



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS

# Ficología y Briofitas

MANUAL DE PRÁCTICAS  
2013



***BIOLOGIA: PLAN DE ESTUDIOS 2008***

***Nombre del Profesor: Dra. Ma. Del Refugio González Esparza***

## CONTENIDO

<i>No. de práctica</i>	<i>Nombre de la práctica</i>	<i>No. Página</i>
	<i>Reglas de seguridad en el laboratorio</i>	<i>3</i>
	<i>Introducción General</i>	<i>4</i>
<i>1</i>	<i>Características de las algas, las briofitas y las plantas vasculares.</i>	<i>5</i>
<i>2</i>	<i>Técnicas de muestreo y preservado de algas marinas</i>	<i>12</i>
<i>3</i>	<i>Cultivos de fitoplancton y métodos de conteo</i>	<i>22</i>
<i>4</i>	<i>Pigmentos</i>	<i>28</i>
<i>5</i>	<i>Nivel de organización celular: Tipos de Talos</i>	<i>32</i>
<i>6</i>	<i>Estructuras de las algas</i>	<i>44</i>
<i>7</i>	<i>Tipos de ramificaciones y meristemas</i>	<i>48</i>
<i>8</i>	<i>Cianobacterias</i>	<i>54</i>
<i>9</i>	<i>Diatomeas y Dinoflagelados</i>	<i>69</i>
<i>10</i>	<i>Heterokontophyta: (Phaeophyceae) Y Rhodophyta</i>	<i>75</i>
<i>11</i>	<i>Chlorophyta y Charophyta</i>	<i>84</i>
<i>12</i>	<i>Las Briofitas</i>	<i>91</i>
<i>13</i>	<i>Briofitas y Hepáticas</i>	<i>95</i>
<i>14</i>	<i>Hepathophyta y Bryophyta</i>	<i>101</i>
<i>15</i>	<i>División Marchantiophyta</i>	<i>109</i>
<i>Literatura</i>		<i>124</i>

*REGLAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO*



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

### *INTRODUCCIÓN GENERAL*

Este manual de prácticas ha sido diseñado para ayudar a los estudiantes a aprender las características morfológicas, estructurales, fisiológicas, evolutivas, de reproducción y de la ecología de las algas y de las briofitas. A comprender los aspectos más importantes para la identificación, descripción e interpretación de la diversidad de las algas y briofitas así como también el analizar los cambios que han ocurrido durante la evolución de las algas verdes hasta las plantas no vasculares en el primer curso básico de la línea de Botánica dentro del curso de Ficología y Briofitas que se imparte en la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la UABC. Las clases teóricas se enfocan principalmente en los roles de las algas en los ciclos de nutrientes globales del pasado y del presente, la diversidad de especie y de las interacciones en los ecosistemas acuáticos, y de los florecimientos algales nocivos. El Laboratorio se enfoca sobre la identificación, cultivo, análisis de crecimiento y reproducción, y del establecimiento de la composición de la comunidad. El uso de microscopios y de técnicas básicas de histología y de ecología microbiana son componentes importantes en el trabajo de laboratorio.

Para implementar el desarrollo de las prácticas se obtendrán ejemplares de algas representativos de cada División de diferentes zonas costeras. Para el caso de las briofitas se colectarán en zonas alrededor de Ensenada como son El Cañón de Doña Petra y San Antonio de las Minas. Se cultivarán algas y briofitas para que se trabaje con un diseño experimental y aprenda a manejar micoecosistemas y los factores ambientales que afectan su ecología como parte de las competencias que el estudiante debe alcanzar en su aprendizaje. Los diferentes tópicos serán ilustrados con imágenes tomadas de diferentes fuentes (Libros de Texto, Páginas Web, etc.), para facilitar la comprensión de los aspectos teóricos que se intentan reforzar en cada sesión de laboratorio. Al final de cada práctica el alumno contestará un cuestionario de apoyo al tema relacionando lo que se va observando en el desarrollo de la práctica y lo ya visto en clase y con el apoyo de figuras, fotografías y libros de texto. El objetivo del curso es proveer al estudiante con suficiente conocimiento y experiencia de laboratorio en algas (macro y micro) y de briofitas. Al final se pretende que el estudiante sea capaz de; 1) Describir las propiedades ambientales y ecológicas que afectan su crecimiento. 2) Diferenciar entre las Divisiones de algas y briofitas, 3) Describir las historias de vida y clasificar a las algas y a las briofitas, 4) Evaluar y describir la influencia del hombre en los ecosistemas algales y de las briofitas y 5) ubicar a las algas y a las briofitas en el contexto global de su aplicación e importancia.

**PRACTICA #1: Características Generales de las algas marinas y sus diferencias con las plantas terrestres**

Ficología y Briofitas:

Objetivos:

- 1) Conocer las diferencias entre las algas y las plantas terrestres (Briofitas y plantas vasculares)
- 2) Establecer la función de las estructuras más importantes de los dos grupos.
- 3) Diferenciar y dibujar estructuras en cortes transversales

Introducción:

**Parte I. Algas**

Las algas marinas tienen clorofila *a* y pigmentos accesorios, fotosintetizan. Estas van desde unicelulares de 1 – 20 µm (*Chlorella*, *Dunaliella*, etc.) a estructuras multicelulares complejas de más de 50 m (*Macrocystis pyrifera*). Las microscópicas flotan en el agua (fitoplancton) y las macroscópicas viven pegadas sobre la zona rocosa de las costas y son caracterizadas por un estipe, estructura de fijación (por un sistema rizoidal) y una o más láminas. El cuerpo de un alga se denomina **Talo**, que varía en talla, forma y organización (Fig. 1). El talo carece de raíces, hojas verdaderas, etc. No necesitan de tejidos para conducir el agua ya que están rodeadas por ésta. Carecen de una cutícula cerosa como la tienen las plantas terrestres. Se reproducen por diferentes tipos de esporas, no tienen semillas. Su reproducción sexual puede ser isogámica, anisogámica u oogámica. El gametangio femenino no está rodeado por una pared de células estériles como en las criptógamas.

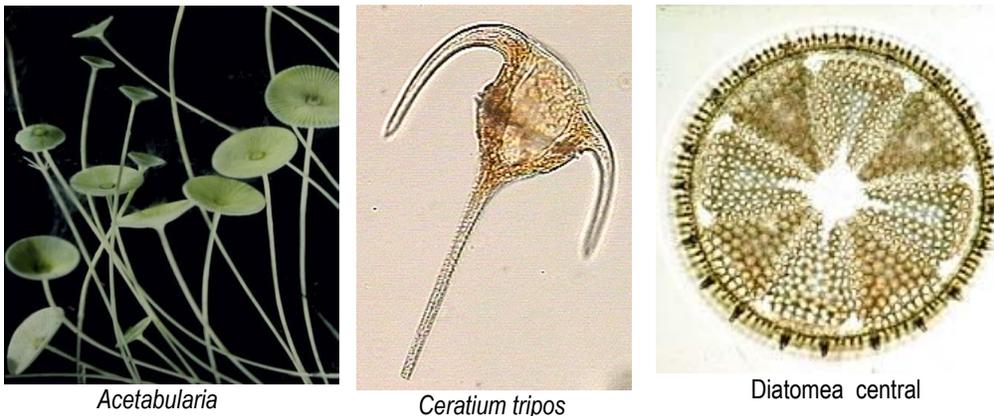


Fig. 1. Talos unicelulares

*Macrocystis* (kelpo) (Orden Laminariales) es un tipo de alga parda que presenta una complejidad morfológica. Presenta estructura de fijación ramificada (háptera). El talo consiste de diferentes regiones basadas en su apariencia y función. Tiene estipes que nacen del háptera. El háptera está cubierto por un meristodermo, cuyas células producen numerosos rizoides que se meten en los espacios o cavidades del sustrato y secretan un mucílago adhesivo que asegura una fijación fuerte.

Cada lámina consiste de un estipe corto, de una vejiga llena de gas (pneumatocisto) y de una lámina aplanada. Una planta individual llega a alcanzar más de 60 m. El crecimiento ocurre en la base de la lámina y en las partes apicales. En sus formas más simples, consta de una capa externa pigmentada que rodea a una capa interna de células elongadas no pigmentadas.

En la lámina y en el estipe de un kelpo (*Nereocystis*, *Macrocystis* y *Laminaria*) se reconocen tres regiones (Fig. 2):

- 1.- Capa de Meristodermo, capa externa (epidermis) compuesta de células pequeñas compactadas con pared gruesa y pigmentada. Región en donde ocurre la actividad fotosintética. Sus células se dividen dando longitud o grosor al alga dependiendo del plano de la división celular. El crecimiento en las algas pardas está restringido en la región de los

meristodermos del talo. Mientras que en otros miembros de las Laminariales, este crecimiento es intercalar. En otras Fucales, el crecimiento el meristemo es apical como en *Fucus*, *Hormosira*, etc. En las Durviaeales, el crecimiento no está restringido a una región meristemática localizada, sino que está en toda la superficie de la lámina y el crecimiento se llama difuso.



Hapterios de *Macrocyctis*



Estipe y lamina de *Egreigia*



Lamina de *Alaria sculenta*

Fig. 2

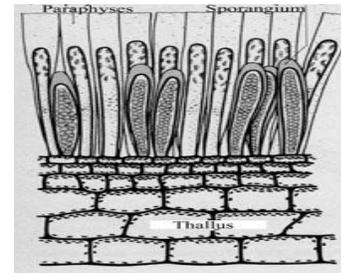
2.- **Córtex.** Células de la capa justamente abajo de las capas externas. Está compuesta de células grandes, no pigmentadas y sin forma regular.



