemplos de alimentos elaborados con organismos procariontas.

6. Investigue ¿Qué particularidad presentan las cepas de *Streptococcus pneumoniae* con las que experimentó Griffith en 1928? ¿Con qué características de las células y con qué biomoléculas se relaciona?

### **ACTIVIDAD 5. INTEGRACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS**

Considerando a los ejemplares estudiados en este TP y los procedimientos realizados en las actividades 1 y 3, responda las siguientes preguntas:

- a) Escriba un párrafo mencionando las características por las cuales se puede afirmar que los ejemplares son seres vivos.
- b) Considerando los contenidos estudiados en el TP de composición química de los seres vivos, mencione las biomoléculas que conforman un peptidoglucano.
- c) Mencione el nivel de organización de *Dolichospermum sp.* y un lactobacilo.
- d) Consulte «Recomendaciones para trabajar en el laboratorio de Biología» y explique el modo adecuado de descartar el material biológico utilizado en este trabajo práctico.

---

#### **Material bibliográfico de consulta:**

- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 6: Un viaje por la célula.
- Tinciones: incremento del contraste para microscopía de campo claro (Brock, 10ª Ed., p 58 y 59)

## TRABAJO PRÁCTICO N° 4

### CÉLULA EUCARIOTA: ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

#### OBJETIVOS

- Reconocer las características de la organización celular eucariota.
- Identificar la morfología de las células y las estructuras celulares en observaciones al microscopio.
- Realizar preparados aplicando técnicas citológicas convencionales.
- Distinguir formas celulares en organismos eucariotas autótrofos y heterótrofos.
- Relacionar las estructuras celulares con sus funciones y adaptaciones de los organismos.

#### INTRODUCCIÓN

Todos los organismos del Dominio Eukarya (protistas, hongos, plantas y animales) tienen en común estar formados por células eucariotas que presentan gran variedad de formas, tamaños y estructuras. Dado que la célula es la unidad de organización de la materia viva, en ella pueden identificarse las propiedades o características de los seres vivos. Este tipo celular eucariota, además de la membrana plasmática, presenta numerosas organelas membranosas que organizan a la célula en compartimentos.

En una célula eucariota se distingue el núcleo separado del citoplasma por una envoltura nuclear. En el fluido que compone el citoplasma (citosol), se encuentran las organelas, algunas están presentes solo en células especializadas, por ejemplo los cloroplastos en células que realizan la fotosíntesis, otras componen el sistema de endomembranas formado por el retículo endoplasmático (que es continuación de la envoltura nuclear), el complejo de Golgi, los lisosomas, las vesículas y vacuolas.

Cada organela cumple una función particular y su estructura, disposición y número se relaciona con la función. Por ejemplo, en células con altos requerimientos energéticos, el número de mitocondrias es elevado.

Las células eucariotas tienen en el citoplasma una red de varios tipos de estructuras proteicas fibrosas: microtúbulos, microfilamentos, filamentos intermedios y septinas (en células animales), que en conjunto se denomina citoesqueleto. Esta estructura dinámica contribuye a dar forma a la célula, sirve de anclaje a las organelas y permite el tránsito de vesículas, además de intervenir en el movimiento celular y el de los

cromosomas durante la división celular. Uno de sus componentes, los microtúbulos, también forman parte de cilios y flagelos, estructuras especializadas, relacionadas con movimientos que realizan algunas células.

Las células eucariotas de hongos y plantas están rodeadas por una pared celular, compuestas por quitina en los hongos y por celulosa en las plantas. Esta estructura proporciona apoyo estructural y protección, como así también impide que la célula estalle cuando la célula tiene alto contenido de agua.

Los organismos constituidos por células eucariotas pueden ser unicelulares, multicelulares o pluricelulares. En los organismos pluricelulares, grupos de células similares se organizan en una unidad estructural, funcional y de origen común, denominado tejido. Estos tejidos llevan a cabo diferentes funciones como: protección, absorción, secreción, transporte, sostén, entre otras. Las células que integran cada tipo de tejido presentan una morfología característica, que se relaciona con la función que desempeñan. Los tejidos animales fundamentales son cuatro, a saber: epitelial, conectivo, muscular y nervioso. En las plantas algunos tejidos adultos son: parénquima, epidérmico, colénquima y esclerénquima (de sostén), xilema y floema (de conducción).

Desde el punto de vista de la nutrición, los organismos del Dominio *Eukarya* pueden presentar un modelo nutricional autótrofo o heterótrofo. La presencia de pigmentos fotosintéticos organizados en fotosistemas que se localizan en organelas llamadas cloroplastos, determina la capacidad de sintetizar compuestos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos, lo cual caracteriza a las células de organismos autótrofos. Por su parte, los heterótrofos obtienen energía a partir de las sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos.

A continuación, se presentan actividades relacionadas con el reconocimiento de células eucariotas. Lea atentamente las descripciones teóricas y metodológicas para desarrollar las actividades propuestas.

## **ESTRUCTURA CELULAR EUCARIOTA EN ORGANISMOS UNICELULARES**

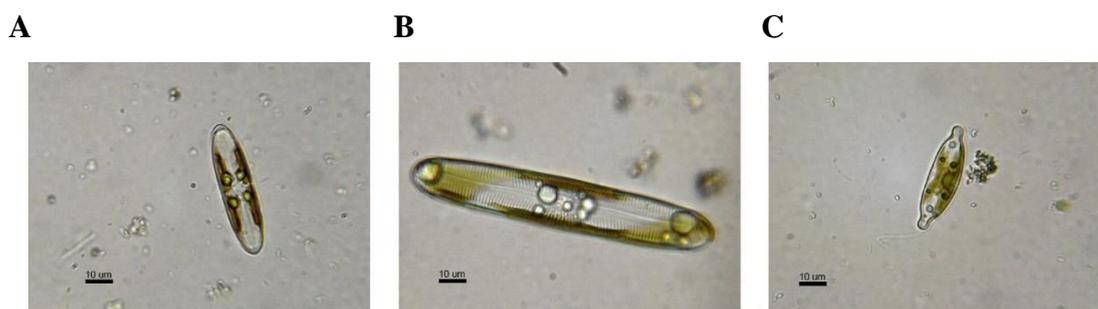
### **ACTIVIDAD 1. RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN ORGANISMOS UNICELULARES AUTÓTROFOS: DIATOMEAS**

Las diatomeas son un grupo de algas unicelulares que incluye unas 20.000 especies, son importantes productores de materia orgánica y oxígeno.

La célula presenta pared celular con impregnaciones de sílice, es transparente y perforada lo que permite la entrada de luz y la adecuada difusión y excreción de los materiales de desecho. La pared está formada por dos valvas que se complementan como las partes de una caja de Petri, ambas presentan estriaciones y en la zona de unión se puede reconocer un surco de unión y el núcleo.

### **Identificación de estructuras celulares en diatomeas**

En la figura 1 se presentan tres diatomeas (A, B y C) observadas al microscopio óptico después de realizar preparados temporarios.



**Figura 1.** Ejemplares de diatomeas.

1. Observe y compare los individuos y teniendo en cuenta las características de las diatomeas, indique cuatro similitudes estructurales.
2. Indique tres funciones de los seres vivos que se realizan en la única célula que compone a una diatomea.
3. Teniendo en cuenta que la línea de referencia equivale a 10 µm, compare los individuos (A, B y C) y escriba una conclusión sobre el tamaño de las diatomeas observadas y el aumento del objetivo utilizado.
4. Investigue la importancia ecológica de estos organismos.

## **ACTIVIDAD 2. RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN ORGANISMOS UNICELULARES HETERÓTROFOS**

### **a) Realización de un preparado para la observación de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*)**

Las levaduras son organismos unicelulares heterótrofos. La única célula que las compone es esférica u ovoide y puede medir hasta 30 µm de diámetro. Producen enzimas que fermentan los hidratos de carbono dando como resultado sustancias que en muchos

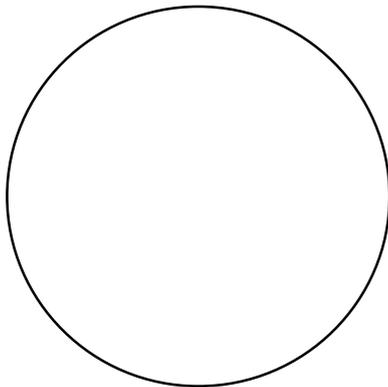
casos son utilizadas en la elaboración de bebidas y alimentos. La reproducción es por gemación.

**Materiales necesarios:**

- Material biológico: Suspensión de levadura\*  
\*Realizada adicionando 1 g de levadura comercial a 100 mL de agua destilada.
- Material de laboratorio: vaso de precipitados y varilla, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico.

**Procedimiento:**

1. Coloque una gota de la suspensión sobre un portaobjetos y cubra con un cubreobjetos.
2. Proceda a realizar el enfoque comenzando con el objetivo panorámico y luego la observación con el objetivo de 40x, dibuje y complete el protocolo de observación.
3. En el dibujo señale una célula, un individuo y un organismo.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

4. Considerando el punto 3, escriba una definición de cada término.

**b) Realización de un preparado para la observación de paramecios**

Los paramecios son organismos unicelulares heterótrofos que se desarrollan en cuerpos de agua dulce con muy baja velocidad de la corriente. La única célula que forma el organismo es de forma ovalada de entre 50 y 330  $\mu\text{m}$ , presentan cilios que permiten el desplazamiento, además de generar corrientes de agua que acercan bacterias o levaduras de las que se alimenta.

**Materiales necesarios:**

- Material biológico: agua de charca o un cultivo de paramecios.
- Material de laboratorio: pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, metilcelulosa, microscopio óptico compuesto.

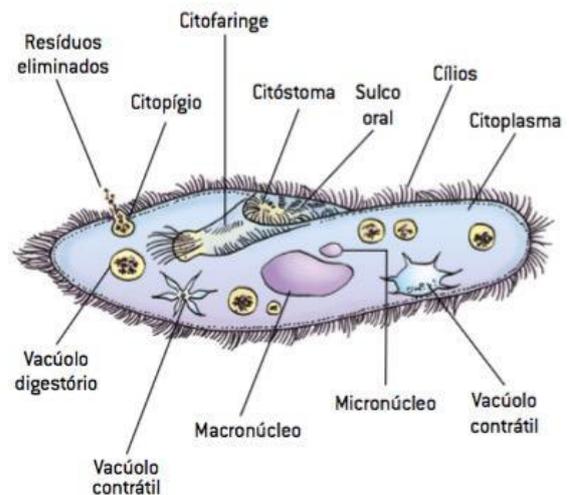
**Procedimiento:**

1. Coloque sobre un portaobjetos una gota de metilcelulosa y sobre ella una gota del material biológico, cubra con un cubreobjetos y retire el excedente de líquido con un papel absorbente.
2. Proceda a realizar el enfoque comenzando con el objetivo panorámico y luego la observación con el objetivo de 40x.
3. Una vez identificados los paramecios, compárelos con la figura 2 A y B. Identifique y señale en la figura 2A, las estructuras internas reconocidas en su observación microscópica.

A



B



**Figura 2.** A. Paramecio visto al microscopio 400X. B. Morfología y estructura interna de un paramecio (organismo unicelular ciliado)\*.

\*Fuente: <https://www.coladaweb.com/biologia/reinos/protozoarios>

## ESTRUCTURA CELULAR EUCARIOTA EN ORGANISMOS PLURICELULARES

### ACTIVIDAD 3. RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN ORGANISMOS PLURICELULARES AUTÓTROFOS

#### a) Realización de un preparado para la observación de células en tejido epidérmico de protección

Como se mencionó previamente, las características particulares de una célula están relacionadas con la función que desempeña. En las plantas, el tejido epidérmico, con función de protección, cubre la superficie del cuerpo.

#### Materiales necesarios:

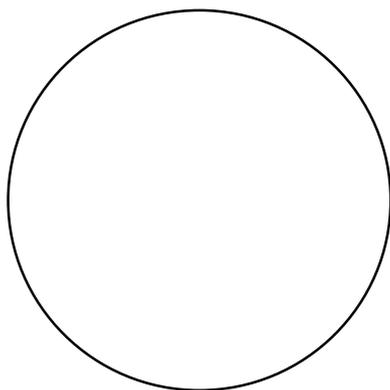
- Material biológico: catáfilas internas del «bulbo de cebolla»\*

\*El bulbo es un tallo modificado; las catáfilas son hojas modificadas, las catáfilas internas, modificadas para el almacenamiento de nutrientes.

- Material de laboratorio: bisturí, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, vidrio de reloj, fijador Farmer, colorante safranina, microscopio óptico compuesto.

**Procedimiento:**

1. Descarte las catáfilas de protección, son las externas de color marrón. Con un bisturí realice un corte muy superficial en forma de V y con la ayuda de una pinza tome el vértice del corte y tire para desprenderlo. Este es el tejido epidérmico que se observa como una película delgada y transparente. Esta forma de obtener la muestra constituye una técnica denominada **rasgado**.
2. Sobre un vidrio de reloj realice la fijación sumergiendo la muestra durante 5 minutos en fijador Farmer.
3. Con una pinza retire la muestra del fijador y ubíquela bien desplegada sobre un portaobjetos.
4. Cubra la muestra con el colorante safranina durante 5 minutos y luego, deslizando suavemente agua sobre la muestra, retire el excedente de colorante y cubra con el cubreobjetos.
5. Proceda a realizar el enfoque comenzando con el objetivo panorámico y luego la observación con el objetivo de 40x.
6. En la observación microscópica del preparado, reconocerá células con forma hexaédrica y alargadas que permanecen unidas por las paredes celulares. El interior de las mismas se observa traslúcido (citoplasma) y se puede distinguir un núcleo esférico que se colorea intensamente, en cuyo interior se diferencia el nucléolo, como una pequeña mancha clara o más oscura dependiendo del colorante usado.
7. Dibuje lo observado y complete el protocolo de observación. En el dibujo señale el núcleo, el citoplasma y la pared celular.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

**b) Realización de un preparado para la observación de células modificadas en tejido epidérmico: estomas vegetales**

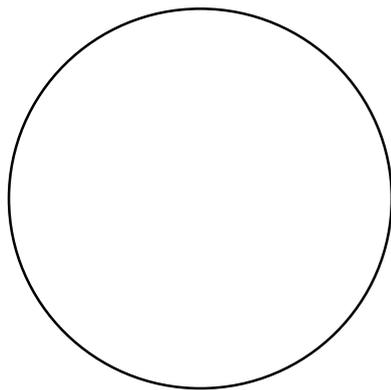
Los estomas son grupos de dos o más células epidérmicas especializadas que se encuentran en las partes verdes aéreas de las plantas, particularmente en las hojas, donde pueden hallarse en una o ambas epidermis, más frecuentemente en la inferior. Su número oscila entre 22 y 2.230 por mm<sup>2</sup> y miden cerca de 50 μm. Cada estoma está formado por dos células especializadas llamadas oclusivas que dejan entre sí una abertura llamada ostíolo o poro. En muchas plantas hay dos o más células adyacentes a las oclusivas y asociadas funcionalmente a ellas, son las células acompañantes.

**Materiales necesarios:**

- Material biológico: hoja de *Tradescantia* sp.
- Material de laboratorio: bisturí, pinza, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.

**Procedimiento:**

1. Sobre la cara inferior de una hoja de *Tradescantia* sp., realice los pasos de la técnica de rasgado, previamente descrito en la actividad (a).
2. Coloque sobre un portaobjetos el material obtenido y con la pipeta Pasteur agregue una gota de agua y luego ubique el cubreobjetos.
3. Proceda a realizar el enfoque comenzando con el objetivo panorámico y luego la observación con el objetivo de 40x.
4. Dibuje y complete el protocolo de observación. Identifique los componentes del aparato estomático: células oclusivas y células acompañantes y el poro u ostíolo. En las células oclusivas, se distinguen claramente estructuras como los cloroplastos.



Material biológico: .....

Observación:.....

Preparado:.....

Coloración: .....

Aumento total:.....

**c) Realización de un preparado para la observación de células en tejido parenquimático asimilador**

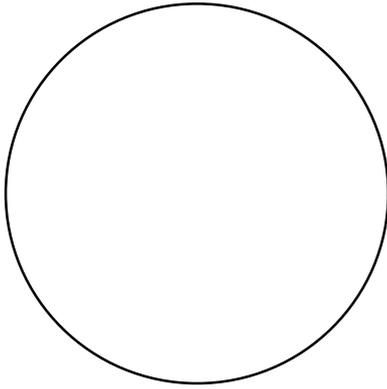
Las células que componen el tejido parenquimático asimilador o fotosintético son alargadas y rectangulares de forma y tamaño semejante. En ellas se pueden reconocer, un espacio translúcido ocupado por la gran vacuola y los cloroplastos que se presentan como pequeñas esferas de color verde brillante. Cada una de las células puede presentar numerosos cloroplastos, estructuras discoidales o elipsoidales que miden entre 5 a 6  $\mu\text{m}$  de diámetro y 1 a 2  $\mu\text{m}$  de ancho.

**Materiales necesarios:**

- Material biológico: hoja de *Elodea* sp.
- Material de laboratorio: bisturí, pinza, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.

**Procedimiento:**

1. Tome una hoja de *Elodea* sp. y coloque sobre un portaobjetos, adicione una gota de agua y cubra con un cubreobjetos.
2. Realice la observación al microscopio con el objetivo de 40x.
4. Dibuje lo observado y complete el protocolo de observación.
5. Identifique las estructuras celulares y señale en el esquema.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

#### **ACTIVIDAD 4. RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS EN ORGANISMOS PLURICELULARES HETERÓTROFOS**

##### **Realización de un preparado para la observación de células en tejido epitelial de protección**

El epitelio es un tejido animal con función de revestimiento, entre otras. En la mucosa bucal está constituido por células planas y poligonales, de contorno irregular, e incoloras, por esta razón para observarlas es necesario usar colorantes como el azul de metileno que permitirá observar un citoplasma granuloso y un núcleo claramente diferenciado.

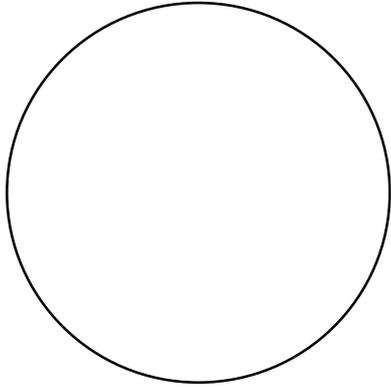
##### **Materiales necesarios:**

- Material biológico: hisopado de mucosa bucal.
- Material de laboratorio: mechero, hisopos, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.
- Colorante azul de metileno.

##### **Procedimiento:**

1. Enjuáguese la boca con agua, varias veces, antes de tomar la muestra.
2. Coloque sobre un portaobjetos una gota de agua para realizar un extendido.
3. Tome la muestra, realizando la técnica del hisopado, haciendo girar, varias veces, el hisopo sobre la mucosa bucal (paredes internas de la boca).
4. Con el hisopo extienda la muestra sobre la gota de agua en el portaobjetos y deje secar al aire cerca del mechero.
5. Fije el preparado, pasándolo por encima de la llama del mechero. Esta acción permite evaporar el agua y fijar el material celular antes de ser coloreado.
6. Cubra el preparado con el colorante azul de metileno durante 5 minutos.

7. Con el preparado inclinado y utilizando una pipeta Pasteur, deje correr agua sobre el preparado con el fin de eliminar el exceso de colorante. Deje secar la preparación.
8. Proceda al enfoque comenzando con el menor aumento y realice la observación con el objetivo de 40x.
9. Dibuje lo observado y complete el protocolo de observación.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

#### **ACTIVIDAD 5. ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN**

1. Elabore un cuadro con todas las organelas de las células eucariotas, señale (X) las observadas durante el desarrollo de las actividades del TP N°4 e indique el material biológico utilizado en cada caso.
2. Mencione y ejemplifique los niveles biológicos de organización referidos implícita o explícitamente en el desarrollo de las actividades.
3. Nombre tres características que fundamente cada afirmación:
  - «Las levaduras son organismos eucariotas heterótrofos»
  - «Los paramecios son organismos unicelulares eucariotas»
4. Considerando los criterios forma y tamaño, compare las bacterias y levaduras. Recupere los esquemas de las observaciones realizadas en el trabajo práctico: «Célula procariota» y tenga en cuenta el aumento con el que realizó las observaciones.
5. Investigue: a) la composición química de la pared celular de las células vegetales, b) organelas características de estas células: estructura y función.
6. Dibuje un cloroplasto y señale: a) membranas: interna y externa, membrana tilacoide, b) ADN, c) granas tilacoides, d) ubicación de los fotosistemas.
7. Compare a los paramecios y las levaduras considerando la estructura celular especialmente las relacionadas con el desplazamiento.

8. Investigue la función de: a) los pelos o tricomas y relacione con la estructura de los mismos, b) los estomas y relacione con la estructura de las células que componen el aparato estomático.

---

**Material bibliográfico de consulta:**

- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7° Edición. Capítulo 6: Un viaje por la célula.

## TRABAJO PRÁCTICO N°5

### FUNCIONES DE LA MEMBRANA CELULAR: TRANSPORTE

#### OBJETIVOS

- Caracterizar la estructura de la membrana celular a través del análisis de modelos de estudio.
- Describir los efectos de los procesos de difusión y ósmosis en células animales y vegetales.
- Demostrar la permeabilidad de la membrana celular.
- Analizar el fenómeno de endocitosis en un organismo unicelular.
- Reconocer la importancia de la membrana celular en el mantenimiento de la vida.

#### INTRODUCCIÓN

Para que se produzcan las reacciones químicas necesarias para el mantenimiento de la vida es condicionante la existencia de un medio intracelular apropiado. Esto es posible porque las células se encuentran separadas del exterior por una membrana limitante, la membrana plasmática. Por otra parte, la presencia de membranas internas en las células eucariotas proporciona compartimentos adicionales que limitan ambientes únicos en los que se llevan a cabo funciones altamente específicas y necesarias para la supervivencia celular.

Las funciones de la membrana plasmática son:

- Delimitar la extensión de la célula.
- Regular selectivamente el intercambio de sustancias entre el interior y exterior celular.
- Unir y comunicar a las células entre sí.

Una membrana biológica es un ejemplo de estructura supramolecular, muchas moléculas ordenadas en un nivel de organización superior con propiedades que superan a las moléculas individuales. En la composición química de la membrana el 40 % corresponde a lípidos, el 50 % a proteínas, y el 10 % a glúcidos.

La membrana celular es una bicapa formada por fosfolípidos, cuyas colas hidrofóbicas de ácidos grasos se disponen hacia el interior de la misma. De las características químicas de estos ácidos grasos (saturados y no saturados) depende su disposición y la fluidez de la membrana. Otros lípidos, como el colesterol que se encuentra en las membranas celulares de los animales, actúan como amortiguadores de

fluidez separando las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos, cuando las temperaturas son bajas o restringiendo el movimiento lateral de los fosfolípidos cuando las temperaturas son más elevadas.

Las proteínas que forman la membrana son integrales o periféricas definidas por la fuerza con que se asocian con la bicapa de lípidos. Algunas proteínas integrales atraviesan totalmente la membrana y se denominan proteínas transmembrana, mientras que las periféricas se encuentran en las superficies interna o externa, unidas a regiones expuestas de proteínas integrales o a los fosfolípidos. Las funciones de las proteínas de membrana son por ejemplo, la fijación de la célula a un sustrato, actuar como receptores o sitios de acoplamiento, algunas son enzimas que catalizan reacciones cerca de la superficie celular y otras transportan moléculas, ya sea formando canales o participando del transporte activo que utiliza energía (bombas).

Los glúcidos se encuentran unidos a lípidos, formando glucolípidos, o a proteínas generando glucoproteínas, cuya función principal es constituir la cubierta celular o glucocálix. Las funciones que exhiben las distintas células, se relacionan con el tipo de glúcido que hay en su cubierta.

Esta estructura química de las membranas es dinámica y la disposición de sus componentes se representa por el **modelo de mosaico fluido** propuesto por Singer y Nicholson en el año 1972.

Una membrana biológica, entendida como estructura supramolecular, posee propiedades tales como la capacidad de regular el transporte a través de la misma.

## **ACTIVIDAD 1. ÓSMOSIS A TRAVÉS DE UNA MEMBRANA BIOLÓGICA**

El proceso de ósmosis es un tipo de difusión derivado del movimiento espontáneo de las moléculas de agua a través de una membrana semipermeable. Se trata de un tipo de transporte pasivo, es decir que no implica el gasto de energía, que tiende a igualar la concentración de solutos a ambos lados de la membrana.

Lea y analice el experimento realizado para comprobar el proceso de ósmosis y luego resuelva las consignas.

### **Experimento:**

Para evidenciar el proceso de ósmosis, se utilizó un huevo como material biológico y la membrana coclear o de la cáscara como modelo de membrana. Para ello, se armó un dispositivo (Figura 1), siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- Se disolvió la cáscara del extremo más redondeado del huevo para dejar expuesta la membrana. Para lograrlo, se introdujo este extremo del huevo en ácido clorhídrico realizando suaves movimientos en círculo.
- Se realizó un orificio en el extremo opuesto del huevo, para introducir un tubo de vidrio y que luego se fijó a la cáscara con parafina derretida de una vela encendida.
- Se introdujo el huevo, así preparado, en un vaso de precipitado con agua, manteniéndolo suspendido con la ayuda de un soporte, de manera que quedó sumergido solamente el extremo redondeado donde se encuentra expuesta la membrana.
- Se dejaron transcurrir 60 minutos.

Para el análisis de los resultados se tuvieron en cuenta los siguientes conceptos:

**Tonicidad:** capacidad de una solución de causar el movimiento de agua hacia adentro o hacia afuera de una célula por ósmosis.

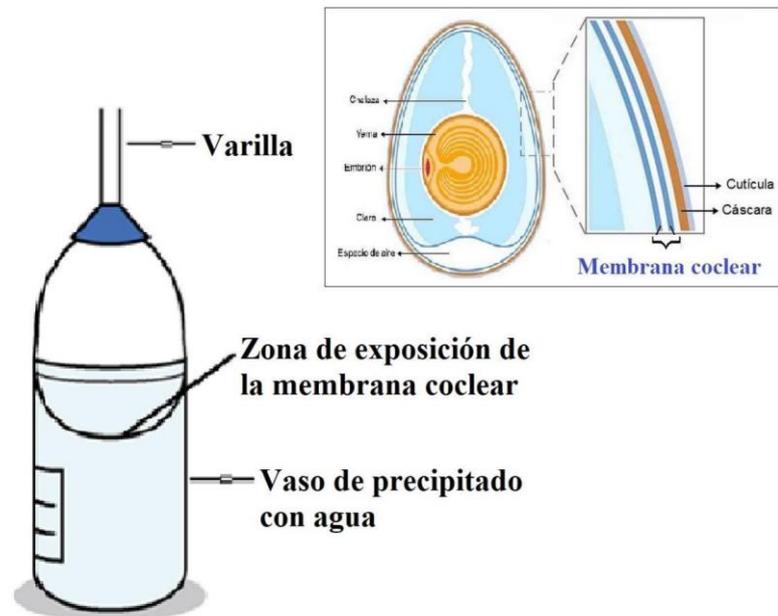
**Osmolaridad:** es la concentración total de todos los solutos en la solución, se relaciona con el concepto de tonicidad. Una solución con osmolaridad baja tiene pocas partículas de soluto por litro de solución, mientras que una solución con alta osmolaridad tiene muchas partículas de soluto por litro de solución.