Estipe de *Macrocyctis*



Fronda de *Macrocyctis*



Estructuras fértiles de *Macrocyctis*

Fig. 3

3.- **Médula**, la capa más interna del alga compuesta de células elongadas sobre el eje longitudinal, descoloridas inmersas en una copiosa cantidad de mucílago. Las células de la médula alcanzan su complejidad en *Macrocyctis* donde se encuentran las células trumpete (Fig. 3). Estas células son similares al tejido conductor (floema) de las plantas vasculares y se cree que también tienen actividad en la translocación de la fotosintata alrededor del talo. Las paredes transversales de los filamentos jóvenes son perforadas por áreas de plasmodesmos de tal forma que se ven como placas de conducción. Las paredes transversales de los filamentos viejos son más parecidas a las plantas superiores ya que son rellenos con calosa, como sucede también en las placas de los tubos conductivos del floema de las plantas vasculares (Fig. 4).

En otras algas pardas, las células que están dentro de la médula, desarrollan cámaras de aire. Esto da la apariencia característica de un panal de abejas en el talo y es responsable de incrementar la flotabilidad de la planta.

Realiza cortes transversales de algas marinas de *Ulva*, *Codium* y *Porphyra* con la técnica de dos portaobjetos en forma manual con la ayuda de navajas de disección o de rasurar de un filo y obsérvalos bajo el microscopio. Dibuja las estructuras y compáralas con los cortes observados de plantas terrestres.

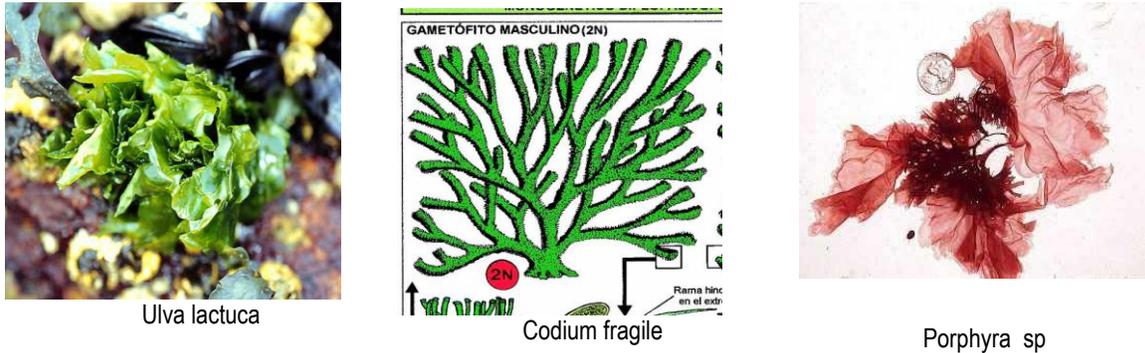


Fig. 4

Examina un corte de un estipe de *Macrocystis* y compáralo con el tallo de una briofita y una vascular, realiza esquemas. También realiza cortes de la lámina y registra tus resultados. Compáralos con el corte de una hoja de planta terrestre.

Observa y distingue las partes del talo de un alga microscópica y de una macroscópica, realiza esquemas y compáralas con las observaciones de las plantas vasculares (compara con los esquemas proporcionados).

## Parte II: Plantas terrestres

Como ya vimos en la sección anterior, las algas son primeramente acuáticas; las pocas que viven sobre la tierra la mayoría son unicelulares o son filamentos simples y generalmente ocurren en hábitat que está continuamente húmedo. Excepto para las formas flotantes, éstas, están limitadas en su distribución a los lagos, océanos, etc. por la profundidad a la cual suficiente luz puede penetrar para que ocurra la fotosíntesis y mantener su vida y crecimiento. La luz no es un factor limitante en la tierra, pero esencialmente todas las algas expuestas al aire se desecarían y morirían dependiendo del tiempo de exposición a la atmosfera. Las plantas verdes más sencillas, las cuales muestran un grado considerable de adaptación al ambiente terrestre son las briofitas: División Bryophyta. Contrasta y analiza la diversidad de algas y plantas (briofitas, criptógamas) por sus estructuras y por los detalles de su Historia de vida. Observa de que manera las plantas están adaptadas a la vida en aire. Registra también la variedad en tamaños, forma y estructura de las algas, briofitas y plantas vasculares.

Las plantas pueden ser clasificadas en base a la presencia o ausencia, al arreglo y función del tejido vascular. Este consiste de dos tipos; 1) el Xilema, quien transporta agua y minerales, 2) el floema, que transporta nutrientes orgánicos tales como los azúcares. El agua que se toma por las raíces se mueve hacia arriba por el xilema a las hojas donde una gran porción del agua se evapora (Transpiración). El proceso de transpiración jala el agua por los tubos angostos del xilema por cohesión. Los tallos de las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas difieren en el arreglo del tejido vascular. En las mono, este tejido está distribuido al azar. En las herbáceas (no leñosas) y leñosas dicotiledóneas, los paquetes vasculares están arreglados en una forma circular.

Actividad:

1.- Examina varias preparaciones permanentes de cortes de tallo y hojas de diferentes plantas (Tabla 1) y observa el arreglo vascular. Cada paquete está orientado de tal forma que el xilema está cerca del centro y el floema está cerca de la superficie (Fig. 5 y 6).

2.- Examina un corte de una dicotiledónea (herbácea) y observa que los paquetes vasculares están arreglados en un anillo, también observa los siguientes tejidos de la epidermis, córtex y médula (Fig. 6).

3.- Observa al microscopio al menos un corte de una planta monocotiledónea.

4.- Examina un corte de hoja dicotiledónea y compara sus estructuras con las de la Fig. 7. Realiza esquemas de cada observación y anota los nombres de las estructuras identificadas apoyándote en las figuras previamente indicadas.

**Tabla No. 1.- Órganos y tejidos principales de plantas vasculares**

Función de Tejidos	Raíces	Tallo	Hojas
	Absorben agua y minerales	Transporta agua y nutrientes	Lleva a cabo la fotosíntesis
Epidermis	Cabellos de la raíz absorben agua y minerales	Protege tejidos internos	Sus estomas realizan el intercambio de gases
Córtez	Almacena productos de la fotosíntesis	Lleva a cabo la fotosíntesis si es verde	
Médula vascular (pith)	Transporta agua y nutrientes	Transporta agua y nutrientes y almacena productos de fotosíntesis.	Transporta agua y nutrientes
Mesófilo a) capa esponjosa			a) intercambio de gases
b) Capa de palizada			b) Fotosíntesis

5.- Dibuja cada observación anotando el nombre respectivo de cada parte y compara esas estructuras con las de una planta terrestre

Material:

Microscopio compuesto

1 caja de petri

Estuche de disección

Muestras de algas

2 portaobjetos con 2 cubreobjetos

Preparaciones permanentes

Cuestionario:

1.- Al comparar las estructuras de los cortes de algas y plantas superiores ¿Cuál es tu conclusión?

2.- ¿Cuál es la función de las láminas de un alga marina?

3.- ¿Cuál especie de las que observaste presenta pneumatocistos?

4.- ¿Cuál es su función?

5.- ¿Qué contienen?

6.- ¿Compara el grosor del estipe de varias algas y discute entonces cuál es su función?

7.- ¿Tienen raíces las algas? ¿Cómo transportan agua y nutrientes?

8.- ¿Qué son las células trumpete? ¿Quiénes las presentan? ¿Cuál es su función? ¿Cuál es la semejanza de estas células con las estructuras de conducción de las plantas terrestres?

9.- ¿Qué diferencias puedes recalcar sobre las observaciones de los cortes de las láminas de *Macrocystis*, *Ulva*, *Codium* y *Porphyra*?

- 10.- ¿Qué diferencias y similitudes existen entre *Macrocystis*, *Ulva*, *Codium*, *Porphyra* y *Dunaliella*?
- 11.- ¿Por qué las algas son no vasculares?
- 12.- Escribe al menos 5 características principales que caracterizan a las algas.
- 13.- ¿A qué Reino pertenecen las algas? ¿A qué Reino pertenecen las briofitas, los pastos marinos y los manglares? ¿Por qué?
- 14.- ¿Cuáles son las evidencias que sugieren que las algas y las plantas vasculares evolucionaron de un alga verde multicelular ancestral común?
- 15.- ¿Cuáles son las divisiones que comprende el Reino Protista?
- 16.- ¿A qué Reino pertenecen las cianobacterias? Qué las caracteriza?
- 17.- ¿Qué son las estructuras conocidas como floema y xilema? ¿Quiénes las presentan? ¿Cuál es su función?
- 18.- Contrasta los ciclos de vida de *Ulva*, *Macrocystis* y un musgo y concluye. ¿Por qué es importante conocer su historia de vida?
- 19.- Elabora una tabla en la que compares las características de algas procarióticas, eucarióticas y briofitas en cuanto a sus diferentes estructuras, pigmentos, productos de almacenamiento y hábitat.
- 20.- Registra y compara la variedad en tamaños, forma y estructura de las algas, briofitas y plantas vasculares que observaste y concluye.

<http://bio.research.ucsc.edu/people/carr/macrocystis/reproduction.htm>

En esta página pueden buscar lo de *Macrocystis*

### Taxonomía

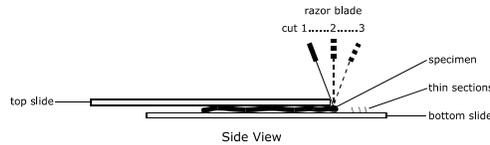
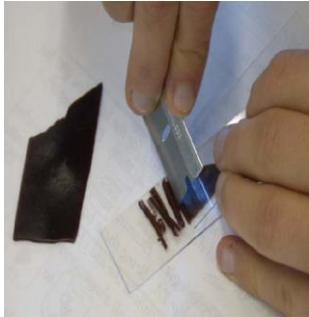
División: Chromophyta  
Clase: Phaeophyceae  
Orden: Laminariales  
Familia: Lessoniaceae  
Género: *Macrocystis*  
Especie: *pyrifera*

## Laboratorio 1: Parte 2. Características Generales de las algas marinas y sus diferencias con las plantas terrestres

### Parte I. Algas. Cortes

Se pueden observar algunos rasgos realizando preparaciones de cortes longitudinales y transversales. Para hacer secciones delgadas, se utiliza una navaja de un filo o un bisturí para hacer cortes transversales. Para las algas que son delgadas, se toma una sección y se coloca sobre el portaobjetos y se agrega unas dos gotas de agua y se cubre con el cubreobjetos. En la figura de abajo se muestra como realizar los cortes transversales. Se coloca el alga entre dos portaobjetos, el de arriba se va deslizando sobre el alga hacia atrás para ir dejando secciones delgadas del alga libre del portaobjetos superior y proceder a cortarla. El movimiento del cubreobjeto es lento para que el corte sea delgado.

La navaja o bisturí debe tener un ángulo perpendicular al portaobjetos y cortar. Desecha los cortes gruesos. Colocar los cortes en una caja de petri con agua de mar destilada y de ahí seleccionar solamente los más delgados para hacer preparaciones semipermanentes.



Teñir los cortes

Observar a los organismos al microscopio compuesto antes de teñir. La Tabla No.1 muestra las diferentes tinciones que se pueden aplicar para diferenciar estructuras. En las otras figuras se muestran los procedimientos para realizar las tinciones correctamente y proceder a preparar montajes semipermanentes de cortes algales.

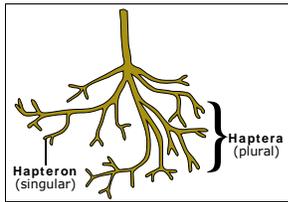
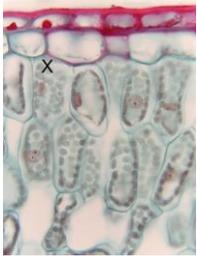


Tabla No. 1. En esta tabla se muestran las diferentes tinciones según la estructura a estudiar.

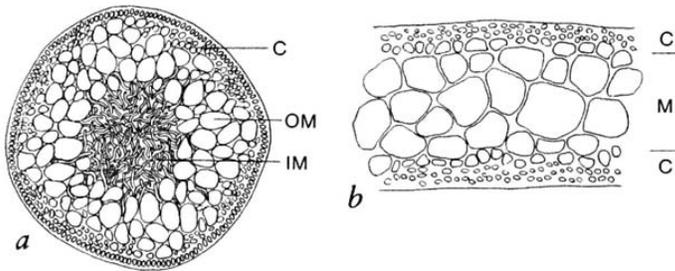
Staining Specimens					
Stain	Aniline Blue	IKI	Malachite Green	Methylene Blue	Crystal Violet
<b>Interacts with</b>	Cellulose cell walls Cytoplasm Achromatic figures	Starch	Cell walls Cytoplasm Nucleus Chloroplasts	Cutinized cell walls Nucleus	Achromatic figures Cutinized cell walls Lignified cell walls Nucleus Plastids

En estas figuras se muestran cortes de la hoja de una planta terrestre (A) y cortes de un alga roja (B) con el fin de que te familiarices con el arreglo celular y logres contrastar sus diferencias.



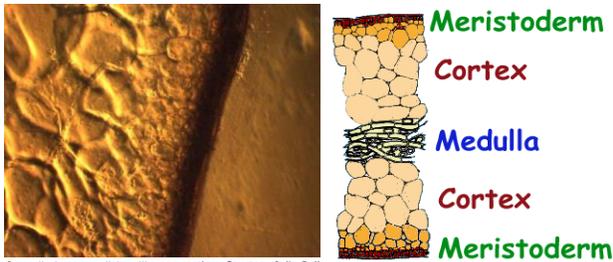
A

Land plant leaf showing epidermis and mesophyll layers. From James D. Mauseth, *Plant Anatomy*.



Internal cellular structure for two red algae. a. *Sarcodiotheca gaudichaudii* (3 mm); b. *Rhodymenia* sp. (0.5 mm); C = cortex, IM = inner medulla, OM = outer medulla, M = medulla. From *Seashore Plants of California*, by E. Yale Dawson and Michael S. Foster.

B



*Sarcodiotheca gaudichaudii* cross section. Courtesy Julia Bell.

B

### *PRACTICA #2.* Técnicas de muestreo y preservado de algas marinas

#### **INTRODUCCION:**

Las algas marinas son altamente importantes como productores primarios de materia orgánica en ambientes acuáticos a través del proceso de la fotosíntesis. Son importantes como fuente de alimento para otros organismos heterótrofos, así como también sus productos de secreción y excreción. Más de 70 especies de algas marinas (la mayoría rojas y pardas) se han empleado como alimento humano en países orientales y muy poco en el resto de los países del mundo. En general tienen actividades benéficas para el hombre, en las industrias alimenticias y farmacéuticas. Para su estudio, se requiere de la investigación de las especies de algas marinas. Se deben conocer las características de reproducción, morfología, distribución y hábitat. Como primer paso es necesario conocer las técnicas de colecta y preservación de las algas con el fin de llevar a cabo su identificación, información que se podrá relacionar con las demás características ecológicas y fisiológicas.

Objetivo: Conocer las técnicas de muestreo y preservación de algas marinas.

Los aspectos que se deben considerar en un muestreo de algas son los siguientes:

- 1.- Muestreos en la zona intermareal. Para programar el tiempo de traslado al sitio de muestreo se debe conocer la fecha y hora de la marea baja. Se recomienda iniciar el muestreo dos horas antes de la marea baja.
- 2.- Se recomienda trabajar en equipos de tres personas para los muestreos de las zonas intermareales y submareales. Las actividades se reparten en colecta, separación de organismos, etiquetado, toma de datos de campo, etc...
- 3.- Evitar utilizar utensilios con filo (cuchillos) y recipientes de vidrio durante la colecta.
- 4.- Vestir ropa adecuada (pantalones tipo "jeans"), tenis o botas.
- 5.- No recolectar dando la espalda a las olas.
- 6.- Recolectar algas en diferentes tipos de sustratos, sobre las rocas, entre las rocas y abajo de éstas.
- 7.- Recolectar a diferentes profundidades.
- 8.- Buscar las algas pequeñas que se encuentran desarrollándose en las bases de otras algas grandes y/o sobre otras algas y animales.
- 9.- Los ejemplares grandes, se conservan solamente las partes representativas del talo (que presente las características de ramificación, de fijación, de reproducción, etc.).
- 10.- En el caso de ejemplares globosos, éstos se conservan en frascos con formol.

## TECNICAS DE RECOLECTA

Estas son dos y varían de acuerdo al tipo de sustrato y profundidad.

### 1.- Recolecta manual desde la zona intermareal a la submareal (Fig. 1)

Las algas se recolectan en forma manual con la ayuda de una espátula de 6-8 pulgadas. Esta técnica, aunque sencilla requiere de mucha paciencia y habilidad en la búsqueda de ejemplares “escondidos” y pequeños. Tener cuidado de desprender los ejemplares completos con su estructura de fijación ya que en algunos casos es importante para su identificación. Los ejemplares deben ser etiquetados individualmente y ponerse en bolsas de plástico o bien colocarse en grupos que correspondan áreas específicas o niveles de marea. Posteriormente, las bolsas se guardan todas juntas en una cubeta para su posterior etiquetado y preservación en el laboratorio.

Este tipo de recolecta se lleva a cabo en diferentes hábitats tales como:

- a) Sustrato macizo, los cuales son duros en consistencia y pueden ser de dos tipos:
  - i) Fijos: como las rocas, pilotes y obras portuarias.
  - ii) Móvil: Conchas, cangrejos, madera, redes y embarcaciones.
- b) Sustrato blando: Este está constituido de arena, fango, limo o arcilla o la combinación de ambos.

### 2.- Recolecta con draga para recolecta en la zona submareal

Para ello se utilizan dragas para sustratos blandos (draga o red de arrastre) y dragas para sustrato rocoso (draga de bentos).

## CUADERNO DE CAMPO

Cada equipo de estudiantes deberá tener un cuaderno de registro de datos de campo en el cual se anotará lo siguiente:

FECHA DE MUESTREO:	8 DE FEBRERO DE 1998
LUGAR DE MUESTREO:	PUNTA CABRAS, BAJA CALIF., MEXICO
COLECTOR (S):	LUCILA MARTINEZ LARA, SANDRA GONZALEZ
DESCRIPCION DEL AREA DE MUESTREO:	
Profundidad o nivel en la que se realiza el muestreo:	
Sustrato rocoso	temperatura del agua de mar
Salinidad	área protegida al oleaje
pendiente suave	

### OBSERVACIONES GENERALES:

- La vegetación dominante
- Característica de su distribución
- Toda esta información recopilada en el cuaderno de campo es importante ya que así se tienen datos que son útiles y necesarios para cualquier investigación.
- Cada una de las “especies” recolectadas (pueden ser varios especímenes de la misma especie) deberán de estar etiquetados (número de colecta) y corresponderán a una colecta específica de un lugar y fecha específica.

### PRESERVACION DE ALGAS:

Inmediatamente después del muestreo, todas las muestras deben de ser preservadas con una solución de formaldehído al 4 % en agua de mar filtrada. La técnica consiste en cubrir completamente los ejemplares con la solución de formalina preparada. Se recomienda separar los ejemplares de cada división dentro de bolsas de plástico a fin de añadir la solución fijadora.

El material preservado deberá permanecer por al menos 24 horas en la solución, en un lugar fresco y oscuro para evitar su decoloración. Cuando se tiene cierta experiencia en la identificación de algas marinas, se recomienda que antes de realizar montajes o herborizado, se identifiquen las muestras ya que es más fácil realizar cortes para reconocer alguna estructura interna/externa o de reproducción.