Cuando soluciones de osmolaridades diferentes son separadas por una membrana permeable al agua, pero no al soluto, el agua se moverá desde el lado con menor osmolaridad hacia el lado con mayor osmolaridad.

Para comparar la osmolaridad de una célula con la osmolaridad del líquido extracelular alrededor de la misma se utilizan tres términos relacionados con la tonicidad: hipotónica, isotónica e hipertónica.

**Consignas:**

1. Analice el dispositivo experimental (Figura 1), identifique los compartimentos separados por la membrana coclear y utilizando los términos adecuados describa la tonicidad de los mismos.



**Figura 1.** Dispositivo experimental.

2. Formule una hipótesis para el experimento.
3. Si se agrega cloruro de sodio al agua del vaso de precipitado ¿Cuáles serían los efectos?
4. ¿Qué características de la membrana coclear se relacionan con estos resultados?
5. Escriba una conclusión que incluya ambas situaciones: a) vaso de precipitado con agua y, b) vaso de precipitado con solución de cloruro de sodio.

## **ACTIVIDAD 2. EFECTOS DEL PROCESO DE ÓSMOSIS**

### **a) Células con pared celular: plasmólisis y turgencia**

Las células de la mayoría de los procariontes, algas, plantas y hongos tienen paredes celulares relativamente rígidas que les permite resistir, sin estallar, en un medio hipotónico. El agua se mueve hacia el interior de la célula por ósmosis, llenando la vacuola central y provocando la denominada presión de turgencia contra la pared celular. Se llega a un estado de equilibrio dinámico cuando su resistencia a la expansión impide cualquier aumento adicional en el tamaño celular y con ello se detiene el movimiento neto de agua. Este estado fisiológico se denomina turgencia.

Si por el contrario, la célula se encuentra en un medio hipertónico, pierde agua y la membrana celular se separa de la pared celular, estado fisiológico denominado plasmólisis.

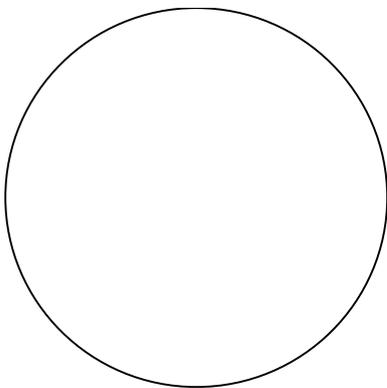
### **Materiales necesarios:**

- Material biológico: Planta de «elodea».

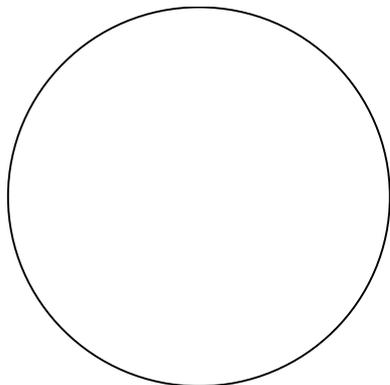
- Material de laboratorio: cajas de Petri, pinzas, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.
- Agua destilada y solución de sacarosa 1 M.

**Procedimiento:**

1. Coloque en una caja de Petri agua destilada y en otra, una solución de sacarosa 1 M, luego sumerja hojas de «elodea» en cada caja de Petri. Deje reposar por 30 minutos.
2. En un portaobjetos coloque una gota de agua destilada.
3. Con una pinza tome una hoja de la caja de Petri conteniendo agua destilada.
4. Deposite la hoja sobre el portaobjetos.
5. Tome otro portaobjetos, repita los pasos 3 y 4, esta vez con una hoja expuesta la solución de sacarosa y con el portaobjetos con una gota de dicha solución.
6. Cubra ambas muestras con cubreobjetos.
7. Observe al microscopio óptico con el objetivo de menor aumento hasta llegar al de 40x.
8. Dibuje lo observado y complete los protocolos de observación.



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

9. Responda:

- a) Considerando la osmolaridad de los medios utilizados, explique las diferencias entre las observaciones realizadas.
- b) ¿Son reversibles los procesos de plasmólisis y turgencia? ¿Cómo podría demostrarlo?

**b) Ósmosis en células sin pared celular: hemólisis y crenación**

La sangre es una variedad de tejido conectivo en el que la sustancia intercelular es líquida (plasma) y es isotónica respecto de las células sanguíneas. Una solución de cloruro de sodio 0,9 % (solución fisiológica) es isotónica para las células, por lo tanto los eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes) colocados en una solución de este tipo, no presentarán cambios de forma, dado que el movimiento neto de agua hacia ambos lados de la membrana se encuentra en equilibrio dinámico.

Por el contrario, en una solución hipertónica el movimiento neto de agua será hacia el exterior provocando la deshidratación de la célula. Cuando la solución es hipotónica el agua ingresará haciendo que la célula se hinche e incluso llegue a estallar. Los estados fisiológicos de estas células se denominan crenación y hemólisis respectivamente.

**Materiales necesarios:**

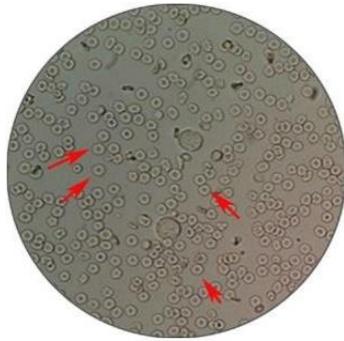
- Material biológico: sangre periférica.
- Material de laboratorio: agujas hipodérmicas descartables, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.
- Soluciones de cloruro de sodio de las siguientes concentraciones: 0,3 %, 0,9 % y 1,3 %

**Procedimiento:**

Para demostrar los procesos de crenación y hemólisis, se realizan tres preparados temporarios. Para ello, se colocan tres alícuotas de sangre en un portaobjetos y a cada muestra se agrega una gota de solución de cloruro de sodio (ClNa) de una concentración definida. Las concentraciones seleccionadas para el desarrollo de esta actividad son 0,3%, 0,9 % y 1,3%, siendo 0,9% la concentración en el plasma sanguíneo. Finalmente, se procede a cubrir el preparado con el cubreobjetos y se realiza la observación al microscopio óptico utilizando el objetivo de 40x.

La morfología normal de los eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes) es de discos bicóncavos (Figura 2), considere la forma observada y complete el protocolo de

observación, infiera la osmolaridad de la solución de cloruro de sodio a la que fue expuesta esta muestra.



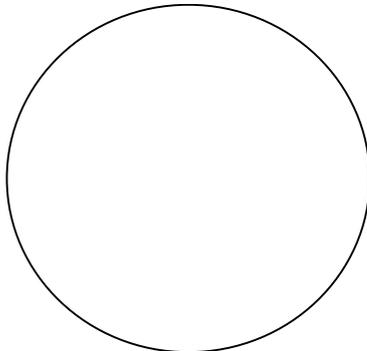
**Figura 2.** Eritrocitos normales.

Material biológico:.....  
Osmolaridad de la solución:.....  
Observación:.....  
. .  
Preparado:.....  
. .  
Coloración:.....  
Aumento:.....

Realice el siguiente procedimiento:

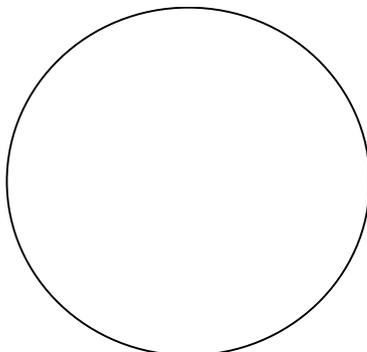
1. Observe al microscopio óptico los otros dos preparados e identifique en cada uno la morfología de los eritrocitos. Dibuje lo observado en los campos A y B.
2. En ambos preparados, determine la osmolaridad de la solución y complete el protocolo de observación. Para hacerlo, compare la morfología de los eritrocitos con los de la figura 2.

**A**



Material biológico:.....  
Osmolaridad de la solución:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

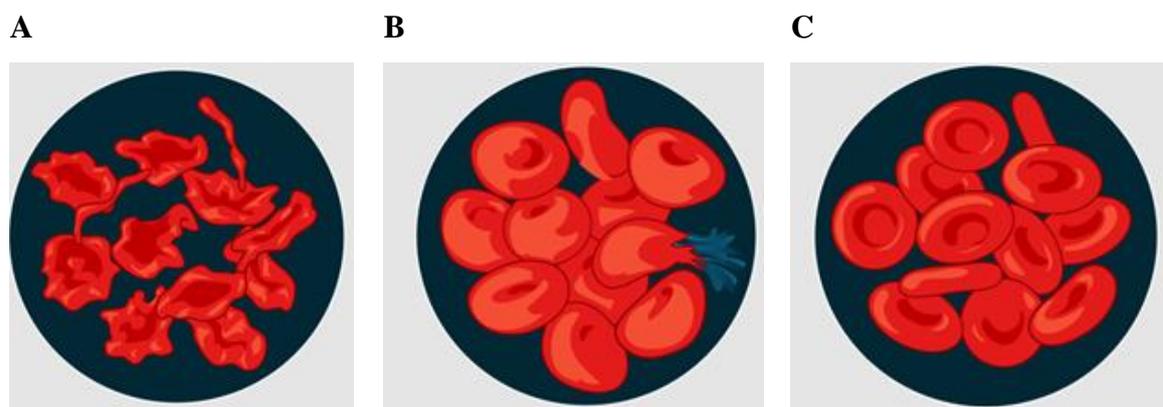
**B**



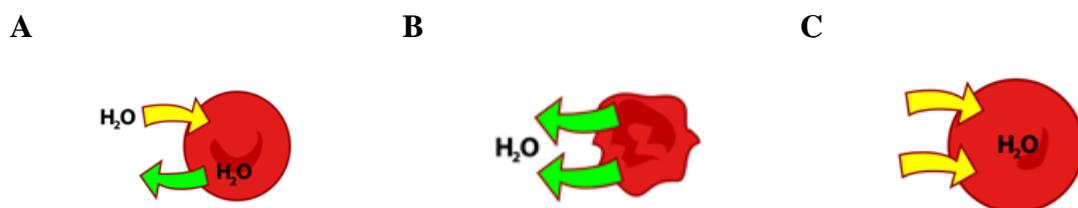
Material biológico:.....  
Osmolaridad de la solución:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

- En los dibujos realizados en los campos de observación A y B, incluya flechas que indiquen la dirección del flujo neto del agua.
- Relacione las observaciones microscópicas del punto anterior, la representación esquemática (Figura 3) y el esquema explicativo (Figura 4), con la concentración de las soluciones utilizadas, completando el cuadro con la letra (A, B, C) correspondiente en cada caso.

CONCENTRACIÓN (%)	IMAGEN AL MICROSCOPIO	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA	ESQUEMA EXPLICATIVO
0,3			
0,9			
1,3			



**Figura 3.** Glóbulos rojos expuestos a soluciones salinas de diferente concentración.



**Figura 4.** Proceso de ósmosis a través de la membrana de glóbulos rojos expuestos a soluciones salinas de diferente concentración.

### ACTIVIDAD 3. PERMEABILIDAD SELECTIVA DE LA MEMBRANA CELULAR

La temperatura fisiológica es aquella a la cual las células alcanzan su funcionamiento óptimo, con la modificación de esta temperatura la membrana plasmática

y sus funciones pueden verse afectadas. Si aumenta la temperatura, se incrementa la fluidez de los fosfolípidos y se modifica su permeabilidad. Esta alteración puede facilitar el ingreso o la salida de sustancias dañando la célula. Por el contrario, la disminución de la temperatura, influye negativamente sobre la fluidez, impidiendo el movimiento de los componentes de la membrana y de las moléculas a través de ella. Por lo tanto, si se altera la membrana plasmática, la integridad de la célula se destruye, liberándose al medio los componentes que la integran y produciéndose la muerte.

**Materiales necesarios:**

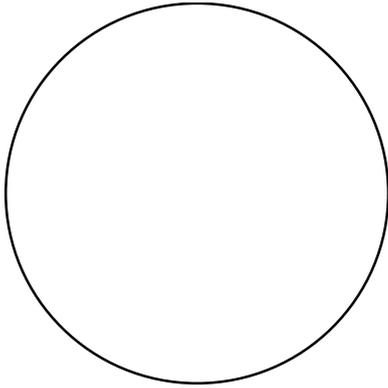
- Material biológico: Suspensión de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).
- Material de laboratorio: vaso de precipitado, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.
- Rojo Congo

**Procedimiento:**

En dos vasos de precipitado (A y B) agregue 10 mL de suspensión de levadura:

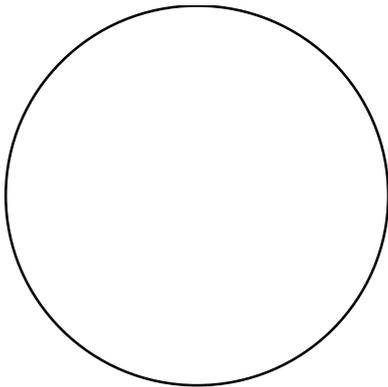
1. Adicione cinco gotas del colorante rojo Congo a cada vaso de precipitado y homogenice.
2. Exponga el vaso de precipitado B al calor directo hasta la ebullición de la solución. Luego deje enfriar.
3. Con una pipeta Pasteur tome una muestra de cada vaso de precipitado (A y B) y realice un preparado temporario. Observe al microscopio óptico con el objetivo de 10x.
4. Dibuje lo observado y compare la incorporación del rojo Congo en ambos preparados.
5. Complete el protocolo de observación.

**A**



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

**B**



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

6. Escriba una breve conclusión del experimento, considerando el efecto del calor sobre las levaduras y la permeabilidad de la membrana celular.

#### **ACTIVIDAD 4. ENDOCITOSIS**

En la endocitosis la célula incorpora partículas grandes, por ejemplo algunos protistas unicelulares se alimentan por este mecanismo o los glóbulos blancos engloban microorganismos en su función de defensa del organismo. Durante el proceso los pliegues de la membrana plasmática rodean a la partícula en cuestión y forman una vacuola que puede fusionarse con los lisosomas para degradar el material incorporado. Cuando este material es sólido el proceso se denomina fagocitosis y cuando es un fluido, pinocitosis. Existe un tercer tipo de endocitosis denominado endocitosis mediada por receptores, éstos son proteínas de la membrana plasmática.

**Materiales necesarios:**

- Material biológico: cultivo de paramecios y suspensión de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Material de laboratorio: porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.
- Rojo Congo (indicador de pH)
- Metilcelulosa (se usa como espesante del medio de cultivo para disminuir la velocidad del desplazamiento de los «paramecios» permitiendo la observación de su comportamiento).

**Procedimiento:**

La suspensión de levadura con rojo Congo se expone a la acción del fuego, este paso se realiza con el fin de permitir el ingreso del colorante a las células.

Para observar el proceso de endocitosis, se realiza un preparado temporario, colocando sobre un portaobjetos una gota de la suspensión de levadura coloreada, una del cultivo de paramecio, una de metilcelulosa y se homogeniza. Se cubre con el cubreobjetos para observar al microscopio óptico.

Consignas:

1. Observe el video del proceso de endocitosis en paramecios disponible en el aula virtual e identifique la forma de los paramecios, la citofaringe, el movimiento de los cilios, la vacuola contráctil, las vacuolas alimenticias y el recorrido que éstas realizan.
2. Luego, desarrolle los siguientes ítems:
  - a) Con ayuda de la bibliografía, dibuje y señale las estructuras identificadas. Trace el recorrido de las vacuolas digestivas en el citoplasma desde el momento en que se forman hasta que se vacían al exterior.
  - b) Siguiendo cuidadosamente el movimiento de las vacuolas, se puede observar un cambio de color en las mismas debido a un cambio de pH detectado por el rojo Congo. Determine la causa del cambio relacionándolo con los procesos de digestión intracelular.
  - c) Nombre todas las estructuras celulares que participaron en el proceso y mencione la función de cada una.
  - d) Mencione los niveles de organización estudiados en el desarrollo de esta actividad y ejemplifique cada nivel.

### **ACTIVIDAD 5. ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN**

Considerando la complejidad de la materia viva, complete el cuadro mencionando el nivel de organización del material biológico utilizado en este TP.

<b>Material biológico</b>	<b>Nivel: Órgano</b>	<b>Nivel: Tejido</b>	<b>Nivel: Célula</b>	<b>Nivel: Subcelular</b>
a) Planta de elodea				
b) Sangre periférica				
c) Suspensión de levadura				
d) Cultivo de paramecio				

---

#### **Material bibliográfico de consulta:**

- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7° Edición. Capítulo 7: Estructura y función de la membrana.

---

## TRABAJO PRÁCTICO N° 6

### DIVISIÓN CELULAR: MITOSIS Y MEIOSIS

#### OBJETIVOS

- Analizar los procesos que ocurren en la célula durante el ciclo celular: interfase y división celular.
- Emplear técnicas histológicas de obtención de preparados para la observación de células en división.
- Reconocer células de tejido meristemático en diferentes etapas del ciclo celular, en particular en las fases de la división celular mitótica.
- Interpretar el significado biológico de la división celular mitótica.
- Reconocer los principales acontecimientos de la profase de la meiosis I en células germinativas en plantas y animales.
- Analizar los procesos reduccionales y ecuacionales de la meiosis y su implicancia biológica en la variabilidad y evolución de los organismos.

#### INTRODUCCIÓN

Una de las propiedades de los seres vivos es la reproducción. A nivel celular la reproducción se lleva a cabo mediante la **división celular**, en la que una célula madre se divide para formar nuevas células, las células eucariotas presentan dos tipos de división: **mitosis**, en células somáticas y **meiosis** en las células germinales.

El ciclo celular, ciclo de vida de una célula individual, comprende una serie de eventos que se llevan a cabo de modo ordenado, en etapas. La división celular es una parte importante de este ciclo, es un proceso estrictamente regulado por proteínas que se sintetizan y degradan en forma cíclica (quinasas y quinasas dependientes de ciclinas). Este ciclo comprende dos etapas: **interfase y división** (Figura 1).

La **interfase** se extiende entre una división y la siguiente y es el período de mayor duración del ciclo. Esta etapa se organiza en subfases: **G<sub>1</sub>** (Gap 1), la célula incrementa su tamaño (crece) y es metabólicamente activa; **S** (Síntesis), la célula duplica su ADN y **G<sub>2</sub>**: la célula continúa creciendo y sintetiza proteínas que serán utilizadas en la división.

La **división celular** propiamente dicha, es un período de menor duración, con relación a la interfase, e implica dos procesos: la cariocinesis y la citocinesis. La cariocinesis es la división del núcleo celular y comprende etapas secuenciales

denominadas profase, metafase, anafase y telofase; y la citocinesis implica la división del citoplasma para dar origen a dos células hijas.

La **mitosis** es un tipo de división celular en la cual una célula somática (célula madre) se divide para producir dos nuevas células (células hijas) que son genéticamente idénticas entre sí y a la célula progenitora. Para que esto ocurra, antes de la división, el material genético presente en el núcleo de la célula madre debe duplicarse y compactarse, a fin de que la distribución sea idéntica y equitativa entre las dos células hijas. Una vez finalizada la mitosis, las células hijas ingresan inmediatamente en la etapa de interfase y se preparan para iniciar un nuevo ciclo.

La mitosis puede ocurrir tanto en células diploides como haploides. La importancia biológica de la mitosis es que los organismos unicelulares se multiplican y aumentan de este modo el tamaño de la población; mientras que en los organismos multicelulares la división celular por mitosis permite el crecimiento, la reparación de tejidos dañados, la cicatrización de heridas y la reproducción asexual de algunos organismos.

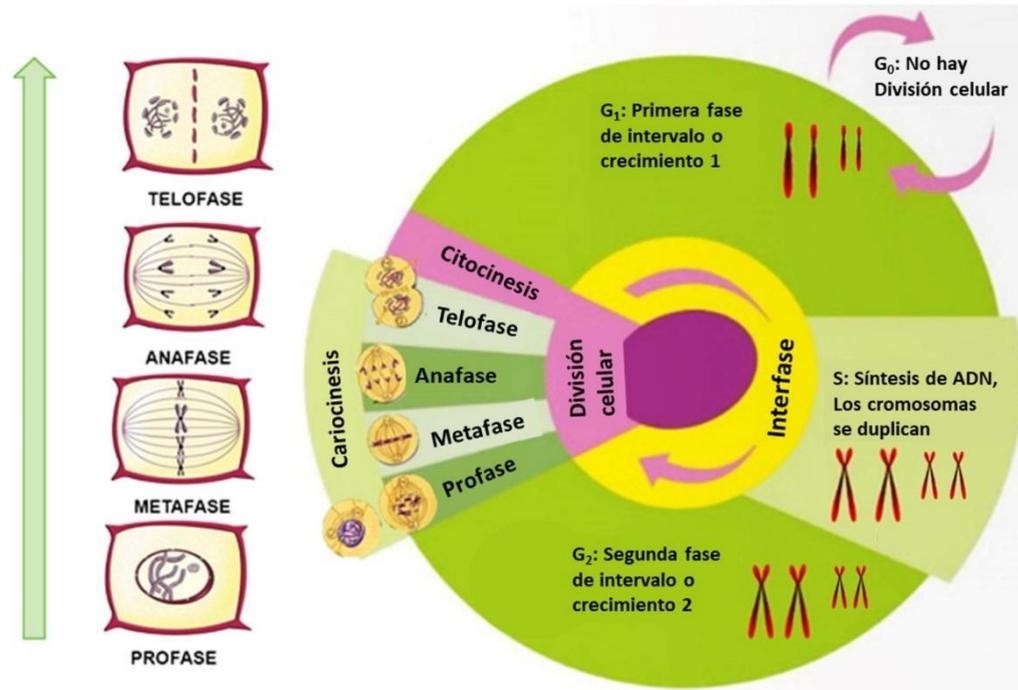
Los principales eventos que ocurren durante la mitosis son:

#### A. Cariocinesis

- 1. Profase:** Los cromosomas se encuentran duplicados, se produce una compactación de la cromatina, desaparece el nucleolo (como consecuencia de la compactación de la cromatina), los centríolos se duplican y migran hacia los polos opuestos de la célula. Se fragmenta la envoltura nuclear y simultáneamente se forma el huso mitótico o acromático constituido por microtúbulos, algunos de los cuales se unen a los cromosomas, precisamente a una región llamada cinetocoro. Los cromosomas empiezan a moverse.
- 2. Metafase:** Los cromosomas se ubican en la zona media del huso y forman la placa ecuatorial.
- 3. Anafase:** Los microtúbulos que componen el huso tiran de cada una de las cromátidas que componen cada cromosoma y las separan en los centrómeros, moviéndolas hacia polos opuestos.
- 4. Telofase:** Los cromosomas (antes cromátidas) comienzan a descompactarse. Se reconstituye la envoltura nuclear en cada una de las células hijas.

## B. Citocinesis

Ocurre la división del citoplasma y la separación de las células hijas. Este proceso presenta diferencias según ocurra en células animales o vegetales. En células animales se lleva a cabo por **estrangulación** mediante la formación de un anillo contráctil en la zona media de la célula (denominada ecuador). Mientras que, en las células vegetales, este proceso se caracteriza por la formación de un tabique de separación denominado **fragmoplasto** constituido con vesículas procedentes del aparato de Golgi.



**Figura 1.** Ciclo celular con detalle de la mitosis.

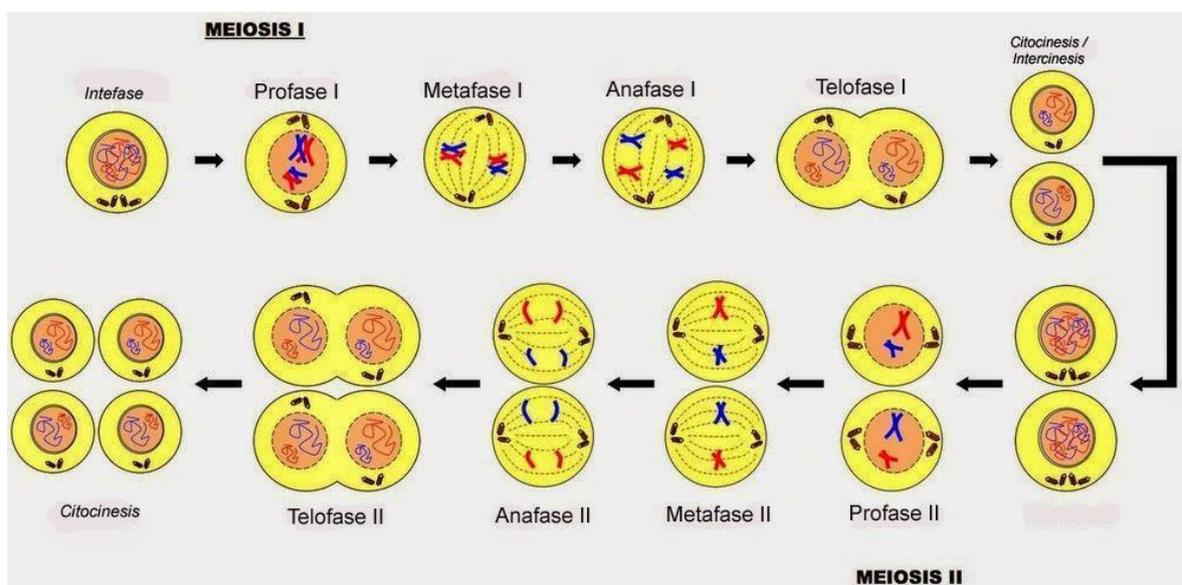
La **meiosis** es un tipo de división celular que se produce en células eucariotas diploides. En una célula diploide ( $2n$ ), cada cromosoma tiene su homólogo (juntos forman un par, en el que un cromosoma es de origen materno y el otro paterno). Estos **cromosomas homólogos** son similares en tamaño, forma, posición del centrómero y presentan información genética que codifica para los mismos caracteres, aunque esa información no sea necesariamente idéntica. El número cromosómico de la especie se mantiene constante en todas las generaciones debido a que en organismos diploides ( $2n$ ), mediante meiosis, se forman gametas haploides ( $n$ ), reduciendo el número cromosómico a la mitad.