#### Material necesario

- |                                        |                              |
|----------------------------------------|------------------------------|
| 1.- Tabla Mareas                       | 9.- Guantes de pescador      |
| 2.- Balde de plástico con tapa         | 10.- Zapato tenis o de surf  |
| 3.- Espátula                           | 11.- Short, gorra o sombrero |
| 4.- Cuchillo Fuerte                    | 12.- Cámara fotográfica      |
| 5.- Martillo y cincel                  | 13.- Etiquetas de colgar     |
| 6.- Bolsas de plástico auto adheribles | 14.- Masking-tape            |
| 7.- Libreta campo, lápiz               | 15.- GPS                     |
| 8.- Termómetro                         |                              |

#### Colección de algas marinas

- 1.- Herbario:

¿Qué es un herbario? Un herbario es una colección de plantas preservadas mantenidas para propósitos científicos. Los especímenes son cuidadosamente prensados, secados, montados sobre papeles rígidos y

guardados en gabinetes metálicos. Otros especímenes son preservados en líquido (alcohol o formalina). Todos los especímenes van acompañados de los datos indicados en la sección anterior. Las colecciones están basadas en la deshidratación de ejemplares y la técnica consiste en acomodar en forma individual un ejemplar en una cartulina tipo Carolina de color blanco de [28.5 x 42.5 cm](#). (hoja de herbario). Cada espécimen forma parte de una documentación de conocimiento científico. Se almacenan varios (o más) especímenes para cada especie para representar su amplia variabilidad tanto morfológica como geográfica. La morfología de las algas es afectada por las condiciones de crecimiento, edad y estación del año.

Procedimiento:

a).- Se acomoda la planta empleando una charola con agua de mar, en la cual se sumerge la cartulina y posteriormente se acomoda el ejemplar con el fin de que las características propias de cada espécimen queden visibles (no encimadas).

b) Después se levanta la cartulina colocando una mano por abajo y en la parte central de ésta para permitir que escurra el exceso de agua y volver a acomodar el ejemplar con la ayuda de pinzas o agujas de disección.

c) Se coloca una hoja de papel encerado por encima del ejemplar para evitar que se adhiera al papel secante (periódico), se coloca un juego de 5 hojas de papel periódico por encima del papel encerado y otras cinco por debajo de la cartulina que porta el alga.

d) Este proceso se realiza para cada hoja de herbario y se pueden encimar juegos de más o menos 30 cm, los cuales pueden ser deshidratados de varias maneras:

- i) En juegos de más o menos 30 cm, se colocan una parrilla de madera encima y otra por debajo, se aplica poca presión y se amarra todo en conjunto con cuerdas.
- ii) El papel secante debe ser cambiado dos veces al día los primeros tres días y del cuarto día en adelante una vez diario hasta obtener la deshidratación del ejemplar.
- iii) Existe otra manera rápida de deshidratar, la cual consiste en seguir el procedimiento anterior pero colocando el juego sobre un costado en un secador de algas.

El secador consiste en una caja de madera con tapadera la cual es calentada interiormente por focos. El papel secante y encerado es cambiado dos veces al día. Se recomienda que entre el papel secante se incluya cartón corrugado con las estrías colocadas hacia arriba, para que el aire caliente permita una rápida deshidratación.

e) Cada hoja del herbario debe tener previamente un número de registro escrito con lápiz en la parte inferior derecha, el cual deberá corresponder al número de colecta contenido en la libreta de campo.

f) El proceso de deshidratación es variable el cual depende principalmente del grosor del ejemplar y de cambiar constantemente el papel secante. Es importante mencionar que el proceso de deshidratación no es para que el ejemplar se adhiera a la cartulina del herbario, éstas son montadas con algunas tiras delgadas de cinta adhesiva y/o con hilo y papel engomado.

### 2.- Especímenes en fresco:

- a) Las colecciones en fresco se realizan para ejemplares que se desean analizar a corto o mediano plazo. Aunque también se hacen para ejemplares que son globosos, voluminosos y ejemplares pequeños o filamentosos.
- b) Esta técnica consiste en poner ejemplares individualmente o colectivamente (varios) en frascos de plástico o vidrio con una solución de formaldehído al 4 % con agua de mar o en alcohol etílico al 70%.
- c) Los frascos deben guardarse siempre en lugares frescos y oscuros para evitar la decoloración de los organismos.
- d) Se recomienda cambiar la solución una vez al año.

### 3.- Preparaciones semipermanentes:

- a) Esta técnica se emplea para ejemplares filamentosos, laminares pequeños o para cortes citológicos.
- b) Todo material debe estar previamente por 24 horas en la solución de formaldehído al 4% con agua de mar filtrada.

#### Preparación del medio de montaje:

\* para preparar 100 ml de medio se necesita de:

70 ml de miel karo syrup

30 ml 0.04% de azul de anilina en 0.1 % de ácido acético

100 mg de fenol

se mezclan los componentes, se centrifugan y se ponen en un frasco con gotero.

#### Preparación del montaje:

- \* En un portaobjetos se coloca una gota “medio” y se procede a acomodar el ejemplar.
- \* Se coloca el cubreobjetos suavemente de manera inclinada sobre el ejemplar tratando de evitar las burbujas.
- \* Se deja secar en posición horizontal en un lugar fresco y oscuro por espacio de 24 horas.
- \* Posteriormente se limpia el excedente con una toalla de papel y con alcohol, se sellan los bordes del cubreobjeto con barniz transparente para uñas.
- \* Se deja secar por 24 horas y se da una segunda mano de barniz.
- \* La preparación se etiqueta en la parte derecha con papel engomado y se incluyen los siguientes datos: Nombre de la especie, lugar y fecha de colecta, número de colecta, etc.

### **Descalcificación de algas calcáreas (tienen carbonato de calcio):**

Las células de las algas coralinas contienen carbonato de calcio, por lo que éstas deben de ser descalcificadas previamente a la realización de cortes citológicos.

1.- Antes de la descalcificación, se deben realizar preparaciones preliminares. Un espécimen debe ser examinado bajo el microscopio de disección y se escoge una área de la cual se remueve una sección para su estudio. Existen varias soluciones para descalcificar (Acido Nítrico al 10%, solución de **Perenjís**, Acido Nítrico al 1% (en 5% de formalina con agua de mar), Acido Acético al 5% en formalina con agua de mar al 5%, EDTA). La selección de una de éstas depende del tipo de secciones que serán cortadas y si es necesario probar con diferentes soluciones con el fin de obtener mejores resultados.

2.- La solución de Perenjís, es la que ofrece un burbujeo menor y así daña menos el material.

3.- La técnica consiste en poner ejemplares o fragmentos en una caja de petri y agregar con un gotero la solución de Perenjís, se dejan por espacio de 6 horas. Posteriormente se pueden realizar los cortes utilizando la técnica descrita anteriormente.

### Preparación de la solución de Perenjís

\* 4 partes de ácido nítrico al 10 %      \* 3 partes de etanol al 70 %      \* 3 partes de ácido crómico al 0.5 %

### Etiquetas de datos:

1.- Una vez que se preservan los especímenes con cualquiera de los procedimientos anteriores, se etiquetan individualmente.

2.- De acuerdo al No. de colecta que fue escrito en la cartulina durante su preparación, se buscan todos los datos para llenar su etiqueta.

3.- En el caso de un herbario, la etiqueta se pega con goma líquida (solamente en la parte superior de la misma) en la parte inferior derecha de la hoja de herbario. La etiqueta entonces queda libre de goma en la parte inferior con el fin de mantener la información y observaciones originales realizadas en la identificación para posterior consulta.

### **ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA:**

1.- Realizar un ejercicio de herborización de las 3 algas marinas, previamente colectadas para la extracción de pigmentos (usarás una parte para herborizar y la otra para los pigmentos). Anotar todos los datos incluyendo los de marea.

2.- Revisar la tabla de mareas para los meses de las salidas de campo que se realicen (viernes 8 de febrero y Lunes 11 de febrero y para la del 10 y 11 de marzo). Buscar las fechas y horas de las mareas más bajas para esos días por separado, en el área de Ensenada y para San Quintín respectivamente. Entrar a la página del CICESE y

seleccionar pronóstico de mareas= <http://www.cicese.edu.mx/index.php> ). Así como su magnitud para cada mes. <http://oceanografia.cicese.mx/predmar/calmen.php>

### Material:

- |                                                    |                                                |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.- 1 cuba por equipo                              | 8.- Magitel                                    |
| 2.- Estuche de disección                           | 9.- Papel periódico                            |
| 3.- Cartulina (tipo Carolina),                     | 10.- Prensa o dos tablas de la misma           |
| 4.- Algas marinas colectadas                       | medida de la cartulina más una cuerda o cinto. |
| 5.- Formalina al 4% Neutralizada                   | 11.- Papel Toalla                              |
| 6.- Papel cera                                     | 12.- Brocha ½ ancho                            |
| 7.- Recipiente (Frasco) de plástico grande c/ tapa | 13.- Goma Liquida                              |

Nota: Todo se registra en la bitácora. Solamente se entregan las algas herborizadas, ya que éstas serán anexadas y descritas en el reporte No. 1 junto con la descripción de la zona de colecta y la práctica de pigmentos (Lab. 4) en la fecha que se indicará durante la clase. Los cuestionarios respectivos de cada práctica deben estar contestados en su bitácora. El reporte No.1 se entrega en equipos de 5 personas, de las que hicieron la colecta. El formato del reporte es a manera de publicación.

### Cuestionario:

- 1.- ¿En qué consiste un herbario?
- 2.- ¿Cuál es su importancia?
- 3.- ¿Cuáles son los pasos de una colecta de macroalgas?
- 4.- ¿Para qué sirve la solución de Perenjis?
- 5.- ¿Por qué se debe de lavar las algas frescas con agua de la llave antes de preservarlas o herborizarlas?
- 6.- ¿Qué debes de hacer para realizar preparaciones con cortes de algas calcáreas?
- 7.- ¿Por qué debes guardar las muestras de algas con formol y mantenerlas en la oscuridad?
- 8.- ¿Cómo preservas las algas calcáreas?
- 9.- ¿Cómo preservas las algas globosas o muy pequeñas?
- 10.- Describe ampliamente las características de las diferentes zonas donde habitan las algas bentónicas en el intermareal.
- 11.- ¿Qué materiales debes incluir para la colecta de las algas bentónicas?
- 12.- ¿Qué aspectos debes considerar cuando vayas a colectar algas bentónicas?