Además, durante la división meiótica, ocurre un intercambio de material genético entre los cromosomas homólogos y como resultado, las células hijas haploides presentan

combinaciones genéticas distintas a la célula de origen, aportando variabilidad a la futura descendencia.

Es importante recordar que las células duplican su ADN en la interfase, antes de ingresar a la meiosis I. Por lo tanto, cada cromosoma que se va a dividir está constituido por dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero.

La meiosis comprende dos divisiones nucleares. En la primera división meiótica o **meiosis I**, la separación de los cromosomas homólogos reduce el número cromosómico de diploide ( $2n$ ) a haploide ( $n$ ) y, por lo tanto, esta división también es conocida como «**reduccional**». En la segunda división meiótica o **meiosis II**, se separan las cromátidas hermanas pero se mantiene el juego cromosómico haploide ( $n$ ), por ello es «**ecuacional**». Si bien ambos procesos incluyen profase, metafase, anafase y telofase, cada división presenta acontecimientos característicos (Figura 2).



**Figura 2.** Fases de la división meiótica I y II.

### MEIOSIS I O DIVISIÓN REDUCCIONAL

**Profase I:** es la etapa más larga y distintiva de la división. Se subdivide en cinco etapas o períodos principales (Figura 3):

- Leptoteno:** la cromatina se compacta y comienza la visualización de los cromosomas.
- Cigoteno:** ocurre la asociación estrecha «**sinapsis**» entre los cromosomas homólogos de cada par, a través de una estructura proteica llamada complejo sinaptonémico. Dado que intervienen dos cromosomas la estructura se denomina bivalente o tétrada si se consideran las cuatro cromátidas que lo integran.

- c) **Paquiteno:** se produce el intercambio de segmentos de material genético (recombinación genética, **entrecruzamiento** o *crossing-over*) entre las cromátidas no hermanas de cromosomas homólogos, el resultado es la recombinación genética.
- d) **Diploteno:** los cromosomas homólogos comienzan a separarse, permaneciendo conectados por los puntos de unión donde hubo entrecruzamiento, denominados **quiasmas**.
- e) **Diacinesis:** los quiasmas se desplazan a los extremos en un proceso llamado **terminalización**, el nucleolo desaparece y la envoltura nuclear se fragmenta.

**Metafase I:** los cromosomas homólogos «apareados» se alinean en el plano ecuatorial y la orientación de cada cromosoma (paterno o materno) es aleatoria.

**Anafase I:** los cromosomas homólogos se separan y cada cromosoma migra hacia polos opuestos de la célula. Como consecuencia de esta etapa se reduce el número cromosómico.

**Telofase I:** los cromosomas (aún duplicados) llegan a los polos, se descompactan y se reconstituye la envoltura nuclear.

El corto período que transcurre entre las dos divisiones se denomina «intercinesis», en este no hay duplicación de ADN (no hay fase S). En algunas células puede ocurrir la citocinesis, sin embargo, otras entran rápidamente en meiosis II.

ETAPA	ESQUEMA	VISTA AL MO
Leptoteno	<p>Envoltura nuclear</p> <p>Placas de unión</p>	
Cigoteno	<p>Cromátidas hermanas</p> <p>Complejo sinaptonémico</p>	
Paquiteno	<p>Nódulos de recombinación</p>	
Diploteno	<p>Quiasmas</p>	
Diacinesis		

**Figura 3.** Etapas de la profase I de la meiosis.

(Tomado y modificado de Owen y R. Edgard, 1978. Genética General. Ed. Omega.)

## MEIOSIS II O DIVISIÓN ECUACIONAL

**Profase II:** los cromosomas duplicados (compuestos por dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero) se hacen visibles y la envoltura nuclear vuelve a fragmentarse.

**Metafase II:** los cromosomas se alinean por sus centrómeros en el plano ecuatorial de la célula, de modo que cada cromátida hermana se orienta hacia uno de los polos.

**Anafase II:** las cromátidas hermanas se separan y cada una se desplaza hacia cada uno de los polos de la célula. A partir de este momento, cada cromátida es considerada un cromosoma independiente.

**Telofase II:** la envoltura nuclear se reconstituye y ocurre la citocinesis o división del citoplasma. El resultado final de la división meiótica de una célula diploide ( $2n$ ) son cuatro células haploides ( $n$ ), cada una de las cuales tiene una combinación genética diferente entre sí y respecto a la célula madre.

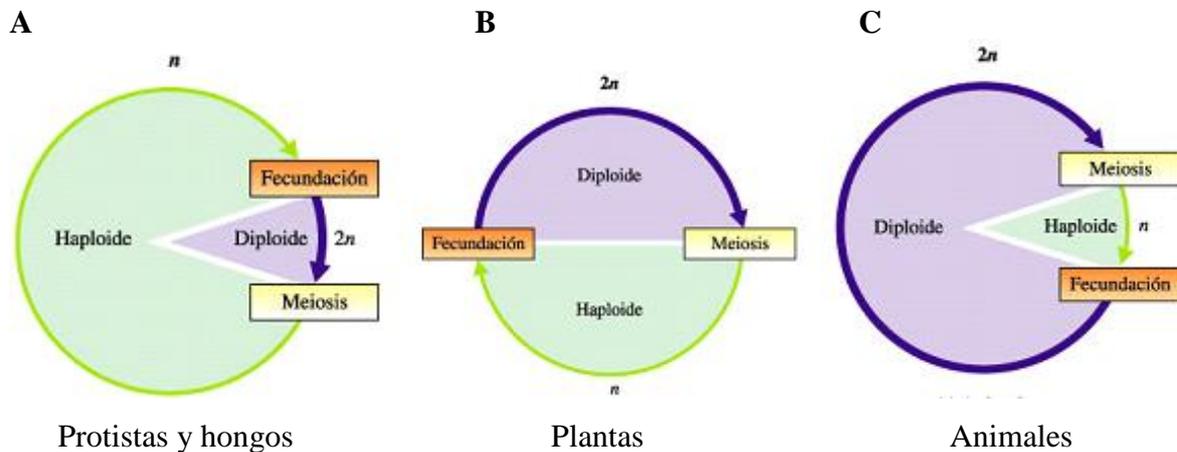
### Ciclos de vida

Los ciclos de vida de los organismos eucariontes tienen un esquema general común. En primer lugar, dos células haploides se fusionan en la fecundación, con lo que se unen genes de diferentes organismos y dotan a la nueva célula diploide con nuevas combinaciones de genes. Segundo, en algún momento del ciclo de vida se produce la división meiótica, con lo que se origina la célula haploide. Tercero, en algún momento del ciclo, la división mitótica de células haploides o diploides da por resultado el crecimiento de organismos multicelulares o la reproducción asexual.

Según el momento en que se lleva a cabo la meiosis, se distinguen tres tipos de ciclos (Figura 4):

- a) **Haplonte:** la meiosis del cigoto (meiosis cigótica) genera individuos haploides. El individuo es haploide la mayor parte de su vida. Solamente en condiciones adversas generará células especializadas que se fusionarán para formar un cigoto ( $2n$ ), generando variabilidad. Por ejemplo, organismos eucariotas como protistas y hongos.
- b) **Haplodiplonte:** la meiosis genera esporas (meiosis esporogénica) que dará lugar a un gametofito (estructura multicelular haploide). Por fecundación los gametos darán lugar a un cigoto que desarrollará un esporofito (estructura multicelular diploide). Por ejemplo, las plantas presentan ciclos de vida con alternancia de fases nucleares, haploide y diploide, en sus generaciones esporofito/gametofito.

c) **Diplonte**: la meiosis genera gametas haploides (meiosis gametogénica) por un proceso conocido como gametogénesis. Estos gametos se unen mediante el proceso de fecundación dando lugar a un cigoto ( $2n$ ), en el cual se restaura el número cromosómico de la especie. Por ejemplo, los animales donde el individuo adulto es diploide.



**Figura 4.** Meiosis y ciclos de vida de los organismos.  
A. Haplonte; B. Haplodiplonte; C. Diplonte (Curtis y Barnes, 2001).

## ACTIVIDAD 1. MITOSIS EN CÉLULA VEGETAL

### A. TÉCNICA CITOLÓGICA PARA LA OBTENCIÓN DE PREPARADOS DE FASES MITÓTICAS EN CÉLULA VEGETAL

Para la obtención de un preparado que permita la identificación de las fases de la mitosis al microscopio óptico, se debe emplear **tejido meristemático** de raicillas de cebolla (*Allium cepa*). Este material biológico resulta adecuado debido a la facilidad de enraizamiento de los bulbos de esta especie, lo cual permite la obtención de células en división mitótica. Además, el número cromosómico es relativamente bajo ( $2n = 16$ ). El complemento cromosómico completo consiste en 8 pares de cromosomas, de los cuales 3 pares son metacéntricos, 4 pares submetacéntricos y un par de cromosomas subteloicéntricos con satélites.

A continuación se describe el material necesario y el procedimiento para realizar los preparados:

### Materiales necesarios

- Material biológico: Raicillas de cebolla (*Allium cepa*).
- Material de laboratorio: Bisturí, pinzas, agujas de disección, gotero, papel de filtro, porta y cubreobjetos, caja de Petri.
- Reactivos: fijador Farmer, ácido clorhídrico al 10%, coloranteorceína acética.

### Procedimiento:

#### 1. Obtención del material biológico

##### Enraizado

Aproximadamente cinco días previos al TP deberá colocar una cebolla en agua para generar el enraizado. Para ello, descarte las raíces viejas del bulbo e introdúzcalo en un recipiente con agua, de modo que solo se moje la base (Figura 5).

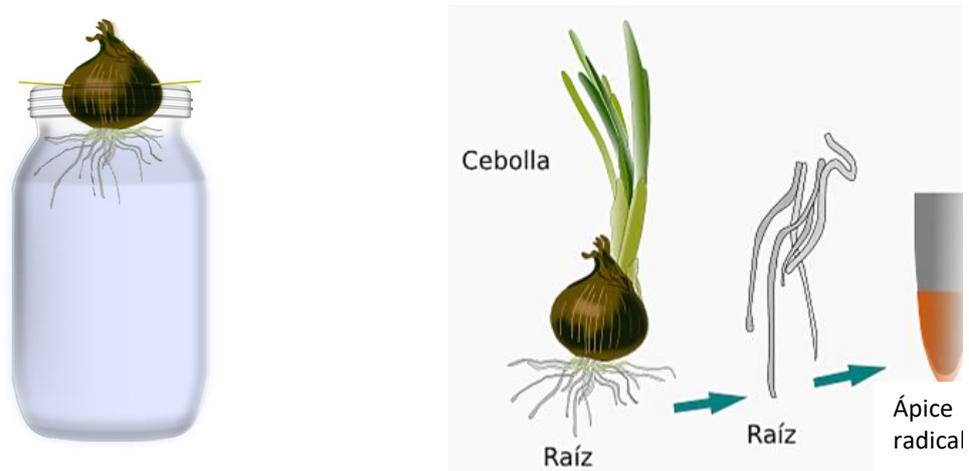


Figura 5: Dispositivo para enraizado del material biológico.

#### 2. Obtención de meristema de raicilla de cebolla y procedimiento para la obtención de preparados

##### a) Obtención de raicilla y fijación

Retire el bulbo del agua y corte con un bisturí varias raicillas de aproximadamente 2 cm. Fije el material, para ello sumerja durante 15 minutos en fijador Farmer.

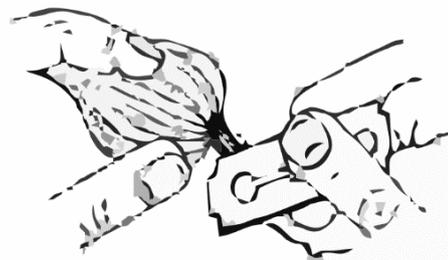
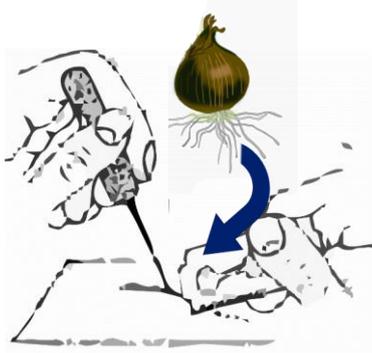


Figura 6. Corte de raicillas.

### b) Despectinado

Con una pinza traslade las raicillas fijadas a una caja de Petri conteniendo la solución de ácido clorhídrico al 10% y deje actuar durante 15 min. Este paso se realiza para eliminar el cemento péctico de las paredes celulares y permitir la entrada del colorante.

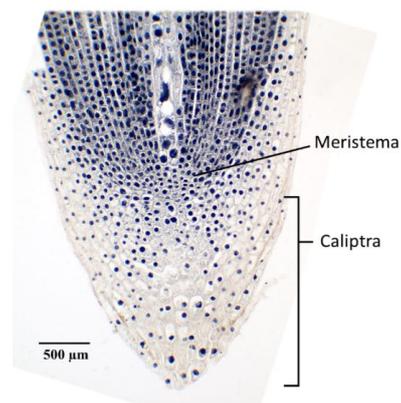


**Figura 7.** Obtención del tejido meristemático

Extraiga la pequeña región donde se ubica el tejido meristemático (descartando el resto del material).

### c) Obtención del meristema

Tome las raicillas con una pinza y ubíquelas sobre un portaobjeto. Observe a la lupa e identifique la **región meristemática**, la cual se presenta una zona blanquecina de unos pocos milímetros antes del extremo, protegida por una estructura tisular llamada cofia o caliptra.



**Figura 8.** Corte longitudinal de una raíz de cebolla

### d) Coloración y maceración

Agregue una o dos gotas del colorante orceína acética y macere la muestra utilizando una varilla de extremo romo hasta que el material esté lo suficientemente disgregado y cuidando de que no se deseque.

**e) Técnica de squash**

Coloque el cubreobjetos y con un trozo de papel de filtro realice el *squash* o aplastamiento. Este paso tiene por objeto aplastar las células sobre el portaobjetos de manera que queden en un mismo plano. Con el pulgar y utilizando el papel de filtro presione sin deslizar el cubreobjetos.



**Figura 9.** Células meristemáticas en un mismo plano.

**f) Aclaración del citoplasma**

Flamee el preparado sobre la llama del mechero con la finalidad de aclarar el citoplasma. El colorante no debe hervir, por ello la temperatura del portaobjetos debe ser soportable en el dorso de la mano.

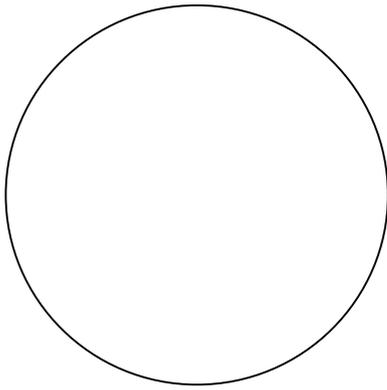
**g) Observación al microscopio óptico y sellado del preparado**

Observe al microscopio y si se identifican células en división, selle los bordes del cubreobjetos con cera o esmalte, para conservarlo de manera permanente.

**B. IDENTIFICACIÓN DE FASES DEL CICLO CELULAR Y MITOSIS EN CÉLULA VEGETAL**

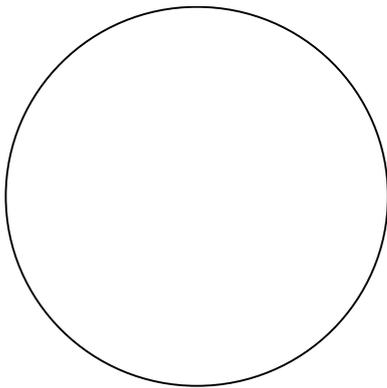
**Procedimiento:**

1. Observe al MO los preparados realizados, dibuje y reconozca: células en interfase (presencia de núcleo y nucléolos); células en profase, metafase, anafase y telofase.
2. Complete el protocolo de observación correspondiente.
3. Señale las estructuras celulares identificadas en las diferentes observaciones.



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración: .....

Aumento total:.....



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración: .....

Aumento total:.....

## ACTIVIDAD 2. EJERCICIOS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA MITOSIS

- 1) Dibuje un cromosoma metafásico y reconozca las siguientes estructuras: centrómero, constricción primaria, brazo largo y brazo corto, cromátidas hermanas.
- 2) Dibuje y clasifique los cromosomas según la ubicación del centrómero.
- 3) Dibuje el complemento completo de una célula de *Allium cepa*\*.  
\* El complemento cromosómico completo de la especie *Allium cepa* consiste en 8 pares de cromosomas ( $2n=16$ ), de los cuales 3 pares son metacéntricos, 4 pares submetacéntricos y presenta un par de cromosomas submetacéntricos con satélites.
- 4) Dibuje el proceso de citocinesis de una célula de *Allium cepa*, señalando las estructuras implicadas en el mismo.
- 5) A partir de una célula madre  $2n=6$  en división mitótica:
  - a) Grafique la metafase, la migración de los cromosomas en anafase y el resultado de la división (células hijas).
  - b) Para cada una de las etapas, indique la ploidía que presentan las células.Para la representación del proceso tenga en cuenta lo siguiente:

- Los pares de cromosomas de la célula madre deben tener morfología diferente (elija entre metacéntricos, submetacéntricos, telocéntricos y/o acrocéntricos).

### **ACTIVIDAD 3. GUIA DE ESTUDIO**

- 1) ¿Cuál es el resultado final de la mitosis?
- 2) ¿Durante qué estadios del ciclo celular los cromosomas presentan dos cromátidas hermanas idénticas?
- 3) Describa la importancia de la mitosis en sus aspectos biológicos y genéticos en los siguientes procesos:
  - a) Crecimiento de organismos.
  - b) Regeneración de tejidos o reemplazo de los mismos.
  - c) Reproducción de organismos.

### **ACTIVIDAD 4. MEIOSIS EN CÉLULA ANIMAL**

#### **A. TÉCNICA CITOLÓGICA PARA LA OBTENCIÓN DE PREPARADOS DE FASES MEIÓTICAS EN CÉLULA ANIMAL**

Para la obtención de un preparado que permita la identificación de las fases de la meiosis, se debe emplear como material biológico langostas macho en estadio adulto.

#### **Materiales necesarios:**

- Material biológico: Langostas macho\* (Orden Ortóptera), estadio adulto con alas cubriendo el abdomen.
- Material de laboratorio: bisturí, agujas de disección, pinzas, gotero, papel de filtro, porta y cubreobjetos.
- Reactivos: fijador Farmer, orceína acética.

\* Justificación del material biológico: las langostas son relativamente fáciles de encontrar en zonas de pastizales, la meiosis en los ejemplares machos es secuencial y presentan un complemento cromosómico relativamente bajo, formado por 8 pares de autosomas y un solo cromosoma X (mecanismo de determinación del sexo X0), que facilita el análisis.

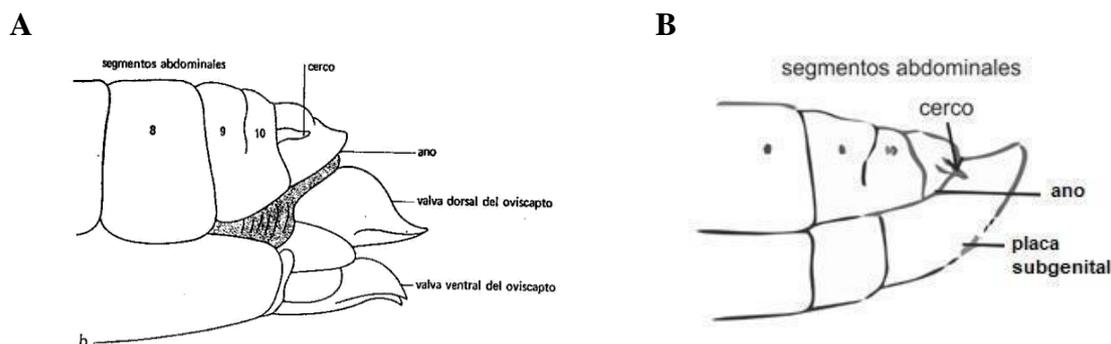
## Procedimiento:

### 1. Obtención del material biológico

Utilizando una red de golpeo se colectan los ejemplares de Ortóptero, estos insectos habitan en zonas de pastizales. Se deben coleccionar langostas macho en estadio adulto, las cuales son reconocidas porque las alas cubren por completo el abdomen. Para mantenerlos vivos, se los introduce en bolsas de plástico con hojas de hierbas y un algodón húmedo, hasta el momento de realizar la técnica en el laboratorio.

Para seleccionar los ejemplares machos, se tiene en cuenta las características de los genitales externos (Figura 10).

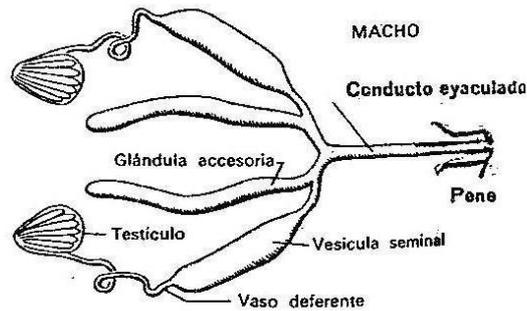
- En las hembras los segmentos terminales del abdomen forman una estructura llamada oviscapto que sirve para depositar los huevos debajo de la tierra. El oviscapto está integrado por dos valvas, una ventral que se proyecta hacia abajo y una dorsal que lo hace hacia arriba. Cuando se presiona suavemente los segmentos terminales del abdomen, estas valvas se separan.
- En los machos los segmentos terminales están soldados y la placa ventral (subgenital) se proyecta hacia arriba. Al presionarlos, estos no se separan.



**Figura 10.** Genitales externos de langosta. A. Hembra. B. Macho (Storer *et al.*, 2010).

### 2. Obtención de folículos y procedimiento para la obtención de preparados

- a) **Obtención de testículos y fijación.** En el laboratorio, utilizando un frasco mortífero, las langostas machos se sobreeterizan (algodón con Éter). Con una tijera de punta fina se realiza un corte dorsal a la altura del segundo segmento abdominal, región en la que se encuentran las gónadas, testículos (Figura 11). Se presiona suavemente con los dedos hasta que los testículos sobresalgan a través de la incisión. Cada uno está constituido por numerosos folículos seminíferos en los que se produce la meiosis secuencialmente, llamada por ello «meiosis cóstica». Se los extrae con una pinza. Una vez retirados los testículos, se fijan en Farmer durante 15 minutos.

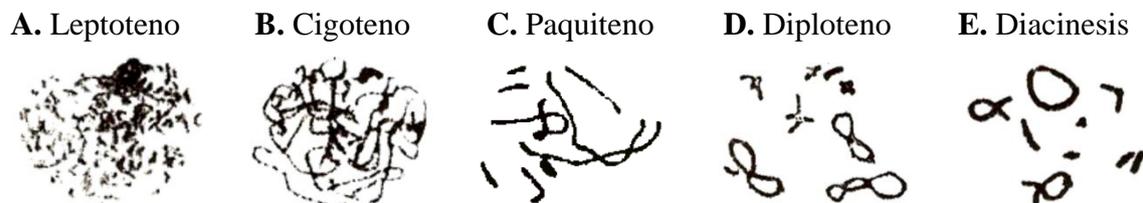


**Figura 11.** Aparato reproductor de langosta macho (Storer *et al.*, 2010).

- Selección de folículos y coloración.** Se seleccionan dos folículos fijados, se los coloca sobre un portaobjetos con una gota del colorante orceína acética y con una varilla de extremo romo se macera el material hasta disgregarlo completamente.
- Técnica de *squash*.** Se coloca el cubreobjetos y se realiza la técnica de *squash* con el objetivo de lograr la mayor cantidad de células en un mismo plano.
- Aclaración del citoplasma.** Se expone el preparado a la llama del mechero para aclarar el citoplasma.
- Observación al microscopio y sellado del preparado.** Observe al microscopio y si se identifica células en división, selle los bordes del cubreobjetos con cera o esmalte, para conservarlo de manera permanente.

## B. RECONOCIMIENTO DE FASES DE LA MEIOSIS EN CÉLULAS ANIMALES

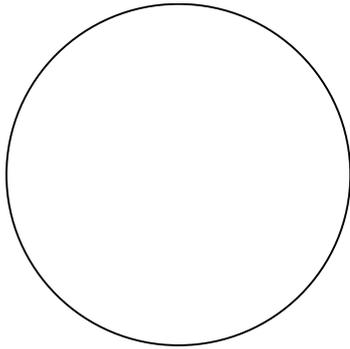
- Observe los preparados permanentes realizados a partir de folículos seminíferos de Ortóptero e identifique las subfases de la Profase I, tomando como referencia la figura 12.



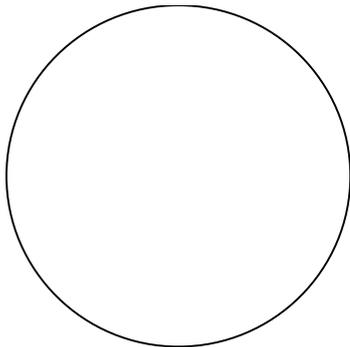
**Figura 12.** Etapas de la profase I de la meiosis vistas al microscopio óptico.

- En los campos de observación, dibuje las fases identificadas y señale el cromosoma sexual X que se presenta más coloreado (heteropicnosis positiva).

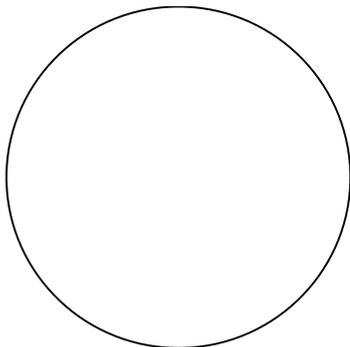
3. Complete el protocolo de observación.



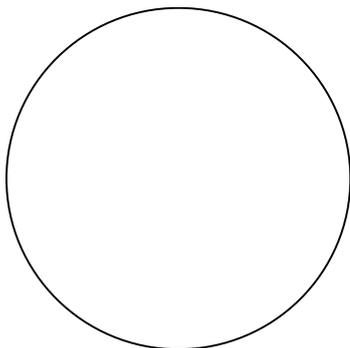
Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración: .....  
Aumento total:.....



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración: .....  
Aumento total:.....



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración: .....  
Aumento total:.....



Material biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración: .....  
Aumento total:.....

## ACTIVIDAD 5. MEIOSIS EN CÉLULA VEGETAL

### A. TÉCNICA CITOLÓGICA PARA LA OBTENCIÓN DE PREPARADOS DE FASES MEIÓTICAS EN CÉLULA VEGETAL

Para el desarrollo de esta técnica se utilizarán plantas con flores. Muchas plantas, como por ejemplo, las del género *Commelina* (flor de santa Lucía) presentan flores hermafroditas; es decir, una misma flor contiene estructuras reproductoras femeninas (ovario) y masculinas (antera), lugares donde ocurre la meiosis para generar esporas haploides (Figura 13).

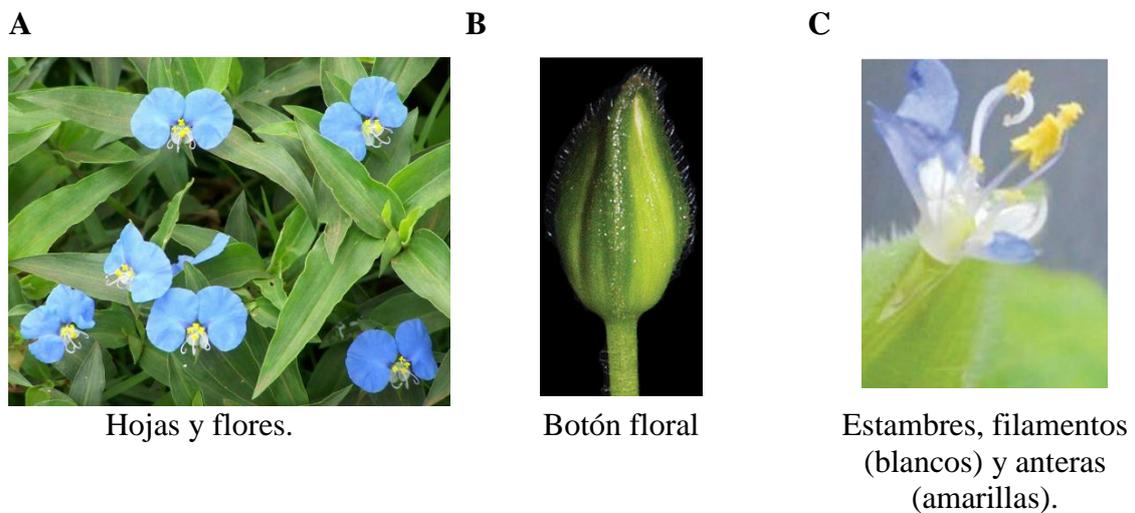


Figura 13. Flor de Santa Lucía.

### B. RECONOCIMIENTO DE FASES DE LA MEIOSIS EN CÉLULAS VEGETALES

#### Materiales necesarios:

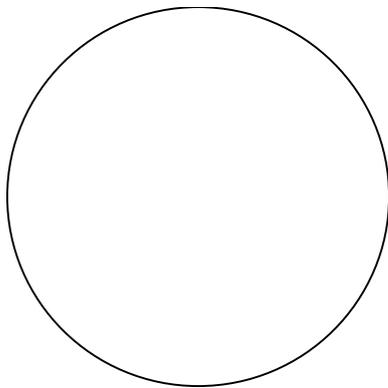
- Material biológico: Botones florales (flores inmaduras, cerradas) de flor de Santa Lucía (*Commelina* sp).
- Material de laboratorio: bisturí, tijeras, pinzas, agujas de disección, porta y cubreobjetos.
- Colorante: Orceína acética

#### Procedimiento:

1. Tome un botón floral y ábralo utilizando una aguja de disección. Con ayuda de la lupa extraiga las anteras (estructura reproductiva masculina).
2. Coloque una antera sobre un portaobjetos agregue una gota de orceína acética y

utilizando una lupa abra las paredes para liberar el contenido (células en división meiótica).

3. Con la aguja de disección elimine las paredes de la antera, macere suavemente y coloque el cubreobjetos para realizar la técnica de *squash*.
4. Realice el aclaramiento del citoplasma, exponiendo el preparado a la llama del mechero.
5. Selle el preparado y realice la observación al M.O.
6. Identifique fases de la división meiótica
7. Dibuje las fases identificadas y complete el protocolo de observación.



Material Biológico:.....  
Observación:.....  
Preparado:.....  
Coloración:.....  
Aumento:.....

### **ACTIVIDAD 6. EJERCICIO DE COMPRENSIÓN DE LA DIVISIÓN MEIÓTICA**

1. En el caso hipotético de que el número cromosómico de una célula madre fuera  $2n=6$ , representando cada miembro del par homólogo con un color distinto (serán dos colores), dibuje las fases de la meiosis I: profase (sin detallar las etapas) metafase, anafase y telofase I. Señale en dicho esquema las fases donde ocurren el entrecruzamiento genético y la reducción del número cromosómico.
2. Continuando con el ejemplo anterior y manteniendo los colores de los cromosomas, dibuje las fases de la meiosis II: profase, metafase, anafase y telofase II. Señale en el esquema las fases donde los cromosomas están formados por una sola cromátida e indique el número cromosómico de cada célula hija.

### **ACTIVIDAD 7. GUIA DE ESTUDIO**

1. ¿En qué organismos se produce este tipo de división?
2. ¿En qué eventos del proceso meiótico radica la importancia biológica y genética de este tipo de división celular?

- Investigue sobre el proceso de gametogénesis. ¿El resultado de la meiosis en mamíferos machos y hembras es el mismo? Fundamente.
- ¿Cuáles son los dos procesos que definen un ciclo biológico, qué importancia tienen y cuáles son los ciclos biológicos?
- Realice un cuadro comparativo entre los procesos de división mitótica y meiótica teniendo en cuenta los siguientes criterios: tipos de células, número de divisiones nucleares, ploidía, variabilidad

### ACTIVIDAD 8. INTEGRACIÓN

Considerando una especie  $2n=16$ , analice la siguiente tabla e indique los números de cromosomas y cromátidas correspondientes a las etapas de la interfase y de la división celular.

Etapas	Número de cromosomas por célula	Número de cromátidas	Ploidía (n/2n)
G1 (Interfase)			
Célula en metafase (Mitosis)			
Célula somática (Resultado de mitosis)			
Célula en metafase I (Meiosis)			
Célula en metafase II (Meiosis)			
Gameta (Resultado de meiosis)			

#### Material bibliográfico de consulta:

- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7ª Edición.  
Capítulo 12: El ciclo celular.  
Capítulo 13: Meiosis y ciclos de vida sexual.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 7

### GENÉTICA MENDELIANA: MONOHIBRIDISMO y DIHIBRIDISMO

#### OBJETIVOS

- Analizar los métodos que permitieron a Mendel formular sus principios y explicar el mecanismo de la herencia.
- Resolver problemas de genética mendeliana aplicando conceptos y mecanismos de cruzamiento.
- Reconocer la relación entre el genotipo y la expresión de caracteres fenotípicos.
- Interpretar las leyes de Mendel analizando la distribución o segregación de los cromosomas durante la meiosis.

#### INTRODUCCIÓN

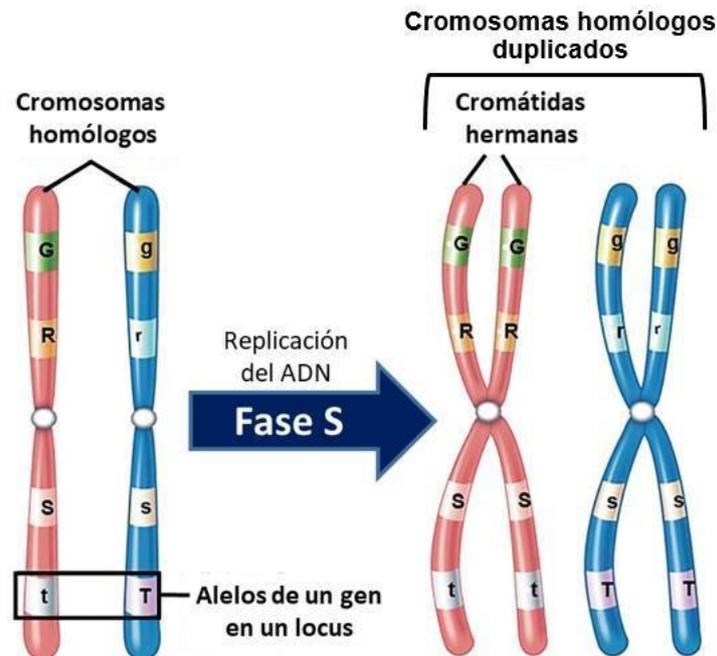
Las primeras ideas sobre la herencia biológica giraban en torno al modo de transmisión de las características de una generación a otra. Durante muchos años predominaron creencias y mitos por sobre las explicaciones científicas. A mediados del siglo XIX, se sabía de la existencia de las gametas y de su contribución a las características hereditarias del nuevo individuo, pero se desconocían los mecanismos.

La herencia se entendía a partir del concepto de mezcla, es decir, la idea basada en que el material genético aportado por los padres se combina (de forma análoga a la mezcla de pinturas), lo cual llevaría a que después de un determinado número de generaciones, la población sea un conjunto completamente uniforme de individuos.

La revolución de la Genética se produjo cuando este concepto fue reemplazado por el concepto de factor o unidad de la herencia, esta nueva concepción se debió al aporte de varios científicos, que, de manera independiente, lograron interpretar y redescubrir los trabajos realizados por Gregor Johann Mendel (1865) considerado el padre de la genética. De acuerdo a este enfoque, «los progenitores transmiten a la siguiente generación unidades heredables discretas, actualmente conocidas como genes que mantienen su identidad en la descendencia».

La constitución genética de un organismo se denomina **genotipo** y la heredan de sus progenitores. En organismos diploides, la mitad del complemento cromosómico (un juego de cromosomas) se hereda del padre y la otra mitad de la madre. A nivel molecular un **gen** corresponde a una secuencia de nucleótidos de ADN que contiene información

para codificar un producto génico, ya sea ARN o proteínas. El lugar que ocupa en el cromosoma se denomina locus (el plural de locus es loci) (Figura 1).



**Figura 1.** Par de cromosomas homólogos de un individuo con genotipo heterocigota para los cuatro *loci* considerados.

Los caracteres, es decir, aquellos atributos observables (como el color de las semillas o la altura de una planta) o detectables empleando técnicas de laboratorio, definen el **fenotipo**, el cual es el resultado de la interacción del genotipo con el ambiente. Los caracteres pueden ser cuantitativos o cualitativos. Un carácter cuantitativo presenta diferentes graduaciones entre dos valores extremos, por ejemplo, la variación de altura, la mayoría de estos caracteres están determinados por varios genes. Por su parte, un carácter cualitativo es aquel que presenta al menos dos alternativas claras y distinguibles, por ejemplo, textura lisa o textura rugosa de la semilla. Dichos caracteres están regulados por un único gen que, por lo general, presenta dos (2) formas alternativas, denominados **alelos**.

Si un individuo presenta un par de alelos iguales, se dice que el individuo es **homocigota** para la característica determinada por ese gen. En tanto que, si el individuo presenta alelos diferentes (tal como se representa en la Figura 1) es **heterocigota** para esa característica.

Las formas alélicas de un gen se representan con una letra, en mayúscula y en minúscula (debe ser la misma letra), por ejemplo: A y a. El **alelo dominante** se representa con la letra mayúscula (A), el **alelo recesivo** se representa con la letra minúscula (a).

El **alelo dominante** (A) se expresa en el fenotipo de un individuo homocigota dominante (AA) y en el de un heterocigota (Aa). El **alelo recesivo** solo se expresa en el individuo homocigota recesivo (aa) para el carácter; esto ocurre en los casos de dominancia completa del alelo dominante, que es la situación en la que Mendel postuló sus leyes.

### Los experimentos y principios de Mendel

Para estudiar la herencia, Mendel empleó el método científico y realizó cruzamientos controlados entre individuos de la especie *Pisum sativum*, plantas conocidas como guisantes o arvejas. Esta especie puede reproducirse mediante autofecundación o mediante fecundación cruzada, presenta un tiempo de generación relativamente corto, un gran número de plantas puede crecer en espacio limitado y se puede realizar un seguimiento de caracteres cualitativos que no presentan formas intermedias.

Mendel realizó cruzamientos, es decir, la reproducción sexual de dos individuos (generación parental, **P**) y el análisis de la descendencia (**filial 1, F1**) permitió a Mendel proponer el **principio de segregación**, conocido como **primera ley**, el cual establece que «cada individuo porta un par de factores (alelos) para cada carácter y que los miembros del par segregan, es decir se separan, durante la formación de las gametas».

Cuando el cruzamiento involucra a dos individuos heterocigotas (Aa x Aa) para un carácter [ej.: color de la semilla: amarilla (A) y verde (a)], la progenie presentará **tres genotipos** diferentes en proporción 1(AA): 2(Aa): 1(aa) y **dos fenotipos** diferentes en una proporción 3:1 (ej.; 3 individuos con semillas amarillas por cada individuo con semillas verdes). A los individuos heterocigotas (Aa), Mendel los denominó híbridos y cuando el cruzamiento consideraba un solo carácter, **monohíbrido**, como el ejemplo descrito.

La evaluación de las proporciones fenotípicas de la descendencia considerando dos o más caracteres, ha dado lugar al **principio de segregación o distribución independiente** o **segunda ley de Mendel**, el cual establece que, «durante la formación de gametas, cada par de factores (alelos) segregan, es decir se separan de forma independiente en relación a otro par de factores (alelos)». Cuando se cruzan individuos heterocigotas (AaBb x AaBb) para dos caracteres [ej.: color de la semilla (A y a) y textura

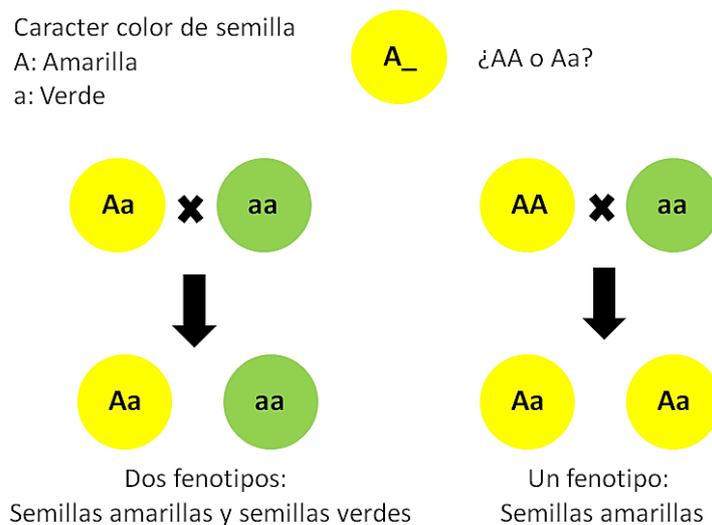
de semilla (B: lisa y b: rugosa)], el cruzamiento se denomina **dihíbrido** y la proporción fenotípica esperada en la progenie será 9:3:3:1 con cuatro fenotipos diferentes.

PROPORCIONES FENOTÍPICAS	GENOTIPOS
9: Semillas amarillas y lisas	AABB, AaBB, AABb, AaBb
3: Semillas amarillas y rugosas	AAbb, Aabb
3: Semillas verdes y lisas	aaBB, aaBb
1: Semillas verdes y rugosas	aabb

Las proporciones enunciadas en las Leyes de Mendel son el resultado del análisis de alelos con dominancia completa y correspondientes a loci que se encuentran en cromosomas distintos.

### Cruzamiento de prueba

Un cruzamiento prueba es aquel mediante el cual un individuo con una característica fenotípica dominante, pero con un genotipo desconocido, se cruza con un individuo homocigota para el alelo recesivo, con el fin de revelar el genotipo desconocido. De esta manera, si el cruzamiento prueba da como resultado, individuos de la progenie con los dos fenotipos posibles, el individuo probado es heterocigota; en tanto que, si todos los individuos de la progenie presentan el fenotipo dominante, el individuo probado es homocigota para el alelo dominante (Figura 2).



**Figura 2.** Ejemplo de cruzamiento prueba en el guisante.

### **Ejemplo para resolución de problemas de Genética Mendeliana:**

#### **MONOHIBRIDISMO**

---

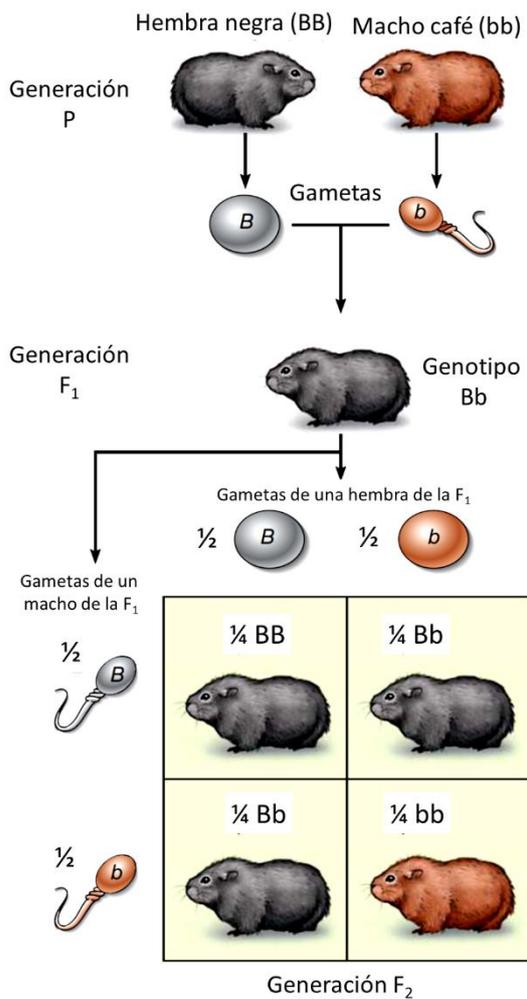
Los principios básicos de la herencia y el uso de términos empleados en genética mendeliana se ilustran mejor con ejemplos. En el caso de un cruzamiento monohíbrido, se estudia la herencia de dos alelos distintos de un locus. Por ejemplo, se puede considerar un locus que determina el color del pelaje en cobayos (Figura 3). La hembra pertenece a una línea pura de cobayos negros, es homocigota para el alelo que determina el color negro, debido a que los dos alelos que porta para este locus son idénticos. El macho de color café también proviene de una línea pura y es homocigota para el alelo que determina el color café. ¿De qué color se esperaría que fuera la generación  $F_1$ ?

En este caso particular, los individuos de la  $F_1$  son de pelaje negro. Sin embargo, son heterocigotas, lo que significa que presentan dos alelos distintos para este locus. Dado que el alelo que determina el color café es recesivo, solo se expresa en un individuo homocigota recesivo. En cambio, el alelo dominante se expresa tanto en individuos homocigotas como en heterocigotas.

Considerando esta información, se pueden emplear símbolos para designar al alelo dominante:  $B$ , que determina el color negro y al alelo recesivo:  $b$ , el cual determina el color café del pelaje.

Durante la meiosis en la hembra (genotipo:  $BB$ ), los dos alelos  $B$  se separan de acuerdo con el principio de segregación.

En el macho (genotipo:  $bb$ ), los dos alelos  $b$  se separan durante la meiosis, dando gametas portadoras de este gen. La fecundación, unión de estas gametas, da como resultado, individuos que portan un alelo  $B$  y otro  $b$  es decir son heterocigotas (genotipo:  $Bb$ ).



**Figura 3.** Cruzamiento monohíbrido en cobayos (Solomon *et al.* 2013)

El **cuadro de Punnett** permite predecir las proporciones fenotípicas y genotípicas de la descendencia. Durante la meiosis en los cobayos negros heterocigotas (Bb) de la F<sub>1</sub>, el cromosoma que porta al alelo B se separa de su homólogo que porta el alelo b. Como consecuencia, cada espermatozoide u óvulo contiene el alelo B o b, pero no ambos. Las posibles combinaciones de gametas son representados en el cuadro de Punnett. Los tipos de gametas de un progenitor se listan en la fila superior, y los del otro progenitor se listan en la primera columna izquierda.

De esta manera, los cuadros de Punnett se completan con los genotipos de los individuos de la progenie resultante del cruzamiento.

En este caso, las proporciones fenotípicas esperadas en la F<sub>2</sub> son **3:1** (pelaje color negro: pelaje color café), debido a que tres de cuatro de los individuos presentan pelaje negro, y 1/4 pelaje café. Las proporciones genotípicas esperadas son **1:2:1** (BB: Bb: bb), lo que equivale a decir 1/4 BB, 1/2 Bb, 1/4 bb.

### ACTIVIDAD 1. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE MONOHIBRIDISMO

**\*Importante:** actualmente y por convención para asignar la letra «nomenclatura» que representa cada gen, se utiliza la primera letra del carácter recesivo. Por ejemplo: tallo alto vs. tallo enano, en este caso la letra que corresponde será **E** «tallo alto» y e «tallo enano».

#### Resuelva:

1. Considerando la nomenclatura actual de los alelos ¿Cuál es la discordancia que identifica en el ejemplo para la resolución de problemas de monohibridismo?

2. Investigue las siete características analizadas por Mendel en sus experimentos con los guisantes y teniendo en cuenta la nomenclatura actual represente el par de alelos para cada carácter.
3. En Genética mendeliana ¿Qué significan las siguientes expresiones?: A, a, AA, Aa y aa.
4. En los guisantes, el tallo alto es dominante sobre el tallo enano. Si una planta homocigótica de tallo alto se cruza con una homocigótica de tallo enano. Cuál será el fenotipo de:
  - a) la F<sub>1</sub>
  - b) la F<sub>2</sub>
  - c) los descendientes de un cruzamiento de la F<sub>1</sub> con su progenitor alto
  - d) los descendientes de un cruzamiento de la F<sub>1</sub> con su progenitor enano.
  - e) Una planta de guisante de tallo alto cruzada con otra de tallo enano produce aproximadamente la mitad de su descendencia alta y la otra mitad, enana ¿Cuáles son los genotipos de la generación parental?
5. Varios cobayos negros del mismo genotipo se aparearon y produjeron una descendencia de 25 cobayos negros y 8 blancos.
  - a) ¿Cuál es el genotipo de los cobayos de la generación parental?
  - b) Si un cobayo hembra de color negro se cruza y produce al menos un descendiente blanco, determine el genotipo de los parentales y los probables genotipos de sus descendientes.
6. Se cruzan ratones de línea pura (homocigotas) de genotipos CC y cc para el largo de la cola, siendo C el alelo que determina la cola larga y c el alelo recesivo, que determina el carácter cola corta.

Complete el siguiente cuadro:

Fenotipo	Genotipo	Gametas
Progenitor	CC x cc	
Filial 1		(C), (c)

Filial 2 Cola larga, cola corta  
(3:1)

7. Tal como Mendel había descubierto, el color amarillo de las semillas de los guisantes es dominante sobre el color verde. En los siguientes experimentos, progenitores de fenotipos conocidos, pero con genotipos desconocidos, dieron lugar a los resultados que se presentan en el siguiente cuadro.

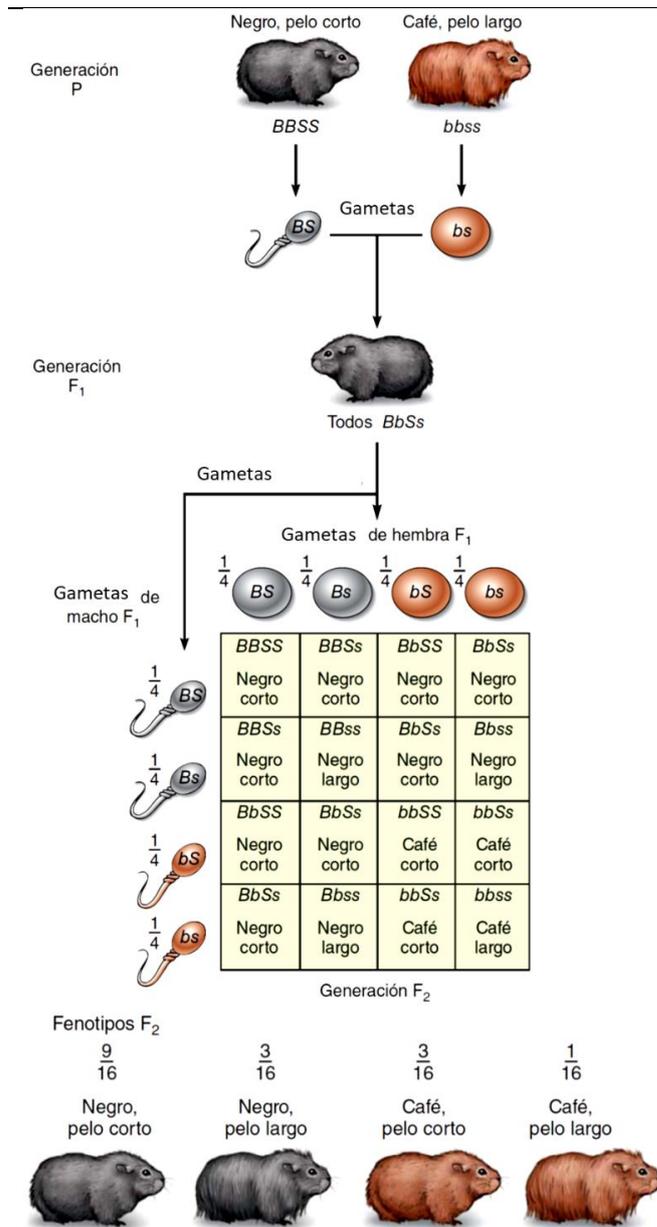
- a) Empleando la letra V para el alelo correspondiente al carácter color amarillo y v para el alelo correspondiente al verde, proponga los genotipos más probables de cada progenitor.

Progenitores	Descendencia		Proporción fenotípica de la descendencia	Genotipo de los progenitores
	Amarillo	Verde		
a) Amarillo x Verde	82	78	1:1 (Amarillo:Verde)	Vv x vv
b) Amarillo x Amarillo	118	39		
c) Verde x Verde	0	50		
d) Amarillo x Verde	74	0		
e) Amarillo x Amarillo	90	0		

- b) ¿Cuáles de estos cruzamientos representa un cruzamiento de prueba?
- c) En los cruzamientos b, d y e, indique qué proporción de los descendientes amarillos producidos en cada cruzamiento darán lugar a descendientes verdes cuando sean autofecundados.