- 13.- ¿Cómo colectarías a las microalgas (fitoplancton)?
- 14.- ¿Con cuál solución las preservarías? ¿Qué contiene? ¿Por qué?
- 15.- ¿Qué tipo de recipiente utilizarías?
- 16.- ¿Dónde habita el fitoplancton?
- 17.- ¿Qué es una red de plancton? Para qué sirve? Dibuja una.
- 18.- ¿Cuál es la diferencia entre el fitoplancton, las microalgas y las macroalgas?
- 19.- ¿A qué se refiere la luz de malla de una red?
- 20.- Sí queremos coleccionar nanoplancton, ¿de qué luz de malla debe de ser la red de colecta?



Fig. 1

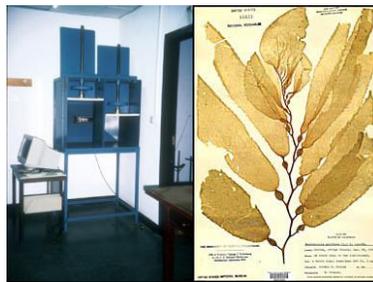


Fig.2

- 21.- Completa con los nombres de las zonas de distribución de las algas y los organismos que se encuentran en ellas. Explica la diferencia entre las zonas y que factores son determinantes en ellas para limitar la distribución de las algas. ¿Qué estrategia presentan las algas para sobrevivir en esas zonas. Explica en detalle toda la Figura.

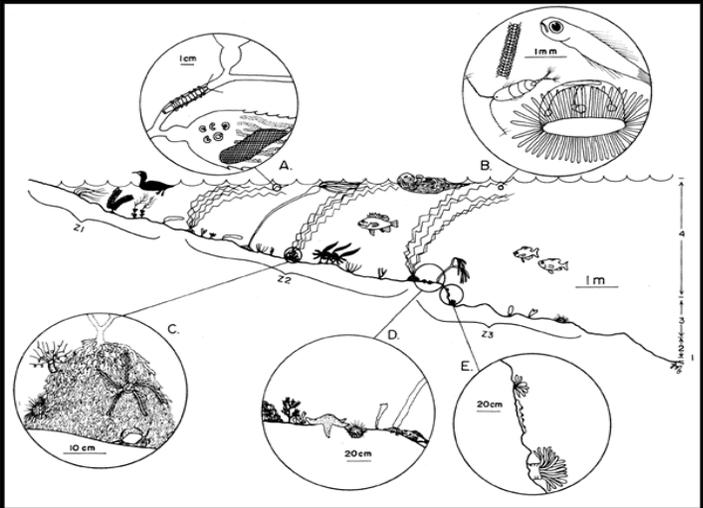
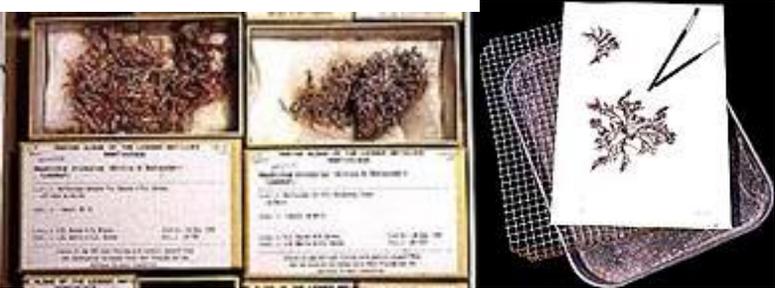


Fig. 3





## PRACTICA 3

### CULTIVOS DE FITOPLANCTON Y METODOS DE CONTEO

#### INTRODUCCION

Esta práctica estará dividida en tres partes; La primera consiste en una visita al laboratorio de microalgas del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la cual ustedes entregaran un resumen individual sobre lo que aprendieron de los cultivos de microalgas y de su aplicación (éste se entrega al día siguiente de la plática, la cual está pendiente porque el investigador está fuera de la ciudad). La segunda parte es preparar el material que utilizarán en el cultivo y la esterilización del medio de cultivo. En la tercera parte se realizará la inoculación de una microalga al medio de cultivo (con cuatro tratamientos) con el fin de comprender los efectos y la interacción de factores físicos (luz, temperatura, pH) y químicos (Nutrientes: nitratos, fosfatos, silicatos, vitaminas y la aplicación de un fertilizante como medio de cultivo). También determinaran la curva de crecimiento para cada tratamiento a lo largo de aproximadamente dos semanas. El lunes 25 de febrero y viernes 1ro de marzo se practicará sobre el manejo de la cámara de Neubauer (hematocitómetro) como técnica de conteo para cultivos de microalgas y así poder determinar la curva de crecimiento. El reporte completo (a manera de publicación) se entrega después de una semana de que se termina el cultivo.

Las algas son un grupo de organismos fotosintéticos unicelulares o multicelulares que miden desde algunas micrómetros (MICROALGAS) hasta varios metros (MACROALGAS) y que habitan medios acuáticos marinos y de agua dulce o también habitan en sustrato húmedo, hielo, etc. Las algas son del Reino Protocista, no vasculares (sin raíces verdaderas, hojas etc.). Contienen clorofila *a* como pigmento principal y otros pigmentos accesorios (Lab. 3). También poseen estructuras reproductivas simples (se reproducen sexualmente por gametos y asexualmente por esporas, no producen semillas). Tienen una gran diversidad de formas y tamaños y existen en casi cualquier ambiente. Macro y micro algas están agrupadas de acuerdo a sus pigmentos (todas tienen algún tipo de pigmento accesorio presentes en sus células) y a otras estructuras.

En la acuicultura las microalgas son de gran importancia para el cultivo comercial de bivalvos (larvas, juveniles y adultos), crustáceos (principalmente en estadios larvarios) y de peces (larvas y/o adultos). También son utilizadas para obtener grandes cantidades de zooplancton (rotíferos, copépodos y *Artemia* sp.) que a su vez son alimento para estadios larvarios avanzados y estadios juveniles de crustáceos y peces. La importancia de las algas en la cadena alimenticia vía zooplancton, es fundamental ya que los nutrientes de las microalgas llegan a través del zooplancton a los organismos cultivados. En un cultivo de microalgas es importante considerar su tamaño, su digestibilidad, su valor nutritivo (composición bioquímica) y las necesidades nutricionales específicas del organismo a cultivar para seleccionarlas y utilizarlas como buen alimento en acuicultura ya que no cualquier alga cubre todos los requerimientos adecuados. Las microalgas también tienen aplicación importante en la industria para la obtención de productos orgánicos (metabolitos). Dentro de las especies más frecuentemente utilizadas en la acuicultura se encuentran las siguientes microalgas:

Diatomeas	Microalgas Flageladas	
Clase Bacillariophyceae	Clase Haptophyceae (amarillas- pardas)	Clase Prasinophyceae (verdes)
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Pavlova lutheri</i>	<i>Tetraselmis suecica</i>
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	<i>Isochrysis galbana</i>	
<i>Phaedactylum tricornatum</i>	<i>Isochrysis sp.</i>	
<i>Chaetoceros calcitrans</i>		

Los cultivos deben de mantener ciertas condiciones físicas tales como: Iluminación, temperatura, aireación y agitación. También se selecciona el medio de cultivo de acuerdo a la especie a cultivar y se considera la salinidad, la composición y concentración de iones, fuentes de nitrógeno, fuente de carbono, pH, elementos traza y vitaminas

Para la evaluación de un cultivo (conocer su concentración celular) se cuentan la células para determinar el volumen del cultivo que se suministrará como alimento. La densidad celular graficada contra el tiempo nos proporciona la curva de crecimiento del alga. Para el conteo de células grandes o formadoras de cadenas es preferible utilizar la cámara Sedwicgk-Rafter y para células pequeñas se recomienda la cámara de Neubauer o hematocitómetro (Hay de varios tipos y se utilizan para conteo de glóbulos rojos).

Objetivos:

- a) Conocer el manejo del hematocitómetro (cámara de Neubauer).
- b) Familiarizarse con las microalgas y su cultivo.
- c) Preparar el material para los cultivos y la zona de trabajo en el bioterio (reglas de trabajo)
- d) Esterilizar el material
- e) Determinar la curva de crecimiento de un género de microalga asignado en base a los factores
- f) Plantear hipótesis experimental.
- g) Manejar bien el concepto de tratamiento y los factores.
- h) Relacionar los factores y las condiciones de los nutrientes ambientales en el crecimiento de las microalgas.

Material para la segunda y tercer parte: microscopio, cámara de Neubauer (hematocitómetro), cubreobjetos, papel para limpiar lentes, 2 pipetas Pasteur con bulbo, lugol, aceite de inmersión, 2 portaobjetos, 2 tubos de ensayo, alcohol. Para el cultivo se necesita lavar 8 frascos de jugo del mismo tamaño y 6 pipetas pasteur como ya se les indico en la clase. Este material tiene que estar ya lavado con ácido muriático o ácido clorhídrico al 10% y enjuagados con agua destilada después de 24 horas. Se explicará el procedimiento de esterilización y manipulación de los tratamientos en la clase para todo el grupo.