**Ejemplo para la Resolución de Problemas de Genética Mendeliana:**

**DIHIBRIDISMO**



**Figura 4.** Cruzamiento dihíbrido en cobayos (Solomon *et al.* 2013)

Cada gameta contiene un alelo para cada uno de los dos *loci*. La unión de las **gametas BS** y **bs** produce individuos con el genotipo BbSs: heterocigotas en cuanto al color y longitud del pelo, y todos, fenotípicamente negros y de pelaje corto. Cada cobayo de la F<sub>1</sub> produce **cuatro tipos de gametas: BS, Bs, bS y bs**. Por ello, el cuadro de Punnett presenta 16 celdas (es decir, 4x4), representando la F<sub>2</sub>. De esta manera se obtienen las siguientes proporciones esperadas en la F<sub>2</sub>:

Un cruzamiento entre individuos con distintos alelos en dos *loci* se denomina cruzamiento dihíbrido. Se consideran dos pares de alelos localizados en cromosomas no homólogos (es decir, un par de alelos está en un par de cromosomas homólogos, y el otro par de alelos está en otro par de cromosomas homólogos). Cada par de alelos se hereda en forma independiente; es decir, durante la meiosis cada par se distribuye independientemente del otro.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de un cruzamiento dihíbrido. En este ejemplo, un cobayo homocigota, de color negro y pelaje corto (BBSS) se cruza con un cobayo homocigota, café, de pelaje largo (bbss). Todas las gametas producidas por el animal de genotipo BBSS son **BS**, y la totalidad de las gametas producidas por el individuo de genotipo bbss son **bs**.

**Proporciones Fenotípicas:**

9 : 3 : 3 : 1

Negro, pelaje corto : Negro, pelaje largo : Café pelaje corto : Café pelaje largo

**Proporciones Genotípicas:**

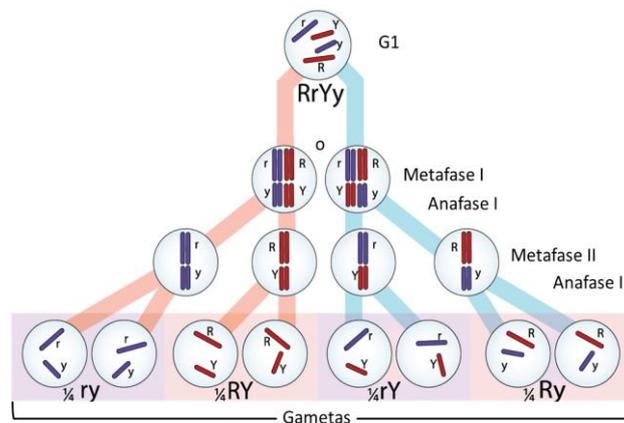
1 : 2 : 1 : 2 : 4 : 2 : 1 : 2 : 1

BBSS : ssSs : bbss

La segunda Ley de Mendel se cumple cuando entre los alelos de cada par hay dominancia completa y los genes de los diferentes pares están ubicados en diferentes cromosomas.

**ACTIVIDAD 2. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE DIHIBRIDISMO**

1. Considerando la nomenclatura actual de los alelos ¿Cuál es la discordancia que identifica en el ejemplo para la resolución de problemas de dihibridismo?
2. Explique y discuta las relaciones entre las Leyes de Mendel y el proceso de segregación de los cromosomas en la meiosis (Figura 5).



**Figura 5.** Meiosis y Leyes de Mendel.

3. ¿Qué significa la frase «los genes son independientes»? ¿Se darían los mismos resultados si los genes estuviesen en el mismo cromosoma?
4. En los perros, el alelo del gen (M) determina el color negro del pelaje y el alelo recesivo (m) el color marrón. El alelo del gen (L) determina que el pelo sea corto y el alelo recesivo (l) que éste sea largo. Considerando esta información, complete:
  - a) ¿Cuál será el fenotipo de un perro MMLL?
  - b) ¿Cuál será el fenotipo de un perro Mmll?

- c) ¿Cuál será el fenotipo de un perro MmLl?
- d) ¿Cuál será el fenotipo de un perro mmLL?
- e) ¿Cuál será el fenotipo de un perro mmlI?
- f) La perra Pimpollo era lanuda y de color marrón. En la primera camada todos los perritos fueron negros y de pelo corto. Indique el genotipo y fenotipo del padre.
5. En los guisantes de jardín el efecto del alelo para el tallo alto (E) es dominante sobre el alelo para tallo enano (e), mientras que el efecto del alelo para la semilla lisa (R) es dominante sobre el alelo para semilla rugosa (r), ambos loci están situados en distintos cromosomas. En base a esto responda:
- a) ¿Qué proporción fenotípica cabría esperar en la descendencia de plantas F1 altas y de semillas lisas, si cada una de esas plantas derivase de un cruzamiento entre una variedad pura alta y de semillas lisas (EERR) y una variedad pura corta y de semillas rugosas (eerr)?
- b) ¿Variarían las proporciones de los distintos fenotipos de la F2 si las plantas de la F1 derivasen del cruzamiento entre una variedad alta de semillas rugosas (EErr) y una variedad enana y de semillas lisas (eeRR)?
6. En los perros el color oscuro del pelo (A) es dominante sobre el albino (a), y el pelo corto (L) es dominante sobre el pelo largo (l) ¿Cuáles serían los genotipos más probables de los progenitores de cada uno de los siguientes cruzamientos?

Fenotipos	Genotipos	Fenotipos de la descendencia				Proporción fenotípica
		Oscuro corto	Oscuro largo	Albino corto	Albino largo	
Oscuro corto × oscuro corto		89	31	29	11	
Oscuro corto × oscuro largo		18	19	0	0	
Oscuro corto × albino corto	AaLL x aaLL	20	0	21	0	
Albino corto × albino corto		0	0	28	9	0 : 0 : 3 : 1
Oscuro largo × oscuro largo		0	32	0	10	

Fenotipos	Genotipos	Fenotipos de la descendencia				Proporción fenotípica
		Oscuro corto	Oscuro largo	Albino corto	Albino largo	
Oscuro corto × oscuro corto		46	16	0	0	
Oscuro corto × oscuro largo		29	31	9	11	

---

**Material bibliográfico de consulta:**

- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7ª Edición. Capítulo 14: Mendel y el concepto de gen.

## TRABAJO PRÁCTICO N° 8

### DOMINIO EUKARYA: PROTISTA Y FUNGI

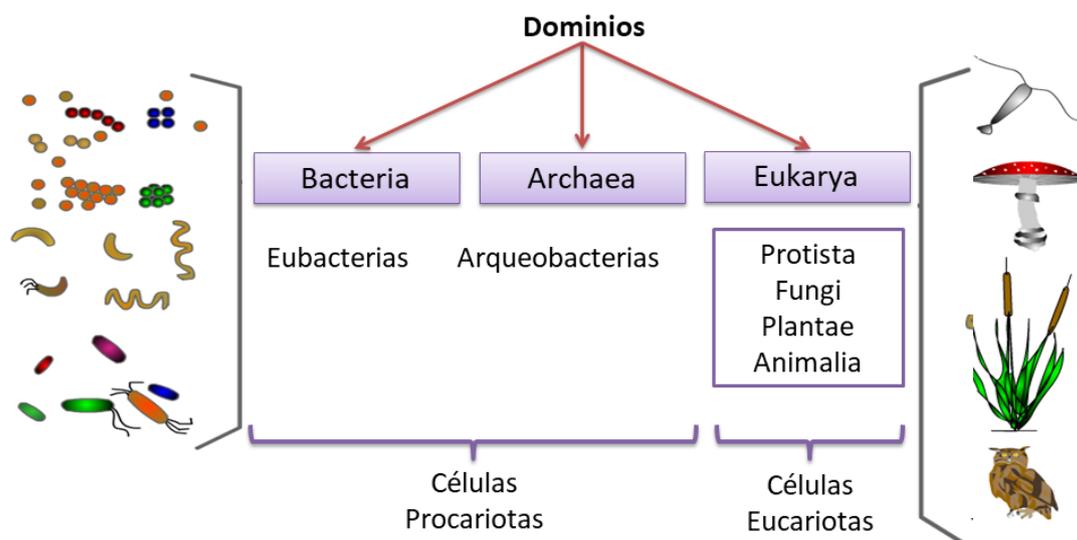
#### OBJETIVOS

- Reconocer y describir los organismos del supergrupo Protista según los criterios de organización morfológica, nutrición y reproducción.
- Reconocer y describir los organismos del reino Fungi según los criterios de organización morfológica, nutrición y reproducción.
- Realizar preparados temporarios para la observación microscópica de Protistas y Hongos.
- Reconocer el rol de protistas y hongos en el funcionamiento de los ecosistemas

#### INTRODUCCIÓN

En 1977, Carl Woese propuso la categoría de **Dominio**, término que refiere a un nuevo taxón filogenético que incluye tres linajes evolutivos: **Bacteria**, **Archaea** y **Eukarya** (Figura 1). Las características que definen estos dominios son: el tipo de organización celular, la composición de la membrana plasmática y la estructura del ARNr.

Los dominios **Bacteria** y **Archaea** están conformados por organismos procariontes; y el dominio **Eukarya** por todos los organismos eucariotes, distribuidos en cuatro grupos: Protista, Fungi, Plantae y Animalia (Figura 1).



**Figura 1.** Diversidad de la vida: Dominios.

Los grupos Fungi, Plantae y Animalia son reconocidos como Reinos, sin embargo, el grupo Protistas es muy diverso e incluye individuos que presentan semejanzas con los de los reinos mencionados. Utilizando datos moleculares, los biólogos sistemáticos han aclarado muchas de las relaciones evolutivas entre los eucariotas y han concluido que los protistas ya no debieran considerarse un Reino.

## **DOMINIO EUKARYA**

### **PROTISTAS**

Los protistas constituyen un grupo parafilético, es decir, un agrupamiento compuesto por una especie ancestral y algunos, pero no todos sus descendientes.

La mayoría de los protistas son unicelulares, cada célula constituye un organismo, algunos forman colonia, grupos de células débilmente conectadas y otros son multicelulares, pero a diferencia de los demás eucariotas tienen formas corporales simples sin verdaderos tejidos.

Muchos son de vida libre acuáticos o terrestres de lugares húmedos. Otros pueden formar asociaciones interespecíficas como mutualismo, simbiosis, comensalismo y parasitismo.

Los protistas parásitos constituyen una de las mayores causas de enfermedades infecciosas, estos patógenos pueden producir infecciones crónicas, pudiendo ser resistentes a los mecanismos inmunitarios del cuerpo y a diversos desinfectantes tales como el hipoclorito de sodio. Entre los más populares se encuentran los que causan leishmaniasis (*Leishmania* sp.), malaria (*Plasmodium* sp.), toxoplasmosis (*Toxoplasma* sp.) y enfermedad de Chagas (*Trypanosoma cruzi*).

La reproducción es muy variada, casi todos se reproducen asexualmente y muchos también en forma sexual (ej. conjugación).

La estructura celular presenta adaptaciones estructurales, bioquímicas y relacionadas al modo de nutrición que permite clasificarlos en protistas autótrofos y protistas heterótrofos.

#### **A. PROTISTAS FOTOSINTÉTICOS**

Son organismos autótrofos eucariotas que poseen una pared celular rígida de celulosa y se asemejan a las plantas por contener clorofila (pigmento verde) y otros pigmentos fotosintéticos (pardos, rojos y dorados) en orgánulos llamados cloroplastos y cromoplastos. Son conocidos como «algas» y según los pigmentos que predominen

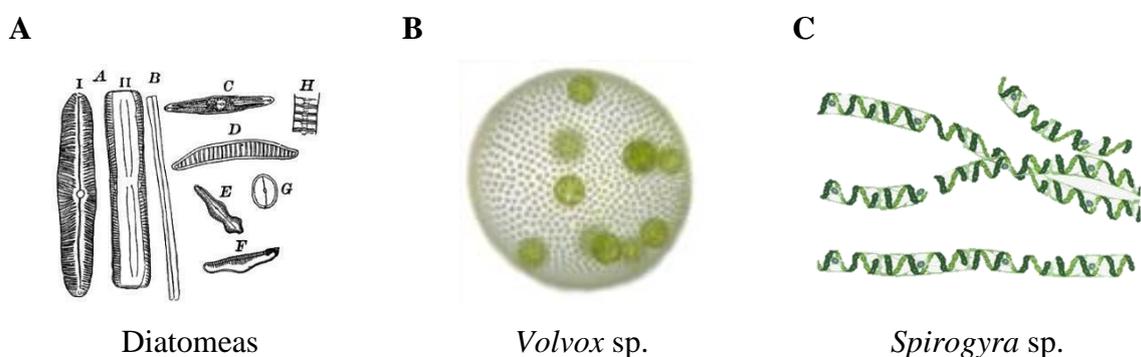
adquieren una coloración característica; por ello el tipo de pigmentos fotosintéticos que presentan, es uno de los criterios que permite agrupar a los protistas autótrofos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Protistas autótrofos agrupados según el criterio «pigmentos fotosintéticos»

Nombre común	Pigmentos	Ejemplos
Algas verdes	Clorofila a y b.	<i>Spirogyra</i> sp.
	Xantofilas	<i>Codium</i> sp.
Algas rojas	Clorofila a.	<i>Laminaria</i> sp.
	Ficobilinas:	
	Ficoeritrina: pigmento rojo. Ficocianina: pigmento azul.	
Algas amarillas- pardas	Clorofila a y c.	Diatomeas
	Carotenoides (xantofilas, mayoritariamente fucoxantina)	<i>Porphyra</i> sp.
		<i>Macrocystis</i> sp.

De acuerdo al nivel morfológico de organización, los protistas fotosintéticos microscópicos pueden ser (Figura 2):

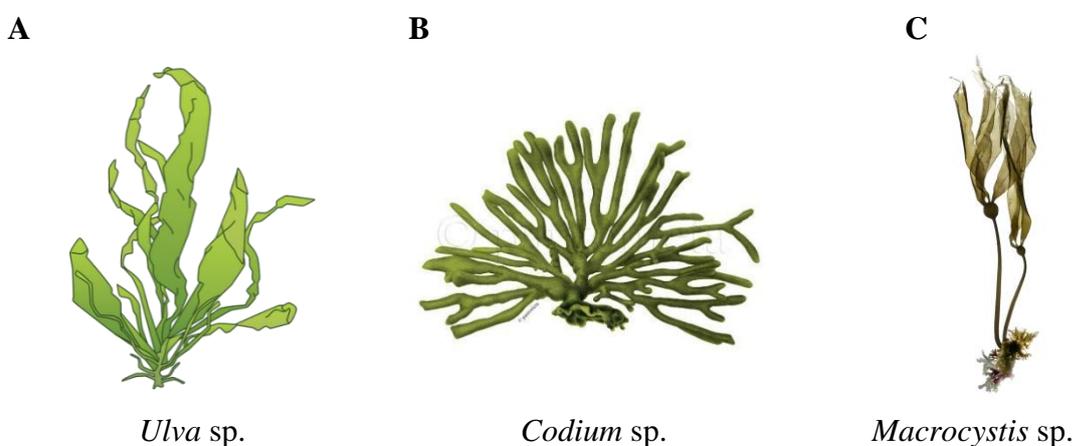
- **Unicelulares:** formados por una sola célula, ej. diatomeas.
- **Coloniales:** agrupación de células, en un número fijo y con división de trabajo, ej. *Volvox* sp.
- **Filamentosos:** formados como consecuencia de un número de divisiones transversales de las células, las cuales permanecen unidas por una vaina mucilaginosa originando una estructura alargada, ej. *Spirogyra* sp.



**Figura 2.** Niveles de organización morfológica de los protistas. A. Unicelular, B. Colonial, C. Filamentoso.

Otros protistas fotosintéticos multicelulares forman estructuras macroscópicas, adquiriendo una morfología denominada **talo**, cuerpo vegetativo multicelular sin diferenciación en órganos verdaderos. Este talo puede ser foliáceo, plectenquimático o diferenciado en pseudo-órganos (Figura 3).

Algunos protistas (las algas) pueden formar cuerpos laminares de decenas de metros de longitud como *Macrocystis* sp., que presenta en su base una estructura ramificada que le permite adherirse al sustrato (anclaje o rizoide), el cuerpo del talo puede ser una estructura hueca semejante a un tallo (estípite o caulóide) o semejante a hojas (láminas o filoides); éstas poseen vejigas (flotadores) llenas de aire que contribuyen a la flotación de las mismas.



**Figura 3.** Nivel morfológico de talo. A. Foliáceo, B. Plectenquimático, C. Pseudo-órganos

Las algas sólo requieren luz, CO<sub>2</sub> y minerales para sobrevivir y reproducirse. Son fijadores de carbono y los principales productores de materia orgánica, aspecto importante en las cadenas tróficas, y suministran O<sub>2</sub> al medio acuático en el que se desarrollan.

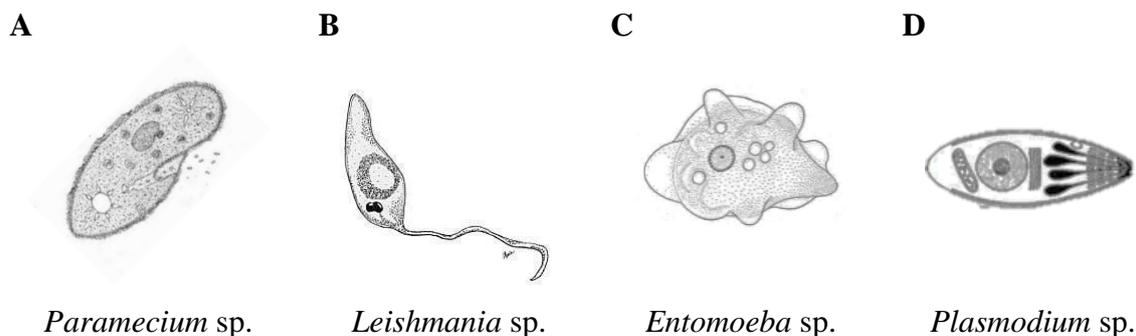
En este grupo las características bioquímicas varían con relación a los pigmentos (Tabla 1), la composición de la pared celular y el tipo de reserva alimenticia.

## B. PROTISTAS HETERÓTROFOS

Son organismos heterótrofos eucariotas (sin pigmentos fotosintéticos ni pared celular). Muchas especies son cosmopolitas debido a su pequeño tamaño (entre 100 y 300 µm) y a la producción de quistes o esporas que les permiten resistir a diferentes condiciones ambientales. Existen especies simbiotes, mutualistas y muchas parásitas, y

las de vida libre en su mayoría son acuáticas componentes importantes del plancton, base de la cadena alimenticia marina y de agua dulce.

Presentan diferentes estructuras que determinan su modo de desplazamiento: cilios, flagelos; mientras que otros forman pseudópodos o se desplazan por flexión del cuerpo (Figura 4).



**Figura 4.** Protistas heterótrofos agrupados según el criterio «modo de desplazamiento». A. Cilios, B. Flagelo, C. Pseudópodos, D. Flexión del cuerpo.

## REINO FUNGI

Los hongos son organismos eucariontes, heterótrofos, formadores de esporas y que carecen de movimiento en todas las fases de su ciclo de vida. Poseen una pared celular multilaminar compuesta principalmente por **quitina**. Su hábitat es diverso, ampliamente distribuidos en los ecosistemas, muchos son utilizados en diferentes industrias (alimenticia, farmacéutica) algunos son contaminantes frecuentes de los alimentos y otros patógenos.

La nutrición de los hongos es por absorción de materia orgánica previamente digerida por enzimas en el exterior del organismo. En relación con los hábitos de nutrición pueden clasificarse en:

**Parásitos:** requieren de un organismo vivo para cumplir su ciclo biológico; es decir, pueden vivir sobre o dentro de otros seres vivos, extrayendo las sustancias orgánicas que necesitan de su hospedador o incluso pueden debilitar hasta matar a su hospedador en cuyo caso son patógenos.

**Simbiontes o micorrícicos:** Aquellos que viven en simbiosis mutualistas con otros organismos. Ej. «líquenes», asociación entre un hongo y un alga, en la cual el alga aporta nutrientes y el hongo protección frente a la desecación y minerales que absorbe del medio y las «micorrizas», asociación entre un hongo y raíces vegetales, donde la planta

aporta hidratos de carbono y vitaminas y el hongo brinda principalmente nutrientes, minerales y agua que absorbe del medio.

**Saprófitos:**

a) **Primarios:** viven sobre restos orgánicos que les aportan las sustancias nutritivas que necesitan. En este grupo encontramos a los:

- **Descomponedores:** hongos microscópicos que crecen en el suelo, contribuyendo al proceso de mineralización de la materia orgánica junto con otros microorganismos.

- **Xilófagos:** hongos microscópicos o macroscópicos que crecen en la madera de los árboles, degradando las sustancias que la componen: celulosa, hemicelulosa y lignina.

b) **Secundarios:** para crecer necesitan un sustrato previamente compostado, elaborado con residuos lignocelulósicos más estiércol. Son hongos saprófitos secundarios el «champiñón de París», «champiñón del sol», y el «portobello».

Muchos hongos secretan sustancias tóxicas (micotoxinas) como productos de su metabolismo y al crecer sobre algunos alimentos pueden causar intoxicación cuando estos son ingeridos.

El rol ecológico de los hongos es la descomposición de la materia orgánica y el reciclado de nutrientes. Su importancia económica radica en que algunos como el champiñón (setas) son comestibles, otros se utilizan en la fabricación de bebidas y panificados (levaduras), quesos (hongos filamentosos), o medicamentos (hongos filamentosos). Sin embargo, también hay hongos que parasitan animales y plantas ocasionando pérdidas millonarias.

Este reino incluye tanto a organismos **unicelulares levaduriformes** (levaduras) como a **multicelulares filamentosos** (champiñón).

● **Levaduriformes**

Son hongos unicelulares, con paredes celulares quitinosas que se presentan en formas muy variadas, desde las esféricas, ovoides y elipsoidales, a cilíndricas muy alargadas, cuyos tamaños oscilan entre 2 y 8  $\mu\text{m}$  de diámetro. La reproducción asexual de las levaduras se realiza principalmente por gemación y la reproducción sexual formando ascosporas. Se desarrollan en diferentes hábitats, por ejemplo, frutas, flores y la corteza de los árboles y en presencia de azúcares.

Algunas levaduras, como *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 5) se utilizan en la producción de bebidas y alimentos (pan, vino, cerveza), otras causan enfermedades importantes a plantas y animales, como las del género *Candida*, que afectan las membranas mucosas.

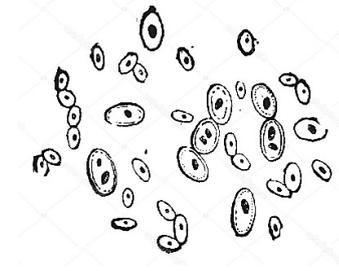


Figura 5. *Saccharomyces cerevisiae*

#### ● Filamentosos

Son hongos multicelulares. La mayoría están formados por unas estructuras microscópicas, filamentosas y ramificadas llamadas **hifas**, que surgen de la germinación de una spora. Las hifas pueden ser no tabicadas (citoplasma con varios núcleos) o tabicadas (con tabiques que dividen las hifas en células y permiten la comunicación entre ellas).

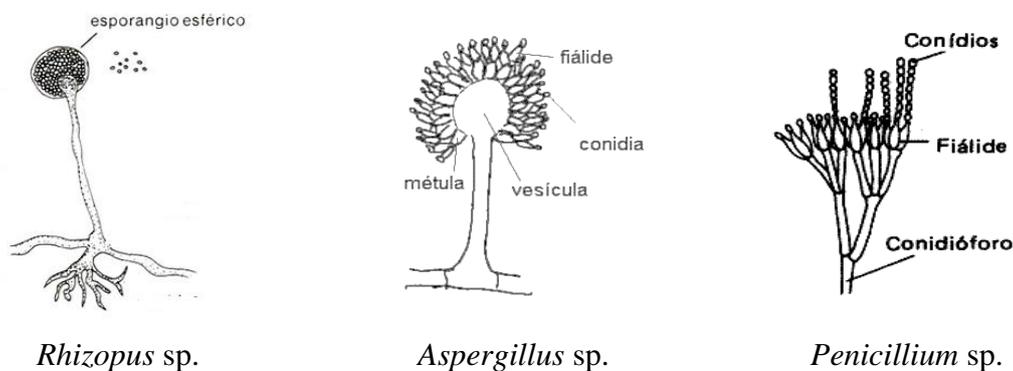
El conjunto de hifas que crece por toda la superficie del sustrato se denomina **micelio** y tiene como función absorber nutrientes y fijar el micelio al sustrato. El **micelio vegetativo** constituye el cuerpo del hongo y el **micelio reproductor** es el conjunto de hifas fértiles que nacen del micelio vegetativo pero que se diferencian biológica y morfológicamente para las funciones de reproducción.

Los **mohos** son hongos filamentosos microscópicos, que crecen en la superficie de los alimentos: pan, queso o fruta. Se reconoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso, a veces pigmentado (Figura 6). Entre los más comunes se encuentran:

- a) ***Rhizopus sp.***: La especie *R. stolonifer* o moho del pan, crece muy rápidamente sobre la superficie de alimentos ricos en hidratos de carbono como el pan, las frutas o las verduras. Presenta un aspecto blanco al principio luego se torna gris con pequeños puntos negros y/o marrones (esporangios). Presenta micelio formado por hifas no tabicadas, el cuerpo de fructificación consiste en largos tallos (esporangióforos) sobre los que se encuentran los esporangios esféricos de paredes oscuras y llenos de esporas esféricas (esporangiosporas). Los esporangióforos no son ramificados y se disponen de manera opuesta al rizoide a lo largo de una rama horizontal llamada estolón.
- b) ***Aspergillus sp.***: *A. niger* es una especie de hongo común que se encuentra principalmente en los vegetales en descomposición, como cereales, abono orgánico, hojas y productos alimenticios. El micelio presenta un aspecto blanquecino al principio, variando la pigmentación a negro. La estructura portadora de conidios (conidióforo) es una hifa alargada no tabicada ni ramificada que nace del micelio y se

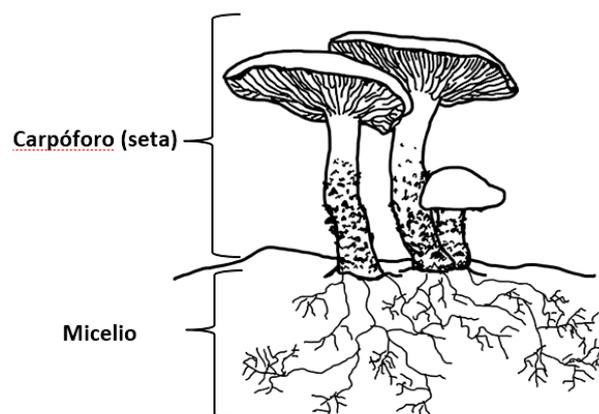
ensancha en el extremo formando una vesícula, portadora de los conidios. Los conidios parten de la vesícula hacia los extremos formando cadenas no ramificadas y en ellos se forman las esporas.