### PROCEDIMIENTO DEL CONTEO

1.- La cámara de Neubauer consiste en dos áreas rectangulares separadas por unos canales en forma de "H" (Fig. 1). Con el cubreobjetos puesto cada área forma una cámara de  $0.1 \text{ mm}^2$ . Los cuatro cuadros de las esquinas ( $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ ) están subdivididas en 64 cuadros más pequeños y el cuadro central está subdividido en 25 cuadros pequeños, cada uno con un área de  $0.04 \text{ mm}^2$  ( $0.2 \text{ mm} \times 0.2 \text{ mm}$ ). Tiene una profundidad de  $0.1 \text{ mm}$ . El área total de la cámara es de  $9 \text{ mm}^2$ .

2.- Para preparar y colectar la muestra se procede como sigue:

a).- Tomar un volumen del cultivo en un matraz, mezcla bien y toma 1 ml y colócalo en un tubo de ensayo y agrégale una gota de lugol.

b).- Cúbrelo con papel parafilm y agita para homogenizar. También puedes burbujear con la misma pipeta para homogenizar.

c).- Coloca el cubreobjetos sobre el hematocitómetro. Toma una muestra con la pipeta Pasteur y descarta la primera gota ya que ésta tiene menos células. Coloca una gota en la ranura en forma de "V" de la cámara, formando un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la horizontal. Espera de 3-5 minutos para que las células se asienten.

d).- Antes de iniciar el conteo decidir si las células que quedan sobre la línea se tomarán en cuenta o no, y si las células en división se tomarán como una célula o dos. Un vez tomada la decisión contar siempre de la misma forma.

e).- Con el objetivo 10X enfocar la gradilla. Revisar si las células están homogéneamente distribuidas sobre la cámara. Si hay burbujas de aire, exceso o falta de muestra o una distribución heterogénea, volver a repetir los pasos anteriores a partir del punto b.

f).- Utilizar el objetivo con el cual se puede observar más fácilmente las células.

### Conteos

No se recomienda realizar conteos de más de 30 células por gradilla, en este caso es recomendable hacer diluciones del cultivo. Para células mayores de  $6 \mu\text{m}$  y de cultivos poco densos, el conteo debe hacerse en los cuadros (A, B, C, D).

Generalmente se cuentan los bloques 1, 2, 3, 4 y 5 de la gradilla (Fig. 2) central. Para células pequeñas y con densas poblaciones se debe contar en el cuadro central (E), en los cinco cuadrados más pequeños. Se registran los conteos individuales de cada bloque. La sumatoria de los 5 bloques se multiplica por  $5 \times 10^4$  y nos da la concentración celular en cel. /ml.

$$d(\text{cel. /ml}) = \text{conteo total} (5 \times 10^4)$$

Sí únicamente se contaron cinco cuadrados pequeños del cuadro central (E), deberá aplicarse la siguiente fórmula:

$$d (\text{células/ml}) = \frac{\text{Número total de células contadas}}{10 \times 4 \times 10^{-6}}$$

$$10 \times 4 \times 10^{-6}$$

donde:

10= 10 cuadros pequeños, cinco en cada cámara.

$4 \times 10^6$  = en el volumen de la muestra sobre el área de los cuadrados pequeños, la cual equivale a  $0.004 \text{ mm}^3$  ( $.2 \times .2 \times .1$ ) expresada en  $\text{cm}^3$  (ml)

Si todas las células del cuadro individual son contadas, la densidad (d) será:

$$d (\text{cel./ml}) = \frac{\text{células totales}}{\text{número de cuadros}} \times 10^4$$

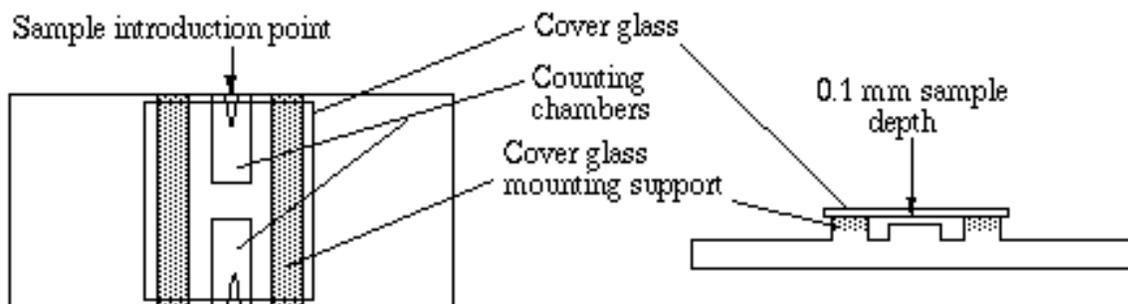
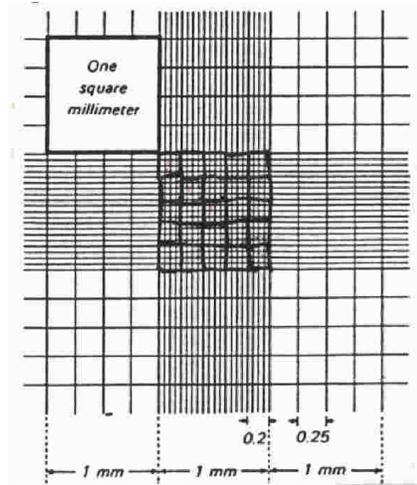
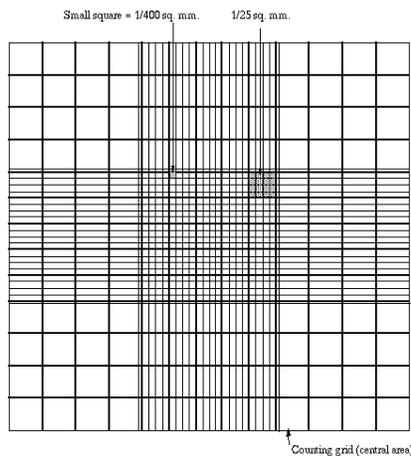


Fig. 1. Cámara de recuento: Hematocitómetro Neubauer. La figura de la derecha es en vista transversal con cubreobjetos en su sitio. En la figura de abajo se muestra las reglillas y dimensiones de la cámara Neubauer.



## Questionario:

- 1.- ¿En qué consiste el medio de cultivo para microalgas marinas? ¿Cuál es el que usaste en tus cultivos?
- 2.- ¿A qué se le llama nutriente limitante?
- 3.- ¿Por qué es importante obtener la curva de crecimiento? ¿Qué es la curva de crecimiento?, ¿Cómo se obtiene?
- 4.- Describe en pasos como se realiza el conteo de microalgas en un cultivo?
- 5.- ¿Qué es una cepa?
- 6.- ¿Cuál es la composición del medio F/2 de Guillard?
- 7.- ¿Por qué se esteriliza el medio?
- 8.- ¿Cuáles son los factores en el experimento?
- 9.- ¿Cuál es el papel de los nutrientes?
- 10.- Dibuja una curva típica de crecimiento y explica que ocurre en sus 5 fases principales.
- 11.- ¿Qué efectos producen los factores físicos y químicos durante el cultivo de microalgas? ¿Por qué deben considerarse?
- 12.- ¿Por qué es importante cultivar microalgas?
- 13.- ¿Cuáles son los tratamientos en tu experimento? Especifica
- 14.- ¿Qué es el ANOVA? ¿Cuál es su aplicación?
- 15.- ¿Cuáles serán tus hipótesis de tu experimento?

16.- ¿Qué significa densidad de microalgas?

17.- ¿A qué se le llama paradoxa del plancton?

NOTA:

Se calendarizarán todas las actividades a realizar por fecha para llevar a cabo toda la práctica:

1.- Explicación de la práctica.

2.- Realizar conteos con la Cámara de Neubauer (conocer su manejo)

3.- Lavar material (frascos de cultivo, pipetas, tapones, etc.).

4.- Limpiar lugar del cultivo en el bioterio (Hacer letrero de control en su zona de trabajo con los nombres de los integrantes del equipo). El material se deja remojando con una solución de cloro o ácido muriático al 10%) por 24 HR.

5.- Al día siguiente se retira el cloro y se vierte en el recipiente de desecho (se regresa a Cuquis). Luego se enjuaga varias veces con agua destilada.

6.- Se elaboran los tapones con gasa y algodón.

7.- Se consigue agua de mar filtrada pasada por UV.

8.- Después de enjuagar los frascos se le agrega el agua de mar filtrada (aproximadamente 200 ml) dependiendo del frasco.

9.- Se esterilizan en la autoclave los frascos y pipetas, por 20 min. Se deja enfriar la autoclave y que baje la presión para poder abrir y sacar el material. Se dejan 24 horas sin agregar las microalgas para que se equilibren los gases.

10.- Se realizará la inoculación de la microalga al medio de cultivo en el horario de laboratorio. Se toma la primera muestra de conteo y después cada tercer día.

h.- Durante ese mismo periodo se medirá la temperatura de su lugar de experimentación en tres tiempos al día (tres medidas; una temprano en la mañana, la segunda a medio día y la 3ra. En la tarde noche) cada tercer día o sea cuando toman la muestra.

i.- Se hacen los conteos y se grafican los datos para luego analizar e interpretarlos.

11.- Se registra todo en un solo reporte, el cual se entregará en la fecha indicada en clase.

12.- Llevar bien su registro en la bitácora.

## PRACTICA #4

### Pigmentos en algas

#### INTRODUCCION

El sistema de clasificación de las algas está relacionado con las diferencias en sus pigmentos. Los pigmentos en las algas están divididos en tres grupos principales: los clorofilas, los carotenoides y las ficobilinas. No todos los pigmentos están relacionados directamente con la fotosíntesis. Algunos tienen el propósito de dar protección a las altas intensidades de luz, dando un sombreado. Otras absorben energía de cierta longitud de onda de la luz y las transfieren a otros pigmentos que se encargan de la fotosíntesis. Es bien conocido que la fotosíntesis en las algas como en las plantas terrestres está asociada a la molécula compleja que es la clorofila.

- La clorofila tiene diferencias ligeras en las formas moleculares: clorofila a, b, c, d. Solamente la clorofila a es el factor común en las algas fotosintéticas. Las otras clorofilas, los carotenoides y las ficobilinas funcionan en la fotosíntesis como pigmentos accesorios, ya sea en la reacción clara como pigmentos del sistema, o como donadores de energía luminosa a la clorofila a.

Los carotenoides pueden ser separados en dos tipos principales: carotenos y xantofilas. Los carotenos son divididos generalmente en dos tipos: ejemplo el,  $\beta$ -caroteno. Las xantofilas incluye algunos 20 pigmentos diferentes. Dos de las xantofilas son la FUCOXANTINA, LUTEINA, por ejemplo. Las ficobilinas son la ficocianina y ficoeritrina. Ambos pigmentos son los componentes de las divisiones: Cyanophyta y Rhodophyta.

**OBJETIVO:** Extracción de pigmento y su separación de pigmento y su separación por cromatografía de papel.

#### MATERIAL:

Material biológico: ejemplares de Clorofita, (Heterokontophyta) Feofita, Rodofita

Solución de Etanol-Acetona 20/80

Solución Acetona- Éter de petróleo 10/90

1 mortero

1 pipeta de 10 ml

3 tubos capilares

6 tubos de ensayo con tapón corcho

1 centrifuga

- 3 discos de papel filtro Watman No 20
- 3 embudos de plástico
- 6 tiras de papel p/cromatografía de 2.5 x 15 cm.
- 1 gradilla metálica
- 1 secadora de pelo
- Lápiz, regla de plástico en cm.
- Libreta de notas, papel milimétrico

### **METODO**

- 1.- Lave el material a analizar con agua de la llave, quite el exceso de agua con papel secante, córtelo en piezas pequeñas y coloque pedazos de alga en el mortero para macerarlas.
- 2.- Prepare una solución de etanol-metanol en la siguiente proporción: Mezcle 20% de etanol y 80% de acetona; deposítela en un frasco ámbar con tapa.
- 3.- Agregue 10ml de la solución et-ac dentro del mortero e inicie la maceración. Continúe este proceso hasta que el alga fraccionada esté bien macerada. (La clorofila y los carotenoides son solubles en solventes orgánicos, no en agua). Deje la muestra en frío durante 24 horas cubierta con aluminio para evitar exponerla a la luz directa.
- 4.- Centrifugue o decante para remover el residuo algal.
- 5.- Si es necesario, vierta el sobrenadante a través de un filtro de propósitos generales para quitar cualquier material suspendido.
- 6.- Prepare el papel para cromatografía. Los pigmentos pueden ser separados e identificados fácilmente a través de esta técnica.
- 7.- Corte tiras de papel filtro de 15 cm de largo y de 2.5 cm. de ancho (Fig. 1)
- 8.- Aplique una gota de pigmento a una distancia de 2.5 cm de uno de los extremos de la tira de papel. La mancha de pigmento debe ser tan pequeña como sea posible (menos de 4mm es buen tamaño).
- 9.- Para el paso anterior utilice un tubo capilar para transferir la solución al papel filtro con el fin de hacer la mancha del pigmento lo mas denso posible. Para esto reaplique gotas del pigmento sobre la misma mancha de 60 a 100 veces. Esto necesita paciencia ya que la mancha del pigmento necesita estar completamente seco. Si el pigmento se reaplica antes de que se seque, se formara una mancha muy amplia. (Probar el secado con la secadora de pelo, para acelerar este proceso).
- 10.- Suspenda el papel en un tubo de ensayo conteniendo una solución de acetona al 10% y una solución de éter de petróleo al 90%. La mancha de clorofila debe quedar 1.2 cm arriba de la solución (Fig. 1)
- 11.- Déjalo reposar por aproximadamente 5 minutos, luego observa. El  $\beta$ -caroteno aparecerá de color amarillo cromado como una banda angosta. Las xantofilas aparecerán con un verde-amarilloso. La clorofila "a" es de verde-azulado y la clorofila "b" se separa con un color amarillo verdoso.

12.- Use un lápiz para marcar las áreas de pigmentación sobre la tira de papel y marque los pigmentos encontrados (algunos se desaparecen conforme se seca). También marque la orilla del solvente que viajó primero (el punto más lejano que subió la solución desde la marca inicial)

13.- En tu reporte pega la tira con tus resultados.

14.- Los pigmentos viajan a diferentes distancias en estos experimentos de cromatografía de papel. Así que con esto es posible identificar ciertos pigmentos por su velocidad de viaje.

15.- Repita este procedimiento con tres algas diferentes, representantes de las tres divisiones (Chlorophyta, Heterokontophyta o Phaeophyta (Clase: Phaeophyceae); algas pardas, Rhodophyta) en equipos de 3 o 4 personas.

16.- Identifica las algas a nivel de división de acuerdo a los pigmentos y luego clasificalas de acuerdo a sus características estructurales (tipo de talo, estructura de fijación, ramificación, presencia de pneumatocistos y estructuras de reproducción). Debes de entregar el reporte en equipo, el día viernes 17 septiembre (día de laboratorio).

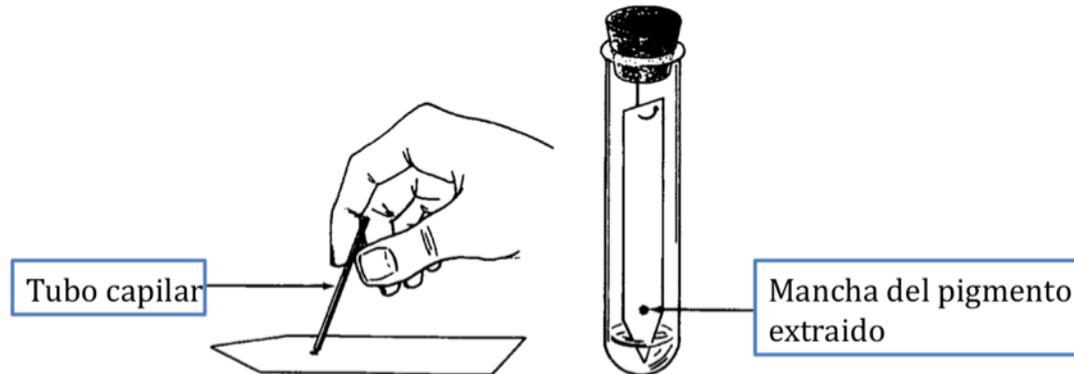


Fig. 1: Método de cromatografía de papel para determinar los pigmentos algales. La figura de la izquierda, muestra la técnica de como se aplica el pigmento con el capilar sobre la tira de papel filtro o de cromatografía. La de la derecha muestra la posición correcta de la tira de papel con las gotas del pigmento extraído de las algas cuando se coloca en el tubo de ensaye.

Cuestionario:

- 1.- ¿Por qué es importante no tocar con los dedos el papel de cromatografía?
- 2.- ¿Por qué se obtendría mejor extracto, si tu trabajas más rápido durante el proceso de extracción?
- 3.- Investiga cuales son los espectros de absorción para varios pigmentos de las algas? ¿Qué representa un espectro?
- 4.- ¿Cuáles pigmentos absorben más luz en el rojo del espectro de la luz? ¿De qué color son las algas que tienen esos pigmentos?
- 5.- ¿Cuál es la función de la acetona? ¿Por qué mantener el extracto en frío y en oscuro?
- 6.- Sí la clorofila es el pigmento fotosintético más importante, elabora una hipótesis que sugiera cuales colores de la luz son más útiles a las algas para la fotosíntesis.
- 7.- La luz en el azul del espectro penetra más fácilmente el agua. ¿Por qué son las algas marinas frecuentemente del color pardo-amarillo?

- 8.- Elabora una tabla con los tipos de pigmentos que contengan las diferentes divisiones algales.
- 9.- ¿En dónde ocurre la fotosíntesis en las algas? ¿En dónde la reacción clara y en dónde la reacción oscura? Especifica.
- 10.- ¿Cuál es la función de los pigmentos accesorios?
- 11.- Dibuja un cloroplasto con sus estructuras de un alga roja y una verde. Contrasta sus similitudes y sus diferencias y concluye.
- 12.- ¿Qué son los tilacoides? ¿Cuál es su función?
- 13.- ¿En que consisten los grana? ¿En qué difieren con los tilacoides?
- 14.- ¿Qué tienen que ver los pigmentos en el proceso de la fotosíntesis y crecimiento algal?
- 15.- ¿Qué ventajas tienen las algas el tener diferentes pigmentos?
- 16.- ¿Qué color de luz es la menos efectiva para la fotosíntesis? ¿Por qué?
- 17.- ¿En qué consiste el método de huellas pigmentarias? ¿En qué se aplica?
- 18.- Escribe tu conclusión en la bitácora y los resultados de la cromatografía se agregan al reporte 1 a manera de publicación en equipo.

➤ PRACTICA # 5

*Titulo:* Organización Celular: TIPOS Y FORMAS DE TALOS

INTRODUCCION

Las algas acuáticas (marinas y dulceacuícolas) presentan una gran variación en morfología, la cual refleja soluciones diferentes para asegurar la persistencia en su pool genético. Los organismos ocupan hábitats y nichos diferentes de tal manera que han desarrollado formas únicas para asegurar su éxito.

Este grupo de vegetales acuáticos carecen de verdaderos tejidos conductores, epidérmicos y de sostén, especializados como raíz, tallo. A estas plantas se les denomina TALOFITAS y a un solo organismo TALO, el cual es una agrupación celular más sencilla de los vegetales. Desde el punto de vista de su organización morfológica, podemos encontrar variaciones en el cuerpo de las especies, generalmente microscópicas, constituidas únicamente por una sola célula (algas unicelulares y coloniales (móviles e inmóviles). Por otro lado tenemos las macroscópicas, generalmente pluricelulares y muy diferenciadas en tejidos, que pueden llegar a alcanzar más de 60 m de longitud. (Figuras.).