- c) ***Penicillium sp.***: es un contaminante habitual de todos los sitios, patógeno de cítricos y de otras frutas. Dentro de este género se encuentran los hongos responsables del sabor del queso roquefort (*P. roqueforti*). El micelio es blanco al principio, pero después toma un color verde-azulado y aspecto muy polvoriento debido a la abundante producción de conidios (esporas) a partir del micelio aéreo. Las hifas portadoras de conidios (conidióforos) forman el pincel o cepillo, los conidios aparecen en cadenas no ramificadas y parten de los extremos de la estructura.



**Figura 6.** Ejemplos de hongos filamentosos «mohos».

Las **setas** son hongos miceliales que producen acumulaciones de hifas que crecen y se consolidan, formando estructuras grandes, visibles a simple vista, que alcanzan el nivel de organización morfológica de talo, estas funcionan como órganos reproductores (carpóforo, seta o sombrero). El micelio vegetativo crece por debajo de la tierra y el micelio reproductor es aéreo, el ejemplo más común son los hongos de sombrero como el champiñón, donde la seta es la parte comestible (Figura 7).



**Figura 7.** Estructura de un hongo micelial.

La reproducción puede ser asexual o sexual. Todos los hongos pueden reproducirse asexualmente mediante las esporas. Además, pueden presentar una fase de reproducción sexual conocida, a estos hongos se los denomina perfectos y se los puede clasificar en tres grupos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Clasificación de los hongos según sus estructuras reproductoras.

Phylum	Estructura reproductora	Esporas sexuales	Ejemplo
Zigomycota	Zigosporangio	Zigosporas	Moho de pan o fruta
Ascomycota	Asca	Ascosporas	<i>Aspergillus</i> sp. y levaduras
Basidiomycota	Basidio	Basidiosporas	Champiñón de París y algunas setas venenosas

## ACTIVIDAD 1: RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS PROTISTAS

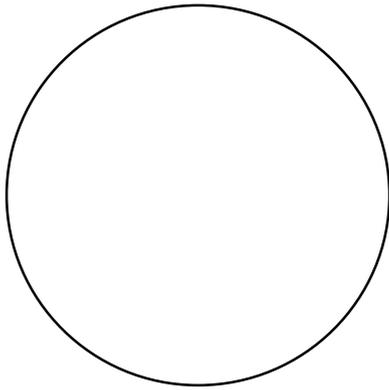
### A. Realización de un preparado temporario para la observación de protistas unicelulares

#### Materiales necesarios:

- Material biológico: agua de charca.
- Material de laboratorio: pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.

#### Procedimiento:

1. Con una pipeta Pasteur tome una muestra de agua de charca para realizar un preparado temporario. Realice los pasos para observación microscópica con el objetivo de 4x.
2. Identifique protistas unicelulares autótrofos por ej. «diatomeas». Distinga: pared celular de sílice, valvas estriadas y surco medio.
3. Dibuje y señale las estructuras reconocidas y complete el protocolo de observación.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento: .....

### B. Formas de reproducción en diatomeas

1. En la figura 8, se presenta el mecanismo asexual de reproducción en diatomea, analice y explique por qué es una forma asexual de reproducción.
2. Responda: a) ¿qué significa estado o nivel crítico? b) ¿Qué sucede cuando los individuos alcanzan el tamaño crítico? c) ¿Cuál es la importancia biológica del proceso analizado?

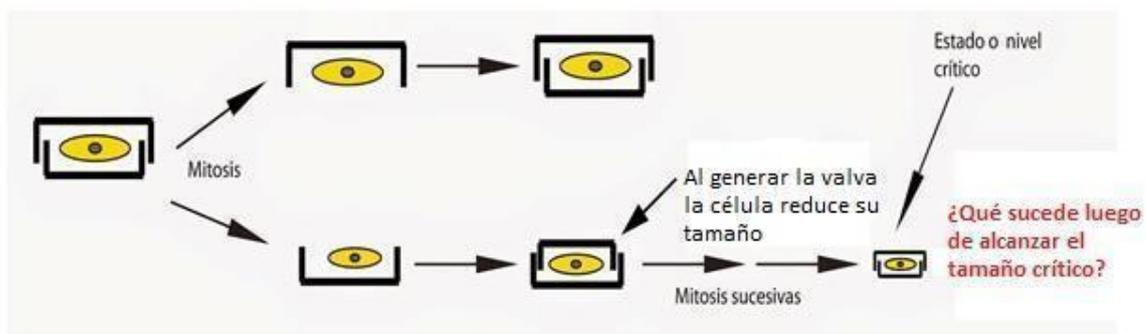


Figura 8. Reproducción asexual en diatomeas.

### C. Identificación de estructuras celulares en protistas unicelulares heterótrofos

1. En la figura del «paramecio» (Figura 9) señale las estructuras celulares que intervienen en la nutrición.

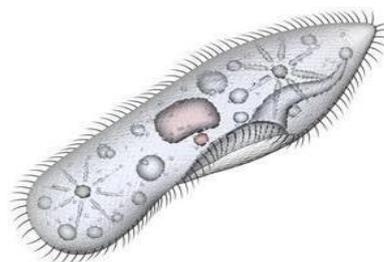


Figura 9. Estructuras celulares de un paramecio.

2. Observe atentamente el material audiovisual sobre reproducción en los paramecios (disponible en el aula virtual) y posteriormente describa los dos mecanismos de reproducción que se presentan; investigue las ventajas de cada uno de ellos.
3. Investigue la función adaptativa de los cilios y de las vacuolas contráctiles en estos organismos.

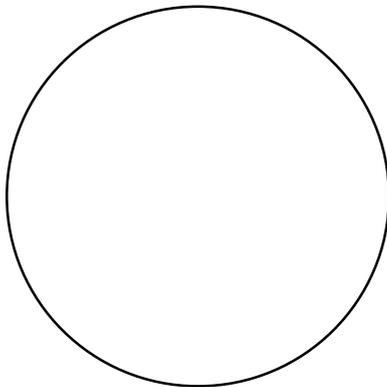
**D. Realización de un preparado temporario para la observación de protistas coloniales**

**Materiales necesarios:**

- Material biológico: agua de charca.
- Material de laboratorio: pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.

**Procedimiento:**

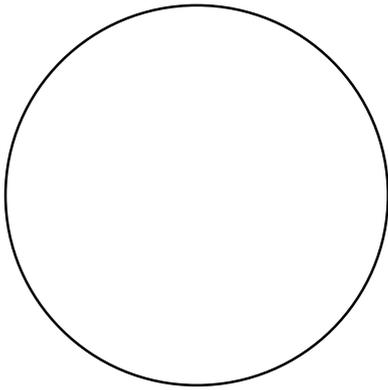
1. Con una pipeta Pasteur tome una muestra del agua de charca para realizar un preparado temporario. Realice los pasos para observación microscópica con el objetivo de 4x.
2. Identifique protistas coloniales (*Volvox* sp., *Scenedesmus* sp.). Dibuje y complete el protocolo de observación.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento: .....

**E. Observación de un preparado permanente de protista multicelular microscópico**

1. Observe el preparado permanente del protista multicelular *Spirogyra* sp., dibuje y complete el protocolo de observación.

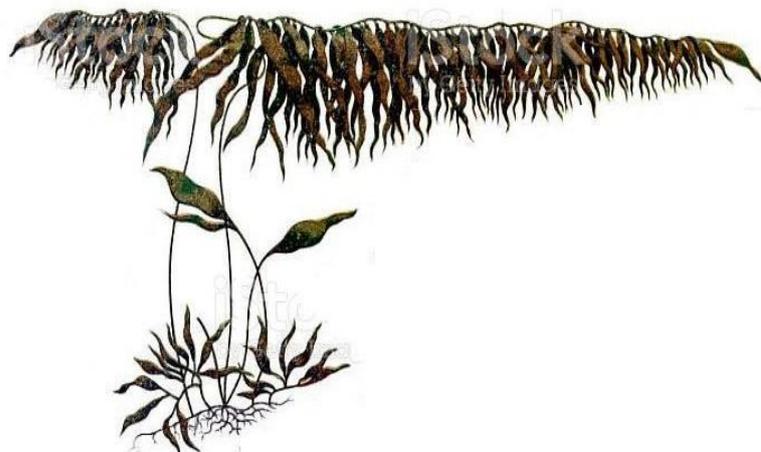


Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

2. Identifique y señale en el dibujo un filamento, una célula haploide que compone el filamento y el cigoto diploide.
3. Según las características señaladas, investigue y fundamente qué tipo de ciclo biológico presenta *Spirogyra*.
4. Describa el tipo de reproducción que dio origen al cigoto observado y qué ventajas le otorga a la especie.
5. Mencione las estructuras observadas y relacione con las funciones de nutrición y/o reproducción.

#### F. Observación de un protista multicelular macroscópico

1. Observe los ejemplares de las algas *Ulva* sp.; *Codium* sp. y *Macrocystis* sp. compare los diferentes tipos de talo: foliáceo, plectenquimático y con pseudo-órganos.
2. En la figura de *Macrocystis* sp. (Figura 10), señale y escriba los nombres de las partes del talo.



**Figura 10.** Talo con pseudo-órganos de *Macrocystis* sp.

---

## ACTIVIDAD 2: RECONOCIMIENTO DE ORGANISMOS DEL REINO FUNGI

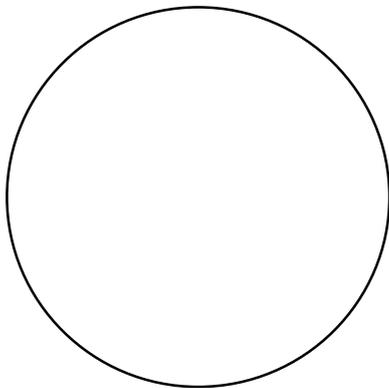
### A. Hongos unicelulares levaduriformes

#### Materiales necesarios:

- Material biológico: Suspensión de levadura.
- Material de laboratorio: pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.
- Colorante: azul de metileno

#### Procedimiento:

1. Tome una muestra de la suspensión de levadura y realice un preparado temporario.
2. Observe al microscopio óptico utilizado el objetivo 40x.
3. Dibuje lo observado y complete el protocolo de observación.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

4. Investigue sobre el modo de reproducción asexual de las levaduras. En la observación microscópica de levaduras ¿Puede identificar células reproduciéndose? Si es así, señálelas en el dibujo.

### B. Hongos multicelulares filamentosos no tabicados

Para observar hongos filamentosos no tabicados, mohos, puede utilizar trozos de pan, frutas y/o hortalizas envejecidas (que hayan permanecido en un lugar húmedo durante varios días), y realizar la **técnica de la cinta adhesiva** (Figura 11).

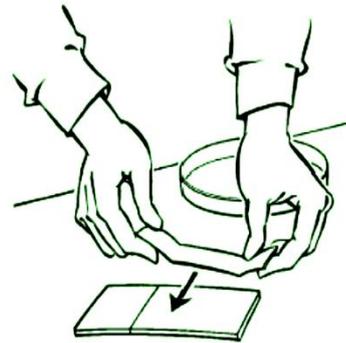
#### Materiales necesarios:

- Material biológico: Pan con moho\*.  
\*Una semana antes del trabajo práctico, coloque una rodaja de pan en un recipiente y rocíela con agua, manténgalo abierto durante 24 horas, transcurrido ese tiempo tápelolo y conserve a temperatura ambiente hasta el día del práctico.
- Material de laboratorio: pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, cinta adhesiva, microscopio óptico compuesto, colorante: azul de metileno.

**Procedimiento:**

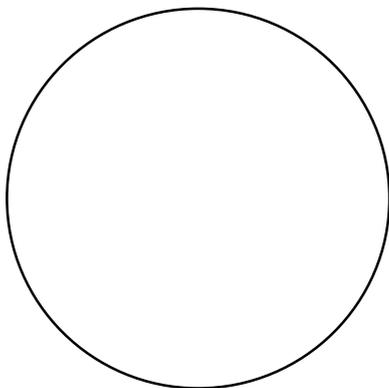
1. Coloque sobre un portaobjeto una gota de solución de azul de metileno.
2. Corte cinta adhesiva transparente de aproximadamente 2 cm.

3. Con el lado adhesivo de la cinta tome contacto con la superficie de un pan enmohecido.
4. Pegue la cinta adhesiva sobre la gota del portaobjeto.
5. Elimine el exceso de colorante con un papel absorbente.



**Figura 11.** Técnica de la cinta adhesiva

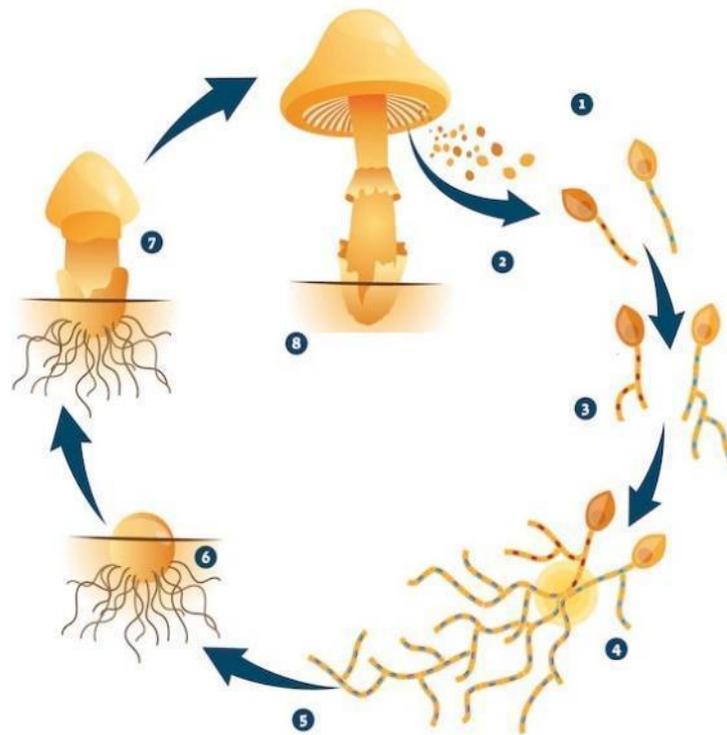
6. Observe al microscopio utilizando el objetivo de 40x.
7. Dibuje e identifique las hifas no tabicadas y las estructuras reproductoras: esporangios, esporangióforo, y esporas.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento total: .....

**C. Reconocimiento de micelio reproductor en setas (hongos de sombrero)**

1. Observe a la lupa una seta (hongos de sombrero) y reconozca las estructuras productoras de esporas.
2. En la figura 12, ubique las estructuras reconocidas en el punto anterior y especifique la ploidía de la seta.



**Figura 12.** Ciclo biológico de los hongos

---

**Material bibliográfico de consulta:**

- Solomon E.P.; Berg, L.R.; Martin, D.W (2013). *Biología*. Editorial Cengage Learning. 9ª Edición. Capítulos: 26 (Protistas) y 29 (Los hongos).

## TRABAJO PRÁCTICO N° 9

### REINO PLANTAE

#### OBJETIVOS

- Reconocer niveles de organización morfológica de los organismos del Reino Plantae.
- Identificar estructuras vegetativas y reproductivas en las plantas.
- Identificar estructuras esporofíticas y gametofíticas.
- Relacionar la morfología de los grupos de plantas con el ambiente en el que se desarrollan y las adquisiciones evolutivas.

#### INTRODUCCIÓN

Los organismos del Reino Plantae presentan una gran diversidad morfológica y de hábitats.

Los rasgos que caracterizan a las plantas terrestres son los siguientes (Figura 1):

A. **Meristemas apicales:** tejidos implicados en la formación del cuerpo de la planta, se localizan en los ápices (extremos) de raíces y tallos.

B. **Alternancia de generaciones:** durante el ciclo vital de todas las plantas terrestres alternan dos generaciones: la esporofítica (esporofito) y la gametofítica (gametofito). Cada generación es un cuerpo multicelular. Esta alternancia coincide con la alternancia de fases nucleares: el esporofito es diploide y el gametofito es haploide.

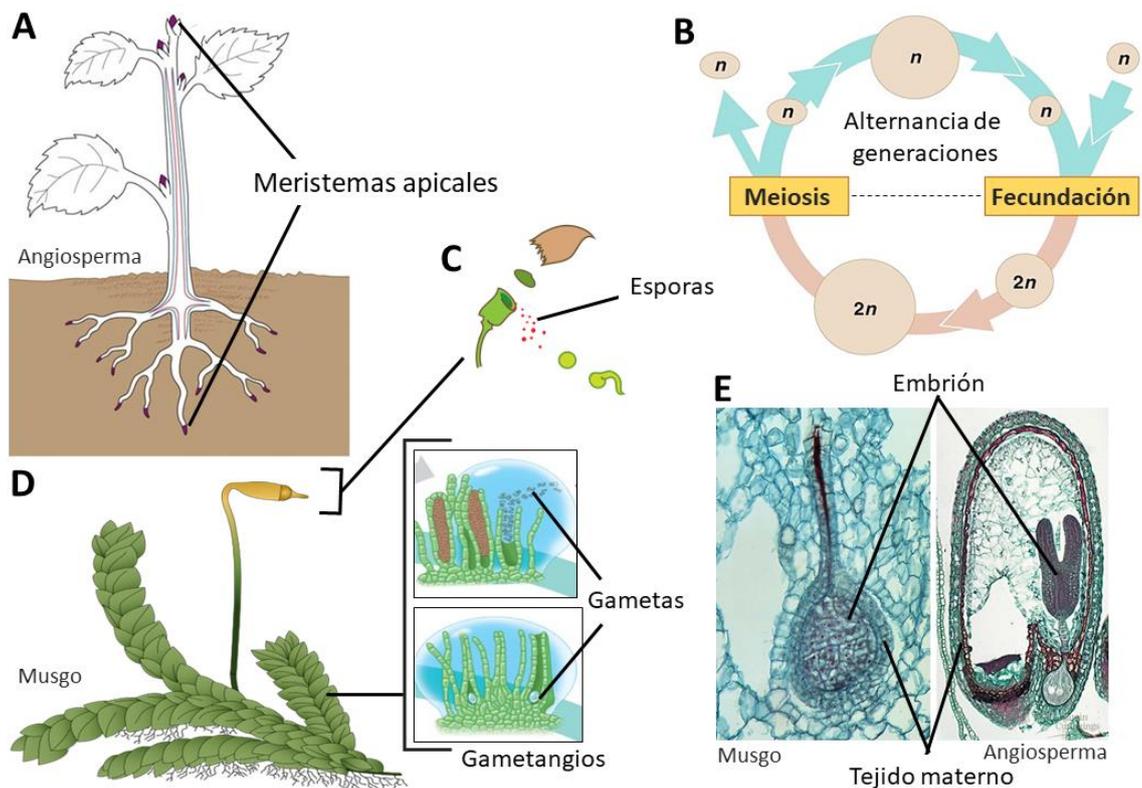
C. **Esporas producidas en esporangios:** las esporas son células haploides producto de la meiosis; pueden desarrollar una estructura multicelular haploide por mitosis.

D. **Gametangios multicelulares:** estructuras haploides en las cuales se producen las gametas.

E. **Embriones multicelulares dependientes:** la fecundación produce un cigoto, que por sucesivas divisiones mitóticas origina un embrión multicelular diploide que se desarrolla protegido por tejido materno.

Otros rasgos relacionados con la vida terrestre son, por ejemplo, la presencia de cutícula y la producción de metabolitos secundarios. La cutícula es una capa que se encuentra sobre la epidermis, está compuesta por cutina y ceras; dado que estos compuestos hidrofóbicos le confieren impermeabilidad, la cutícula contribuye a impedir la pérdida excesiva de agua. Muchas plantas terrestres producen alcaloides, terpenos, flavonoides y taninos, estas moléculas denominadas metabolitos secundarios, cumplen

funciones no esenciales, de modo que su ausencia no es fatal para la planta, sin embargo intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente, por ejemplo los alcaloides le confieren sabor amargo y las protegen contra los herbívoros, los flavonoides le confieren aroma y color, con la función de atraer los insectos polinizadores o las protegen filtrando los rayos ultravioleta.

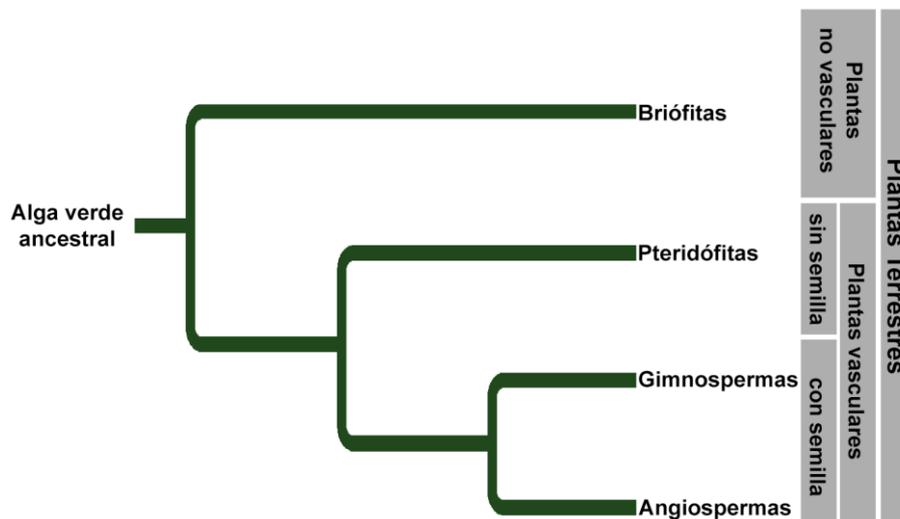


**Figura 1.** Características de las plantas terrestres (adaptado de Campbell y Reece, 2007).

A. Meristemas apicales; B. Alternancia de generaciones; C. Esporas producidas en esporangios; D. Gametangios multicelulares; E. Embriones dependientes multicelulares.

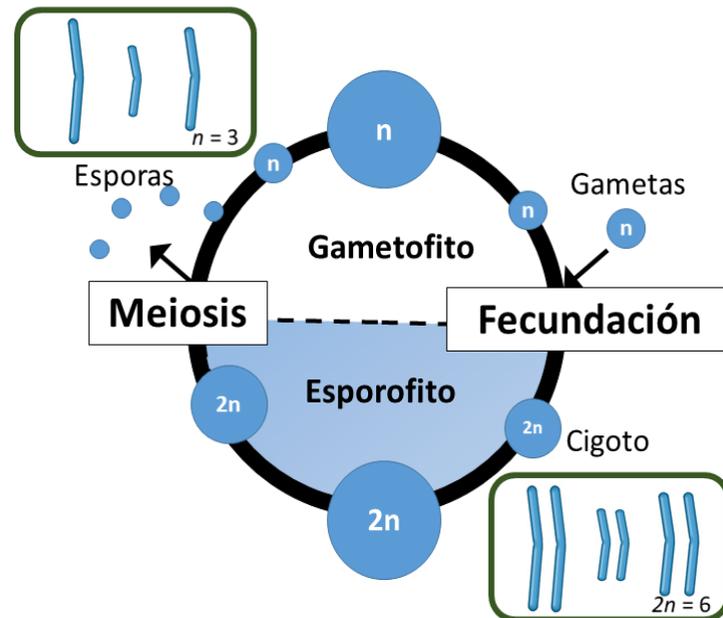
Las plantas terrestres se clasifican por la presencia o ausencia de tejidos vasculares; estos tejidos constituidos por células unidas formando tubos, están implicados en el transporte de agua y nutrientes en el cuerpo de la planta. Las Briófitas (entre ellas los musgos) no poseen este sistema de transporte y se describen como «plantas no vasculares» (Figura 2). Este grupo, comparte con las denominadas «plantas vasculares» las características básicas de las plantas terrestres, sin embargo, las Briófitas presentan el nivel tisular como máximo nivel de organización, por lo cual, son clasificadas como talófitas.

Las plantas vasculares pueden agruparse en vasculares sin semilla: Licófitas y Pteridófitas (entre ellas los helechos), y vasculares con semilla: Espermatófitas. La semilla está constituida por un embrión, sustancias de reserva y tegumentos protectores. Las plantas con semillas se clasifican en Gimnospermas y en Angiospermas (Figura 2). El término Gimnospermas significa semillas desnudas, en estas plantas los óvulos se desarrollan expuestos sobre esporofilos. En las Angiospermas o plantas con flores, los óvulos se desarrollan en el ovario del gineceo de las flores; los óvulos se transforman en semillas y el ovario se transforma en fruto, de modo que las semillas quedan contenidas en él.



**Figura 2.** Evolución de las plantas terrestres.

Los ciclos de vida de los organismos del Reino Plantae alternan entre dos cuerpos multicelulares: el gametofito y el esporofito (Figura 3). La generación que produce esporas se denomina esporofito, en tanto que, la generación que produce gametas se denomina gametofito. Las células del gametofito son haploides ( $n$ ) y originan gametas por mitosis. Las gametas se fusionan durante la fecundación formando un cigoto diploide ( $2n$ ). La división mitótica del cigoto origina el esporofito multicelular, en el cual se producen esporas haploides ( $n$ ) por meiosis. Estas esporas, se dividen por mitosis y forman la estructura multicelular haploide que caracteriza al gametofito (Figura 3).



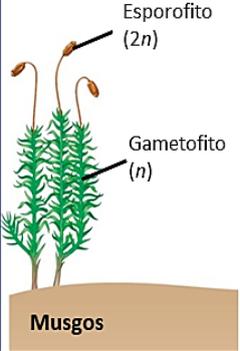
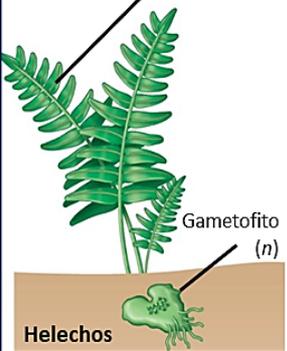
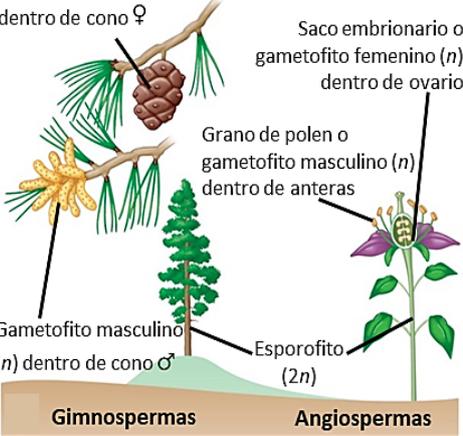
**Figura 3.** Ciclo de alternancia de generaciones de los organismos del Reino Plantae. Se presentan los cromosomas de células del gametofito ( $n=3$ ) y de esporofito de un individuo  $2n=6$ .

Las **Briófitas** presentan una generación gametofítica dominante, constituida por pseudo-órganos: rizoides, filoides y cauloides; y una generación esporofítica reducida que depende del gametofito, constituida por un filamento y una cápsula en la cual se forman las esporas. Cuando las esporas de los musgos se dispersan en hábitats que permiten su crecimiento, como por ejemplo, suelos húmedos, pueden germinar y desarrollar el gametofito multicelular (Tabla 1).

En las **Pteridofitas**, el esporofito está constituido por: raíces, rizomas (tallos subterráneos) y frondes (hojas). En el envés de las frondes se encuentran los esporangios, estructuras en las cuales se producen las esporas. La mayoría de los helechos produce un solo tipo de esporas (helechos isosporados u homospóricos). El gametofito se forma a partir de una espora, por germinación de la misma; es fotosintético, efímero, mide unos pocos centímetros y se denomina prótalo. En el gametofito se encuentran los arquegonios y los anteridios, estructuras en las cuales se forman las gametas: ovocélulas y anterozoides, se produce la fecundación y se desarrolla el cigoto (Tabla 1).

Las **Espermatófitas** producen dos tipos de esporas: micrósporas y megásporas, las cuales se dividen por mitosis dando lugar a los gametofitos: masculinos (granos de polen) y femeninos (saco embrionario), estas estructuras dependen del esporofito (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características generales del gametofito y del esporofito de los organismos del Reino Plantae.

	REINO PLANTAE		
	Briófitas	Pteridófitas	Espermatófitas
<b>Gametofito</b>	Dominante	Reducido, independiente y fotosintético, denominado prótalo.	Reducido (microscópico), dependiente de los tejidos circundantes del esporofito para la nutrición.
<b>Esporofito</b>	Reducido, dependiente del gametofito para la nutrición.	Dominante	Dominante
<b>Producción de esporas</b>	Homosporia	Homosporia	Heterosporia: Megasporas que originan el saco embrionario y Microsporas que originan los granos de polen.
<b>Ejemplo</b>	 <p>Musgos</p>	 <p>Helechos</p>	 <p>Gimnospermas      Angiospermas</p>

## ACTIVIDAD 1. ORGANIZACIÓN DE PLANTAS NO VASCULARES

Los ciclos de vida de los musgos y otras briofitas presentan un gametofito dominante.

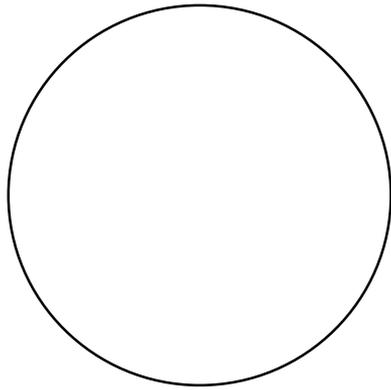
### A. Reconocimiento de estructuras vegetativas y reproductivas en musgos

#### Materiales necesarios:

- Material biológico: plantas de musgo (Briófitas).
- Material de laboratorio: pinzas, caja de Petri y microscopio estereoscópico.

#### Procedimiento:

1. Observe a la lupa un ejemplar de musgo. Dibuje y con la ayuda de la bibliografía, reconozca las partes que componen el talo: esporofito y gametofito, rizoide, filoide, caulóide, filamento, cápsula, esporas.



Material biológico: .....  
Observación: .....  
Preparado: .....  
Coloración: .....  
Aumento: .....

2. Considerando las estructuras identificadas en su observación, mencione las que se relacionan con la nutrición y la reproducción de este organismo.

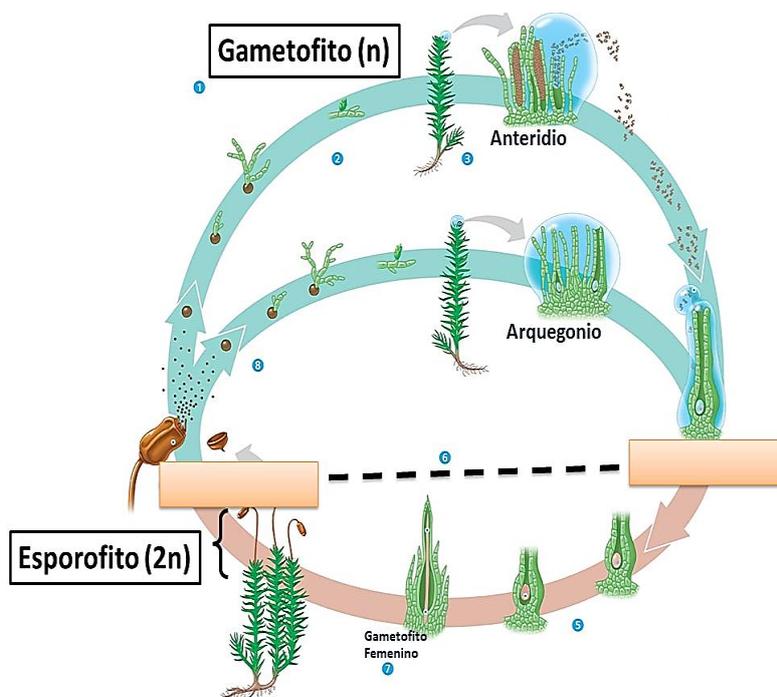
.....  
.....

### B. Ciclo de vida de las Briófitas

Analice la figura 4 y responda:

1. Complete las referencias, escribiendo «meiosis» o «fecundación» donde corresponda.
2. Indique donde ocurren los siguientes eventos: a) formación de gametos, b) fecundación, c) formación del cigoto y d) meiosis.
3. Escriba en forma lineal, el modo en que alternan las dos generaciones (ciclo de vida).

.....



**Figura 4.** Ciclo biológico de un musgo (Briófitas). (Adaptado de Campbell y Reece, 2007).

## ACTIVIDAD 2. ORGANIZACIÓN DE PLANTAS VASCULARES

El cuerpo de las plantas vasculares se denomina **cormo** y está compuesto por tres órganos, raíz, tallo y hoja. La raíz es el órgano de fijación y absorción; el tallo y las hojas componen el vástago que se orienta hacia la luz. Este tipo de cuerpo vegetativo se presenta en los **cormófitos**: Pteridófitas, Gimnospermas y Angiospermas.

### A. Organización del cormo

Analice la figura 5 y complete:

1. En los cormófitos de la figura 5, señale los órganos del esporofito.
2. En la figura 5 señale las estructuras que permiten que las plantas colonicen nuevos hábitats. ¿Son estructuras haploides o diploides? ¿Cuál es el proceso que las origina?

a) Helecho:.....

....

b) Tomate:

.....

c) Araucaria:

.....



**Figura 5.** Morfología de plantas vasculares, cormófitas.

## B. Realización de preparados temporarios para la observación de estructuras reproductivas en helechos (Pteridófitas)

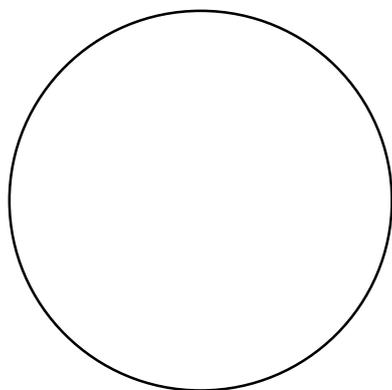
### Materiales necesarios:

- Material biológico: fronde fértil de helecho.
- Material de laboratorio: aguja de disección, pipeta Pasteur, porta y cubreobjetos, microscopio óptico compuesto.

### - Material biológico:

### Procedimiento:

1. Utilizando la lupa, identifique los soros en la cara abaxial (envés) de una fronde fértil de helecho.
2. Una vez reconocidas las estructuras, separe con una aguja varios esporangios de un soro y ubíquelos sobre un portaobjetos. Coloque una gota de agua y luego cubra la muestra con un cubreobjetos.
3. Observe al microscopio óptico utilizando el objetivo de 10x.
4. Dibuje y referencie las estructuras reconocidas (esporangio, espora) y complete el protocolo de observación.



Material biológico: .....

Observación: .....

Preparado: .....

Coloración: .....

Aumento: .....

## C. Comparación de estructuras reproductivas en espermatofitas

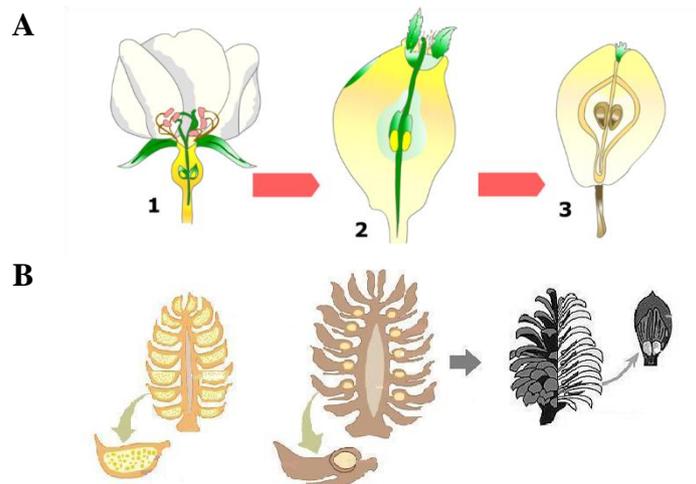
Analice la figura 6 y responda:

1. Reconozca las estructuras masculinas y femeninas.
2. Señale y referencie la estructura donde se producen los gametos masculinos y femeninos.
3. ¿En qué estructura (masculina o femenina) se desarrolla el cigoto?
4. Señale y referencie la estructura donde se desarrolla el óvulo que dará lugar a la semilla.

5. Señale y referencie la estructura donde se encuentra la semilla.
6. Mencione la ploidía de las siguientes estructuras: ovario, estambre, cigoto, embrión, fruto, óvulo, núcleo espermático, grano de polen, endosperma.
7. Mencione dos (2) características observables en las figuras A y B que **distingan** a ambos grupos.

.....

...



**Figura 6.** Estructuras reproductivas de las plantas superiores: A. Angiospermas y B. Gimnospermas.

#### **D. Reconocimiento de estructuras reproductoras en Angiospermas**

En la flor se llevan a cabo los procesos esenciales de la reproducción sexual: meiosis y fecundación. Desde el exterior hacia el interior de una flor completa se distinguen los siguientes verticilos: cáliz (formado por los sépalos); corola (formada por los pétalos); androceo (formado por los estambres) y gineceo (formado por los carpelos).

#### **Materiales necesarios:**

- Material biológico: flores hermafroditas (ej. azalea, lirios, rosa china).
- Material de laboratorio: bisturí y pinzas.

#### **Procedimiento:**

1. Realice la disección de una flor de Angiosperma, haga un corte longitudinal con el bisturí.
2. Identifique los ciclos florales protectores (cáliz, corola) y reproductivos (androceo, gineceo).
3. Diferencie las estructuras vegetativas, carpelos y placenta de las estructuras fértiles (sacos embrionarios o gametofito femenino).

4. Escriba las referencias de la figura 7 y con un círculo, **resalte** las estructuras identificadas en la flor observada.
5. Mencione cual estructura corresponde a la micróspora y macróspora.

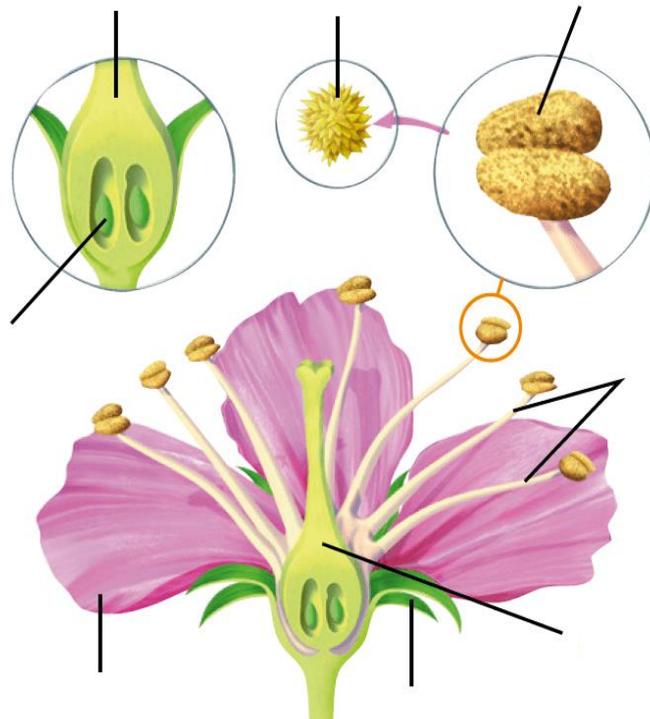


Figura 7. Flor de Angiosperma.

### ACTIVIDAD 3. CICLOS DE VIDA DE LAS PLANTAS VASCULARES

1. Complete el ciclo de las Pteridófitas indicando dónde ocurre la meiosis y la fecundación (Figura 8)
2. ¿Cómo se denomina el gametofito de los helechos? ¿Qué función cumple?

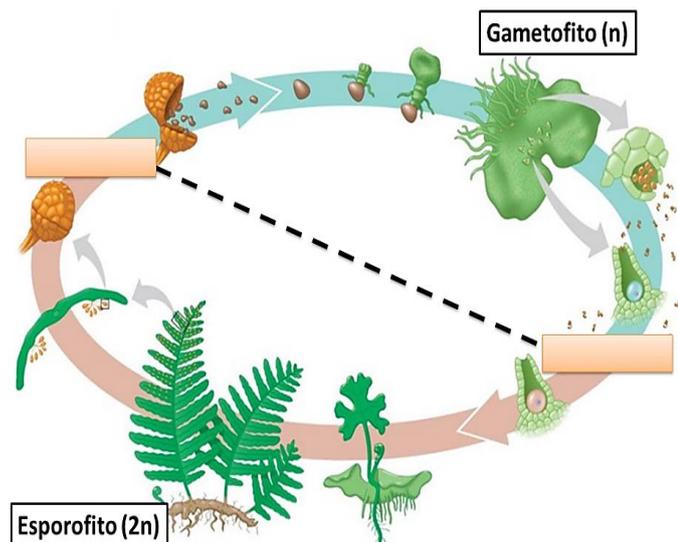


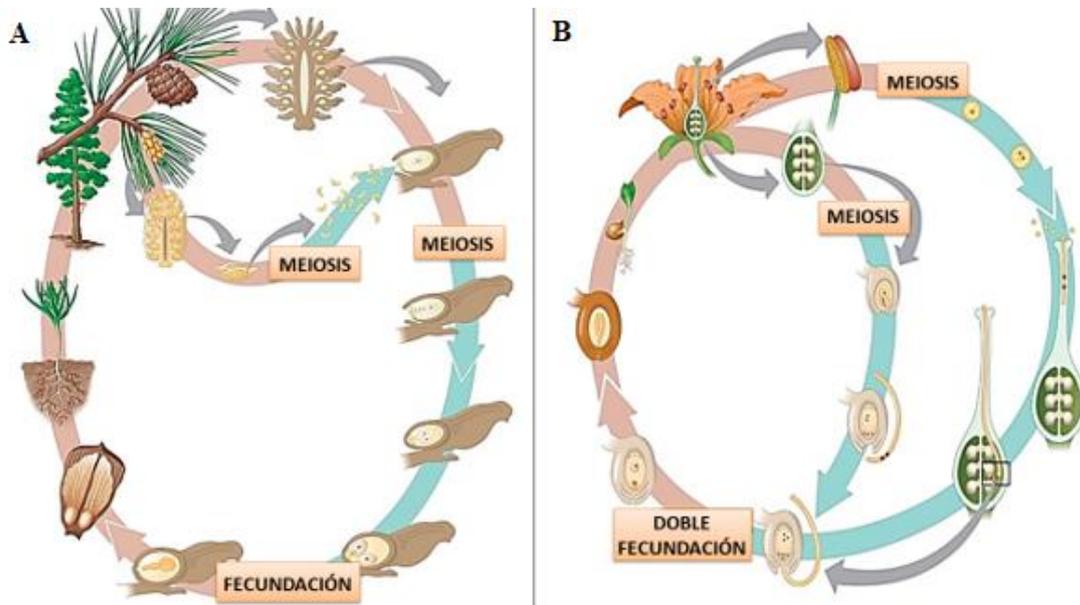
Figura 8. Ciclo biológico de un helecho (adaptado de Campbell y Reece, 2007).

3. Compare los ciclos biológicos de Gimnospermas y Angiospermas (Fig 9): ¿Dónde radica la principal diferencia? Fundamente.

.....

.....

.....



**Figura 9.** Ciclo biológico Espermatófitas, A. Gimnospermas y B. Angiospermas (Adaptado de Campbell y Reece, 2007)

#### ACTIVIDAD 4. EVOLUCIÓN DE LA ALTERNANCIA DE GENERACIONES EN PLANTAS

Teniendo en cuenta las características y los ciclos biológicos de los grupos de plantas desarrollados durante el trabajo práctico:

1. Complete la siguiente tabla indicando:
  - a) en qué grupo de plantas se encuentra cada una de las estructuras de la lista; (B: Briófitas, P: Pteridófitas, G: Gimnospermas y A: Angiospermas);
  - b) si la estructura pertenece al gametofito (G) o esporofito (E) y
  - c) si está constituida por células haploides (n) o diploides (2n).
2. Incorpore a la tabla tres o más estructuras presentes en las plantas.

Estructura	Grupo de Plantas	G/E	n/2n	Estructura	Grupo de Plantas	G/E	n/2n
Arquegonio	B, P	G	n	Espora			
Polen				Pétalos			
Fronde				Prótalo			
Antera				Cápsula			
Semilla				Tejido vascular			
Anterozoides				Rizoma			
Cono/estróbilo				Esporangio			
Filoide							
Raíz							
Anteridio							

**ACTIVIDAD 5. INVESTIGUE**

De las muestras observadas en el TP, seleccione una planta no vascular y otra vascular. Teniendo en cuenta la morfología y el ambiente en el que se desarrolla, fundamente las diferencias.

.....

.....

.....

.....

---

**Material bibliográfico de consulta:**

- Campbell, N.A., Reece, J.B. (2007). Biología. Ed. Médica Panamericana. 7º Edición. Capítulo 29 y 30: Diversidad Vegetal I y II. pp: 573-607.

## **TRABAJO PRÁCTICO N° 10**

### **REINO ANIMALIA**

#### **OBJETIVOS**

- Caracterizar a los organismos pertenecientes al Reino Animalia.
- Agrupar a los animales considerando la organización morfológica y los criterios embrionarios de clasificación.
- Distinguir las características de los animales que pueden identificarse en individuos adultos.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los animales son organismos eucariotas pluricelulares con nutrición heterótrofa, ingieren a otros organismos, completos o parte de ellos; poseen células especializadas. Las células que comparten características morfológicas, fisiológicas y de origen se agrupan formando tejidos. A su vez, diferentes tejidos se organizan en órganos, unidades anátomo-fisiológicas de los organismos. Varios órganos del individuo interactúan y llevan a cabo funciones propias constituyendo un sistema de órganos.

Los animales tienen motilidad (pueden trasladarse) durante alguna etapa de su vida. Incluso las esponjas estacionarias tienen una etapa larvaria (una forma juvenil) durante la que nadan libremente. La mayoría de los animales pueden responder rápidamente a los estímulos externos como resultado de la actividad de las células nerviosas, el tejido muscular o ambos.

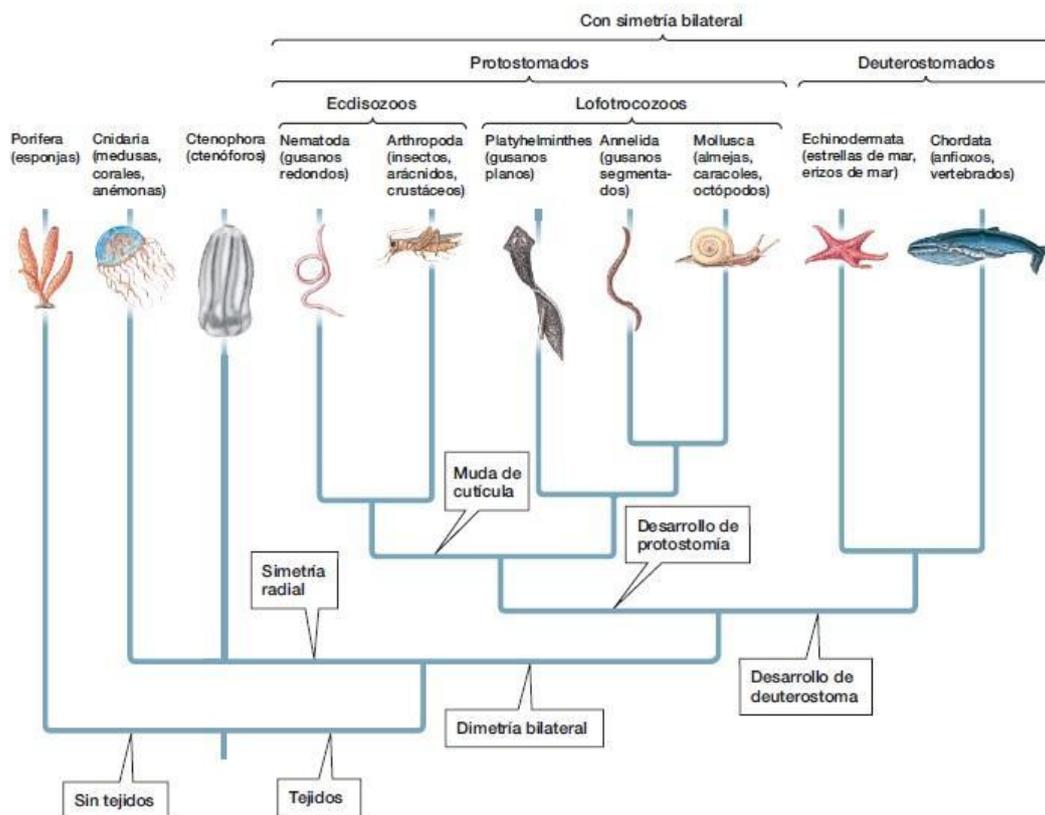
Todos los animales son organismos diploides con reproducción sexual, algunos presentan reproducción asexual. Cuando la reproducción es sexual, los individuos adultos de sexo diferente, producen gametas haploides que por fecundación generan un cigoto diploide, éste se divide por mitosis y experimenta desarrollo embrionario, posteriormente, crecimiento y maduración a través de distintas etapas hasta que los individuos adquieren la capacidad de reproducirse. Esta secuencia constituye el ciclo diplonte característico del Reino Animalia. La mayoría de los animales son unisexuales, algunos, como la lombriz de tierra, son hermafroditas. La fecundación puede ser interna o, como en los peces, externa. El desarrollo embrionario también puede ser externo o interno.

Los primeros animales surgieron en el agua, el ancestro de los metazoos fue un protista con forma de esfera hueca formada por células flageladas que desarrolló cierto grado de orientación locomotora anteroposterior y alcanzó un nivel de organización

celular con funciones somáticas y reproductoras independientes. La evolución de los animales involucró grandes adaptaciones en la conquista del hábitat terrestre, la adquisición de estructuras de sostén y locomoción (esqueleto y músculos), además de una cubierta corporal que reduce la pérdida de agua y por lo tanto la desecación. Estas adaptaciones permitieron a los animales desarrollar diferentes modos de vida, parásitos o de vida libre en hábitats diferentes.

La presencia de verdaderos tejidos, es uno de los rasgos fundamentales que definen el grado de complejidad animal. Según este criterio, los «parazoos» son organismos pluricelulares sin tejidos verdaderos y los «eumetazoos» son aquellos que forman tejidos verdaderos. Los tejidos adultos de los eumetazoos se agrupan en cuatro tipos fundamentales: epitelial, conectivo, muscular y nervioso (figura 1).

La diversidad de animales puede ser descrita por un número reducido de planes corporales.



**Figura 1.** Clasificación de los animales (Audesirk, 2013).

### Planes corporales

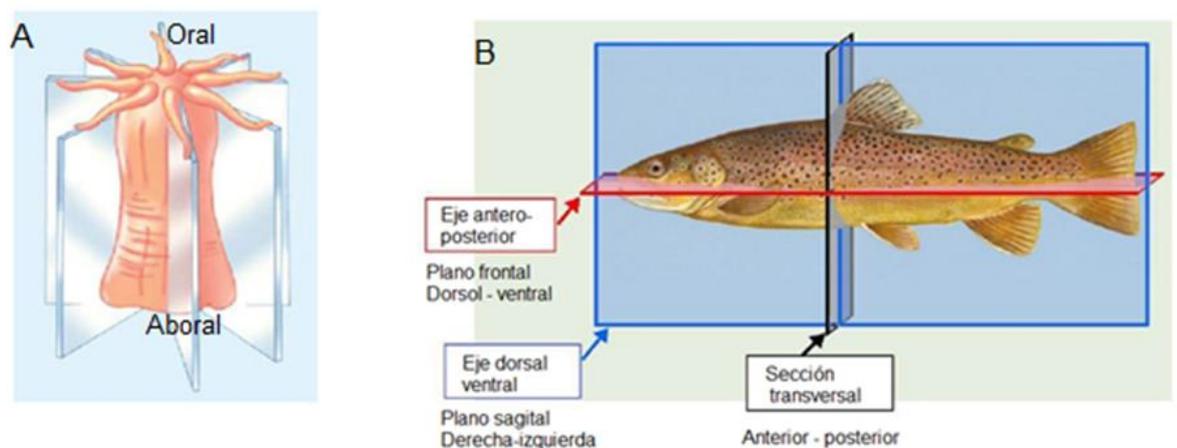
El plan corporal o configuración del cuerpo de un animal está definido por características del desarrollo embrionario: número de capas germinativas, cavidades del

cuerpo y destino del blastoporo (entre otras), características morfológicas (entre ellas la simetría), y características funcionales que están determinadas por la evolución y la adaptación a un ambiente.

### Características que definen el plan corporal

En el modelo de organización animal la **simetría** se refiere a la disposición regular de las estructuras del organismo con respecto a un plano corporal, de modo que cuando las mitades resultantes son similares los organismos son simétricos. Según este criterio los animales pueden ser asimétricos, unos pocos que no tienen eje ni plano de simetría, pertenecen a este grupo los Poríferos (esponjas de mar). Otros pueden presentar simetría radial, en este caso presentan un eje oral-aboral a través del cual pueden trazarse múltiples planos, y cada uno divide el organismo en dos imágenes especulares. El cuerpo tiene la forma general de una rueda o cilindro, y estructuras similares están regularmente ordenadas como radios desde un eje central; están representados por animales sésiles y sedentarios tales como los Cnidarios (anémonas de mar); estos animales reciben estímulos por igual desde todas direcciones en el ambiente.

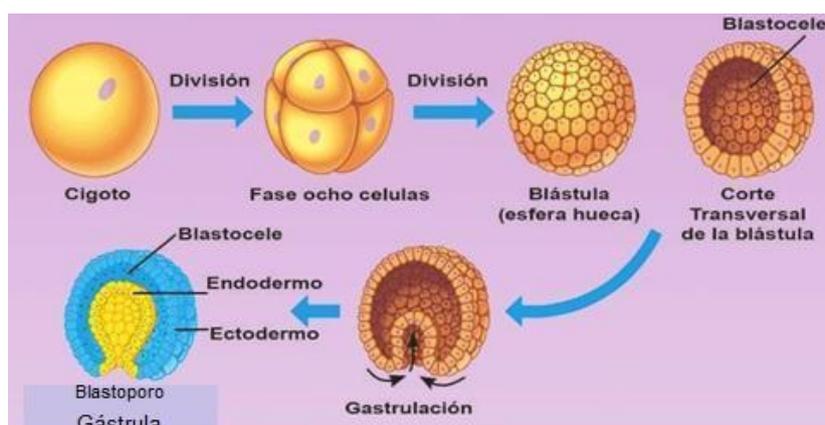
Los animales con tejidos presentan simetría ya sea radial o bilateral. En los animales con simetría bilateral el cuerpo puede dividirse solo a lo largo de un plano (que pasa a través de la línea media del cuerpo) para producir mitades derecha e izquierda, aproximadamente equivalentes que son imágenes de espejo (Figura 1). Este tipo de simetría caracteriza los animales desde Platelminfos a vertebrados y favoreció la localización del tejido nervioso en el extremo anterior del organismo, proceso denominado cefalización, característico de animales con locomoción unidireccional.



**Figura 1.** Tipos de simetría, ejes y planos corporales. A. Simetría radial\*; B. Simetría bilateral. (\*Fuente: Solomon et al., 2013).

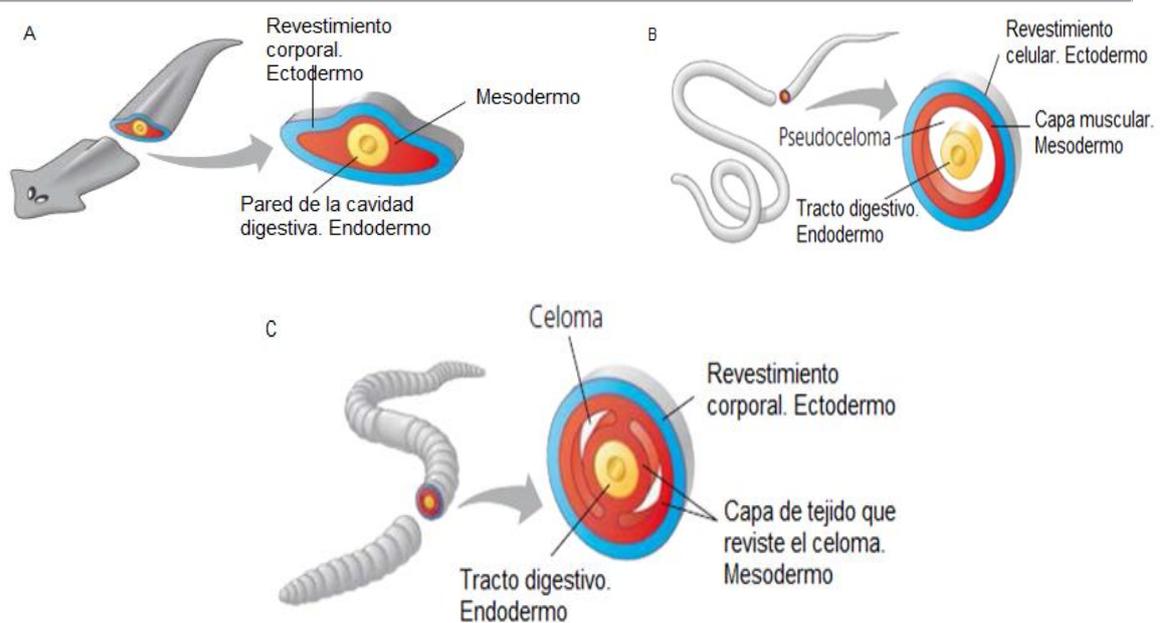
**Número de capas germinativas.** Después de la fecundación, el cigoto pasa por sucesivas divisiones mitóticas para formar una estructura multicelular hueca denominada blástula (Figura 2). Las células de la blástula se reorganizan en un proceso llamado gastrulación que dará lugar a la gástrula formada por las capas germinativas. Las **capas germinativas** se forman inicialmente como láminas o masas celulares: una capa externa denominada ectodermo y una interna denominada endodermo constituyen a los organismos diblásticos, tales como los Cnidarios. Una tercera capa germinativa, el mesodermo, se forma entre el ectodermo y el endodermo. Los animales que presentan tres capas germinativas reciben el nombre de triblásticos, pertenecen a este grupo los Platelmintos, Nemátodos, Anélidos, Moluscos, Artrópodos, Equinodermos y Cordados.

Los animales con simetría radial tienen dos capas de tejidos embrionarios; los animales con simetría bilateral, tres.



**Figura 2.** Etapas del desarrollo embrionario (Campbell y Reece, 2007).

**Celoma.** Entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo, los animales triblásticos pueden presentar una masa de tejido mesodérmico macizo «acelomados» o bien una **cavidad corporal** que puede estar parcialmente cubierta de mesodermo y llena de líquidos «pseudocelomados» o totalmente cubierta de mesodermo en la que se alojan los órganos que se sostienen mediante el peritoneo derivado del mesodermo «celomados». Esta cavidad denominada celoma se constituye en una ventaja adaptativa que permite el movimiento de los órganos independiente del movimiento corporal (Figura 3).



**Figura 3.** Corte transversal del cuerpo **A.** Organismos acelomados, Phylum Platelmitos. **B.** Organismos pseudocelomados, Phylum Nemátodos. **C.** organismos celomados, Phylum Anélidos (Reece et al., 2015).

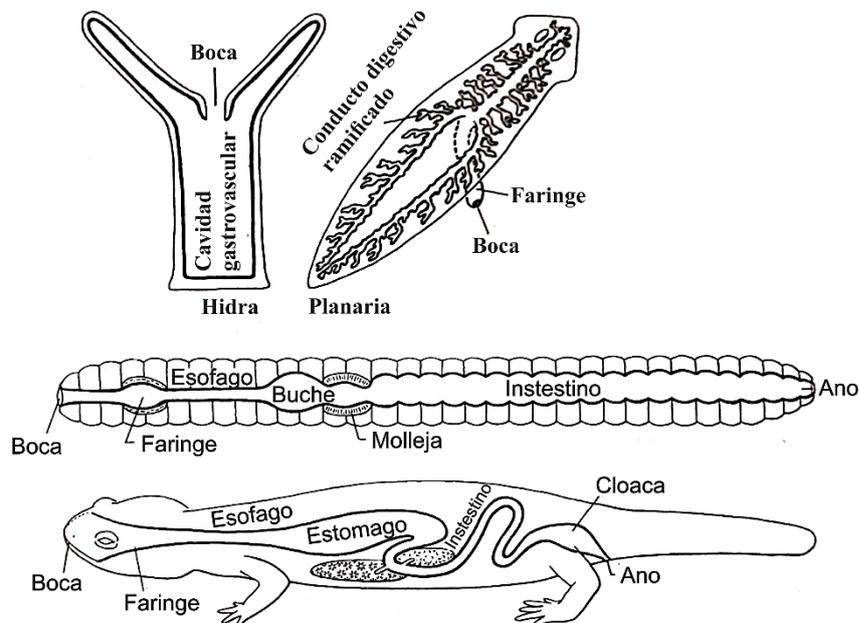
Durante la etapa de gástrula del desarrollo embrionario, un grupo de células se mueve hacia adentro y forma un saco que se convierte en el intestino embrionario, cuya abertura hacia el exterior se denomina **blastoporo**. En un grupo de animales los protostomados, el blastoporo originará la boca y en los deuterostomados a partir del blastoporo se desarrolla el ano y una segunda abertura que se origina más tarde genera la boca.

**Niveles de organización morfológica.** Los animales presentan distintos niveles de organización morfológica, desde la organización celular hasta la organización en sistema de órganos. Nivel de organización **celular**: en este nivel se encuentran los Poríferos; presentan sistema de canales internos permite que circule agua con partículas de alimentos que son captados directamente por células especializadas, los coanocitos, que funcionan como un mecanismo de filtración.

**Nivel de organización tisular**, en los Cnidarios (medusas y pólipos) con la mayor parte del cuerpo está ocupada con una sustancia gelatinosa, la mesoglea, con función de transporte. Otros organismos alcanzan el nivel de **órganos cilíndricos** como los Nemátodos (*Ascaris* sp.), o planos en forma de hoja como los Platelmitos, lo cual permite maximizar la superficie de intercambio. Los demás animales alcanzan el nivel de **sistemas de órganos**, con estructuras y mecanismos que permiten el intercambio directo

de las células con el entorno, o a través de sistemas de órganos tales como el respiratorio (vías respiratorias y pulmones) y circulatorio (corazón y vasos sanguíneos).

Los animales poseen generalmente algún tipo de estructura digestiva por la cual pasa el alimento y es modificado para luego ser absorbido como nutrientes. Algunos, como Cnidarios y Platelminfos, presentan una sola abertura (oral-aboral) por medio de la cual se ingiere el alimento y se expulsan los materiales no digeridos, estos animales tienen un tubo **digestivo incompleto** o ciego. Los demás animales, presentan un **tubo digestivo completo** con boca y ano, disposición que permite un flujo unidireccional y la especialización de distintas regiones del tracto digestivo para funciones como triturar, secretar, almacenar, digerir, absorber y desechar (Figura 4). Esta especialización permite el desarrollo de estrategias alimentarias que, considerando el tipo de alimento ingerido, permite distinguir herbívoros, carnívoros y omnívoros, entre otros.



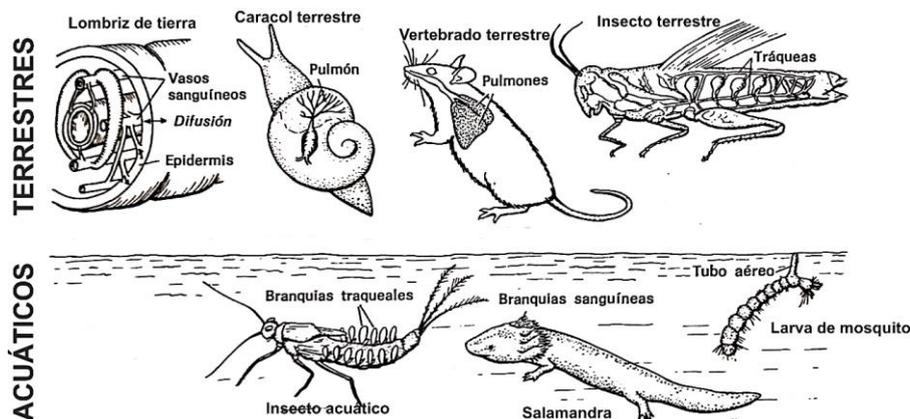
**Figura 4.** Estructuras asociadas a la nutrición de los animales (Modificado de Storer, 2010).

El metabolismo celular produce una serie de sustancias que deben ser expulsadas del organismo, algunas de ellas son muy tóxicas, tales como los desechos nitrogenados que se excretan a través de la piel o por órganos especializados en la filtración y eliminación, que en conjunto constituyen el sistema excretor.

En el interior de un organismo, el transporte de materiales depende del movimiento y la difusión de sustancias en los líquidos corporales. La mayoría de los animales posee algún tipo de estructura especializada para facilitar el transporte de los

mismos, en algunos es la propia cavidad celómica, en otros se presenta un auténtico sistema circulatorio con vasos, cámaras, senos y órganos pulsátiles.

Todos los animales toman oxígeno del entorno y eliminan dióxido de carbono, un residuo metabólico de la respiración. Dicho intercambio gaseoso tiene lugar sobre la superficie del organismo, tegumento o superficie cutánea o a través de estructuras tales como branquias, tráqueas y pulmones que conforman verdaderos sistemas respiratorios (Figura 5).



**Figura 5.** Mecanismos y estructuras para la respiración en animales acuáticos y terrestres (Storer, 2010 p. 124).

La mayoría de los animales tiene algún tipo de sistema esquelético, cuyas principales funciones son el mantenimiento de la forma corporal, el soporte y anclaje de la musculatura; en forma conjunta, esqueleto y músculos, permiten los movimientos.

El esqueleto puede ser interno «endoesqueletos», en algunos casos tan simples como las microscópicas espículas silíceas o calcáreas incluidas en el cuerpo de las esponjas y algunos corales; o presentarse en forma de una cavidad llena de líquido (celoma) conformando un esqueleto hidrostático como en los animales de cuerpo blando. Con el aumento del tamaño de los organismos, el esqueleto se complejiza y puede presentarse cartilaginoso «no mineralizado» como en los tiburones y rayas u óseo «mineralizado» como en los demás vertebrados. En otros casos, el esqueleto es externo, «exoesqueleto» rígido y articulado como en los artrópodos con un complejo sistema de palancas que permite el movimiento de los apéndices.

Los animales con simetría radial presentan órganos receptores distribuidos en un entramado difuso conocido como red nerviosa. Mientras que la mayoría de los animales con simetría bilateral, tiene sus principales órganos sensoriales situados anteriormente en la región cefálica. Esta ubicación favorece la caza, el rastreo y otras formas de

localización del alimento hacia la dirección del movimiento, como así también la detección de peligro. La integración y la coordinación de las actividades corporales en los animales se deben en gran parte al procesamiento de información en un auténtico sistema nervioso.

Los animales constituidos por células diferenciadas que forman tejidos, órganos y sistemas y presentan simetría radial y bilateral se denominan Eumetazoos o metazoos.

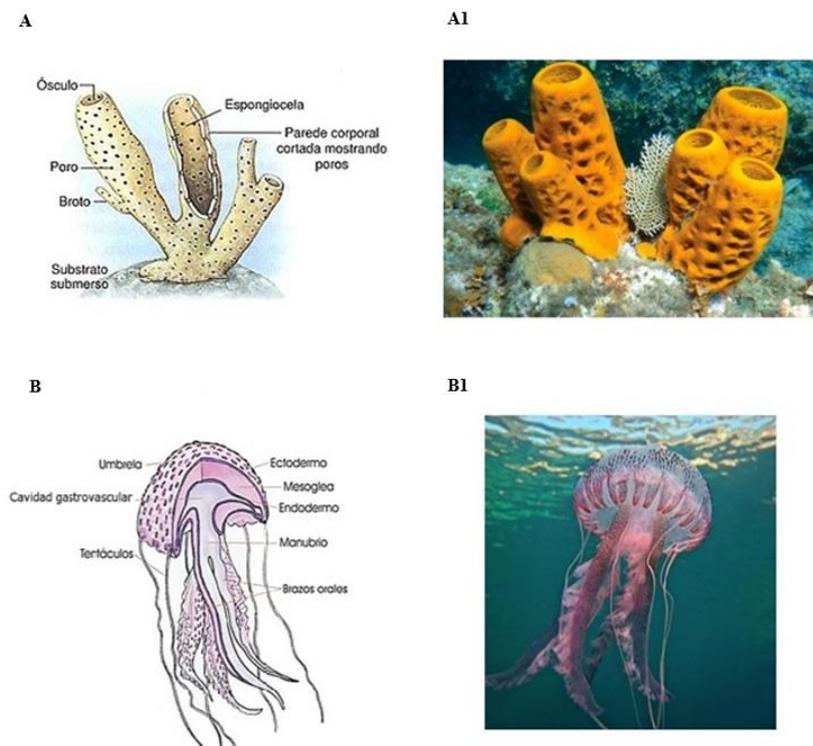
## ACTIVIDAD 1. ORGANIZACIÓN ANIMAL: NIVELES MORFOLÓGICOS CELULAR Y TISULAR

### Materiales necesarios:

- Material biológico: muestras de esponja y medusa.
- Material de laboratorio: pinzas, caja de Petri.

### Procedimiento:

1. Observe las muestras de esponja y medusa, proporcionadas por la cátedra y compare estos animales con los de la figura 6 A y B y reconozca en las muestras biológicas las estructuras señaladas.
2. En la figura 6 A1 y B1 señale y escriba el nombre de las estructuras reconocidas en las muestras.



**Figura 6.** Niveles de organización morfológica. A. Nivel celular, B. Nivel tisular.

3. Complete el siguiente cuadro con las características de grupos Poríferos y Cnidarios

Características	Muestra biológica: esponja	Muestra biológica: medusa
Grupo al cual pertenece		
Nivel morfológico de organización		
Capas germinativas Número y nombre		
Simetría del cuerpo		
Tipo de esqueleto		
Forma de obtención del alimento y digestión		
Forma de circulación de los nutrientes y desechos		
Hábitat		

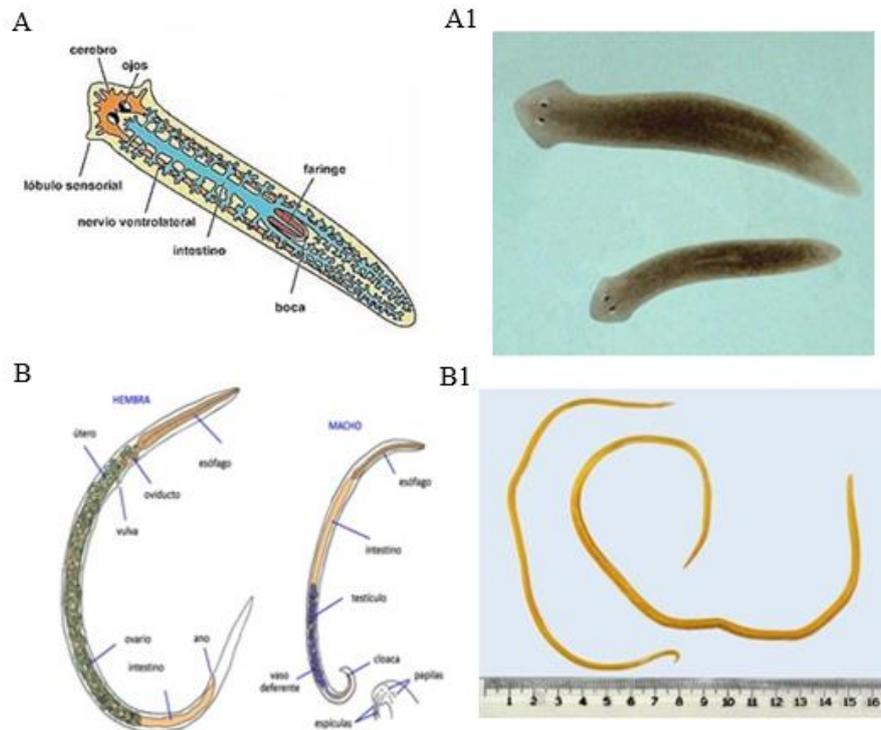
## **ACTIVIDAD 2. ORGANIZACIÓN ANIMAL: NIVEL MORFOLÓGICO ÓRGANOS**

### **Materiales necesarios:**

- Material biológico: muestras de «planaria» y «gusanos redondos».
- Material de laboratorio: pinzas y cajas de Petri.

### **Procedimiento:**

1. Observe las muestras de planaria y gusanos redondos, proporcionadas por la cátedra y compare estos animales con los de la figura 7 A y B.
2. En la figura 7 A1 y B1 señale y escriba el nombre de las estructuras reconocidas en las muestras.



**Figura 7.** Nivel de organización morfológica órganos. A. Platelminfos, B. Nemátodos.

3. Complete el siguiente cuadro con las características de las muestras analizadas de Platelminfos y Nemátodos.

Características	Muestra biológica: planaria	Muestra biológica: gusano redondo
Grupo al que pertenecen		
Capas germinativas Número y nombre		
Simetría y forma corporal		
Tipo de esqueleto		
Tipo de Sistema digestivo		
Órganos sensitivos		
Hábitat		

---

## ACTIVIDAD 3. ORGANIZACIÓN ANIMAL: NIVEL MORFOLÓGICO

### SISTEMA DE ÓRGANOS

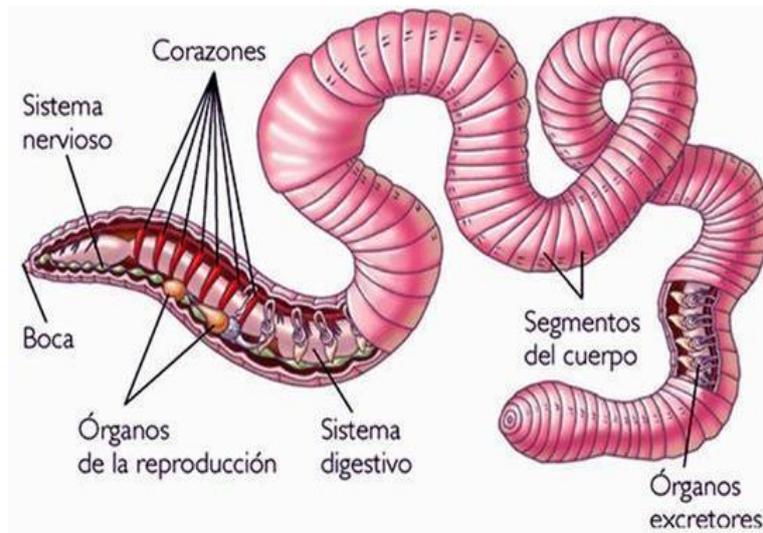
#### A. Disección de un Anélido

##### Materiales necesarios:

- Material biológico: Ejemplar adulto de lombriz de tierra (Anélido)
- Material de laboratorio: bisturí, aguja de disección, gotero, alfileres, telgopor, lupa.

##### Procedimiento:

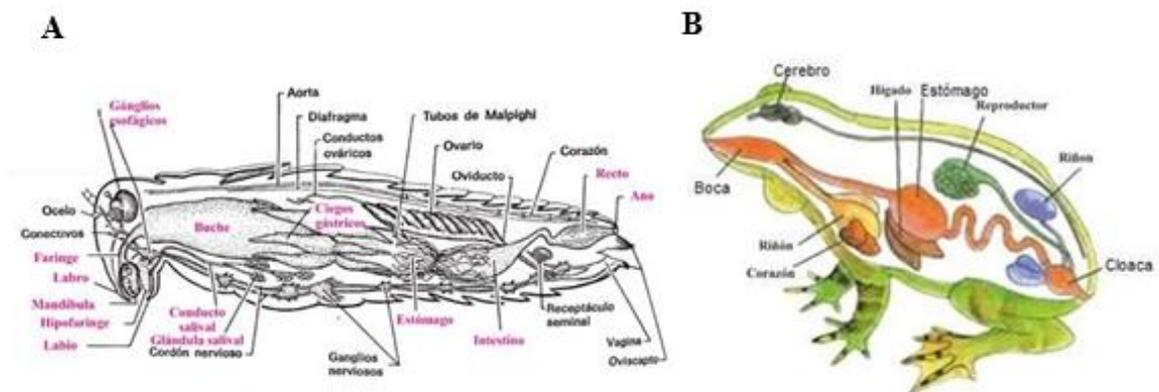
1. Colecte el animal teniendo en cuenta que debe ser un adulto en etapa reproductiva, lo que se pone de manifiesto por la presencia de clitelo (Figura 8).
2. Exponga al animal al efecto del éter en una cámara húmeda.
3. Utilizando una lupa reconozca la región cefálica, que incluye la boca.
4. Extienda el ejemplar sobre una placa de telgopor, sujetando ambos extremos con un alfiler de manera que quede tenso. El organismo debe ubicarse sobre la bandeja de disección disponiendo su cara ventral adosada al telgopor y con un pincel humedezca periódicamente.
5. Identifique los ejes y planos de simetría y las secciones del cuerpo (anterior/posterior, dorsal/ventral, derecha/izquierda).
6. Con la ayuda de una aguja de disección levante la pared del cuerpo (epitelio y capa muscular) y con un bisturí, siguiendo la línea media del cuerpo, realice una incisión a lo largo del ejemplar. Los dos bordes que resulten de la incisión deben desplegarse hacia los laterales y se sujetan con alfileres sobre el telgopor. En estas condiciones podrá observar el tubo digestivo.
8. Identifique la pared del cuerpo, el tubo digestivo y el celoma.
9. ¿Cómo es el tubo digestivo del organismo? Fundamente su respuesta.
10. Dibuje lo observado, señalando las estructuras reconocidas, los ejes y planos de simetría y las secciones corporales. Reconozca el celoma del organismo.



**Figura 8.** Nivel morfológico de organización sistema de órganos de la lombriz de tierra (Anélido).

### B. ACTIVIDAD DE COMPARACIÓN

Complete el cuadro en el que comparan tres grupos de animales que poseen sistema de órganos: Anélidos, Insectos y Anfibios (Figuras 8 y 9).



**Figura 9.** Nivel morfológico de organización sistemas de órganos. A. Insecto (Storer, 2010), B. Anfibio.

Características	Anélidos	Insectos	Anfibios
Capas germinativas Número y nombre			
Tipo de esqueleto			
Sistema nervioso			
Sistema respiratorio Estructura de intercambio gaseoso			
Sistema digestivo y alimentación			
Locomoción			

#### **ACTIVIDAD 4. ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN**

Realice una investigación bibliográfica teniendo en cuenta las características que se mencionan en el cuadro, y ejemplifique, utilizando una imagen, un animal que reúna las características de cada tipo (seleccione ejemplos diferentes a los utilizados en las actividades anteriores).

Características	Imagen y nombre vulgar
<p><b>TIPO 1</b> Diblastico Digestión incompleta en cavidad gastrovascular Exoesqueleto mineral de carbonato de calcio Sésiles (fijos al sustrato) Marinos</p>	
<p><b>TIPO 2</b> Triblasticos Cuerpo blando Respiración por branquias o cutánea Con caparazón mineral Tubo digestivo completo</p>	
<p><b>TIPO 3</b> Triblasticos Simetría bilateral Cuerpo dividido en 2 partes: cefalotórax y abdomen. Cuatro pares de patas Respiración por tráqueas o pulmones en libro Exoesqueleto articulado.</p>	
<p><b>TIPO 4</b> Triblasticos Simetría bilateral Tubo digestivo completo Respiración pulmonar Órganos de los sentidos en la región cefálica Endoesqueleto mineralizado</p>	

**Material bibliográfico de consulta:**

- Solomon EP, Berg LR, Martin DW (2013). Biología. Editorial Cengage Learning. 9ª Edición. Capítulo 30. Introducción a la diversidad animal.