Los tipos de construcción del talo en las algas son:

UNICELULARES:

- a) Sencillos
- b) Colonial

PLURICELULARES

- a) Filamentoso
  - uniseriado
    - \*simple
    - \*ramificado
  - pluriseriado
- b) Heterótrico
  - Postrado
  - Erecto
- c) Sifonaceo o cenocítico
- d) Parenquimatoso
- e) Pseudoparenquimatoso

TIPOS DERIVADOS

- a) Laminar o Foliar

APARIENCIA	a) Costroso
	b) Tubular
	c) Vesicular

---

**OBJETIVO:** Conocer la organización celular en los diferentes tipos y formas de talos representativos en las algas.

**Material:** Microscopio compuesto, Portaobjetos y cubreobjetos (2 c/u), papel para limpiar lentes, preparaciones fijas de microalgas y macroalgas. También, muestras de microalgas preservadas en líquido y macroalgas herborizadas, caja de Petri y estuche de disección.

**DESARROLLO:**

Sigue las instrucciones para cada sección e identifica el tipo de talo en cada ejemplar asignado apoyandote en la clasificación anterior (Tabla o recuadro) .

Escribe el género y el tipo de talo. Realiza esquemas que representen las características que se indican en cada tipo de construcción. Si se requiere realiza cortes.

\*Nota: Entregarás un reporte completo (a manera de publicación científica) en equipo de 4 con: Titulo, nombre de los integrantes, introducción, materiales, métodos, resultados, discusión conclusión y referencias. Los resultados y las observaciones serán incluidos en la tabla así como los esquemas de los ejemplares de algas con la descripción de su talo.

### **Construcción UNICELULAR**

Los talos unicelulares se presentan como una célula única y ésta puede ser móvil o inmóvil. Las células móviles pueden tener dos o más flagelos. Las células no móviles pueden ser cocoides, ameboides o rizopodiales.

1.- Observa las características de las preparaciones fijas de los siguientes organismos:

Hay 5500 especies (500-600 géneros) de algas rojas, la mayoría son marinos y multicelulares. Hay algunas unicelulares como *Porphyridium*.. Observa este talo en la presentación de la clase y en los libros de referencia.

\**Porphyridium* (alga roja).

Esta especie está caracterizada por un cloroplasto estrellado con un pirenoide en la región central, con el núcleo y organelos que se encuentran entre las ramificaciones del cloroplasto. Cada célula carece de pared celular verdadera, con un exudado mucilaginoso amorfo de la superficie celular. También las células pueden estar agregadas a través del mucilago (cocoides).

Las algas verdes (5500 especies). En contraste con las algas rojas, la mayoría de las algas verdes son unicelulares (o filamentosas) y alrededor del 90% son de agua dulce. Hay muchos ejemplos de algas verdes unicelulares, pero solo observaremos algunas.

### *Chlamydomonas*

Pertenece al Orden Volvocales, Clase Chlorophyceae.

Hay cerca de 600 especies, la mayoría de agua dulce y del suelo con pocas especies marinas. Esta especie consiste en una simple célula con dos flagelos colocados en la parte anterior de igual longitud. Su cloroplasto tiene una forma de disco, que puede tener dentro un pirenoide. También puedes observar un estigma (estructura sensitiva a la luz) en la parte anterior del cloroplasto (Figs. ).

### *Chlorella* sp.

Son células pequeñas (2-12  $\mu\text{m}$ ). Son esféricas o elipsoidales

Observarás algunos talos unicelulares de algunas cianobacterias, de *Isochrysis*, así como de diversos dinoflagelados y diatomeas (*Chaetoceros*, *Nitzschia*, etc) de diferentes muestras.

## 2. Construcción COLONIAL

Las especies unicelulares se pueden agregar para formar una colonia (ventaja biológica: puede alterar su flotabilidad o crean un mecanismo de defensa contra el pastoreo). Hay colonias bien definidas en el número de células y en su forma. A este tipo de colonia se le llama CENOBIO, donde su número de células en la colonia se fija antes de ser liberadas de la colonia madre. Colonias tipo CENOBIO están representadas en las algas verdes en el orden Volvocales.

Es importante conocer que las líneas de evolución desde un organismo unicelular, colonia y luego un multicelular son:

- 1.- En esta línea las células permanecen flageladas pero asociadas en colonias, frecuentemente en CENOBIO.
- 2.- Se pierde el flagelo en la célula vegetativa y se observa solamente en la unidad reproductiva. Las células pueden estar en forma individual (unicelular) o en varios tipos de colonias.
- 3.- En esta tercera línea, los organismos pluricelulares aparecen, ya sea con construcción filamentosas o parenquimatosas.

Las colonias cenobio se observa en la línea uno en donde el flagelo es retenido en la célula vegetativa y en la unidad reproductiva.

Observa los ejemplares de :

*Gonium* 4-16 células por colonia, similares a *Chlamydomonas* (agua dulce)

*Pandorina* 4-32 células por colonia en una masa mucilaginosa (agua dulce)

*Eudorina* 16-32 células por colonia, colonias en forma de disco (agua dulce)

*Volvox* 500-5000 células por colonia. Colonias esféricas hasta 1.5 de diámetro.

Células parecidas a *Chlamydomonas* alrededor de la periferia de las esferas mucilaginosas. Las células unidas o conectadas por bandas protoplásmicas.

De agua dulce y marina.

(Observa las Figuras que se muestran al final para su comparación con las preparaciones)

### 3.-Construcción PLURICELULAR

Las formas multicelulares como en las algas verdes, rojas y pardas se dividen en:

#### 3.1.- Construcción FILAMENTOSA

En las Filamentosas (las células se dividen en un plano para producir una línea de células):

- a) *Uniseriado*, compuesto de células en una hilera simple;
- b) *Multiseriado* o pluriseriado, compuesto de más de una fila de células.

Algas verdes. Orden Ulothricales. *Ulothrix*.

\*presenta una simple línea de células sin ramificar. Se llama UNISERIADO.

\*todas las células son idénticas (con excepción de una célula basal especializada para pegarse)

\*todas las células son capaces de dividir (crecimiento intercalar) y reproducir.

\*las células tienen un núcleo sencillo y un cloroplasto parietal como anillo.

\*tiene 10 especies, distribuidas en agua dulce y marina.

Los talos filamentosos simples representan la forma básica del talo algal multicelular. Se encuentran solamente en pocas clases (ejem. en Cyanophyceae, el filamento simple es el tricoma)

### 3.2 Construcción Filamentosa Ramificada:

\**Ectocarpus* y *Pilayella*. Algas pardas.

\*el grado y tipo de ramificación varía entre especies. El crecimiento es intercalar. Algunos con muchas ramas y otros con algunas solamente. Las ramas pueden estar arregladas irregularmente o altamente ordenadas.

\*cada célula contiene algunos cloroplastos como listones.

\*ambas especies son HETEROTRICOS (compuesta de un sistema postrado que ancla al alga y la mantiene erecta).

*Cladophora*. Alga verde (forma filamentosa ramificada). Cladophorales.

\*se encuentra en ambientes de agua dulce y marinos en aguas templadas y tropicales.

\*El volumen de cada célula está ocupado con una vacuola.

\*El citoplasma periferal contiene algunos cloroplastos angular discoides conectados juntos para formar un RETICULO.

\*Citocinesis no siempre sigue la división celular, formando una célula multinucleada. Forma llamada CENOCITICO.

Las células en la región apical pueden tener entre 5 y 35 núcleos, mientras las células más allá hacia la base puede tener 200 o más núcleos dentro de cada célula.

Dentro de las algas rojas (clases principales Bangiophyceae y la Floridiophyceae (más dominante). En términos de construcción las Floridianas son del tipo filamentoso ramificado.

Por ejemplo *Audoniella* (la ramificación es muy obvia). Esta especie ocurre en rocas o otras plantas y también es heterótricos. Su porción postrada se reduce a una célula basal simple.

### 3.3.- Parenquimatoso:

Las células del filamento primario se dividen en todas direcciones, dividiendose en más de un plano para formar una masa de tejido, el cual se une vía conexiones celulares. Cualquier estructura filamentosa se pierde pronto en el crecimiento. . El crecimiento en los ejemplos más simples es difuso y puede resultar en un talo foliar de una capa de células o dos capas.

Esto se observa en las algas marinas más grandes (kelpos) y el talo parenquimatoso en *Sphacelaria*.



Construcción restringida a la clase Chlorophyceae, en las cuales los filamentos no ramificados o ramificados están compuestos de células multinucleadas y con gran número de cloroplastos. Esto ocurre en la multiplicación de células sin septación.

\*es otra forma en que las células pueden ser coenocíticas (multinucleadas).

\*El talo es SIFONACEO.

\*En estas plantas, existe una carencia completa de paredes celulares, excepto en la separación de cuerpos reproductivos.

\*El talo es casi unicelular, compuesto de una célula tubular grande llamada SIFON la cual es también multinucleado (coenocítico).

*Bryopsis* sp. (orden Bryopsidales), *Caulerpa* y *Codium* (Caulerpales), *Derbesia/Halicystis* (Clorofitas).

### Caulerpa

\*consiste de una porción postrada y erecta.

\*el sistema postrado consiste de un sistema RIZOMA anclado periódicamente a un substrato por rhizoides.

\*la porción erecta es fotosintética y varía en forma entre sus especies.

\*en un corte transversal del sifón, observa las trabéculas.

### Codium

\*es otra sifonacea (Caulerpales)

\*tienen un sifón cenocítico.

\* un número de sifones son entrelazados formando un talo de 1 cm de diámetro y 1m de largo.

\*dentro de región central, médula y región de filamentos son alargados y carecen de pigmentos.

\*En la capa externa, los filamentos son alargados y ricos en pigmentos. Se llaman utrículos.

\*Hay 50 especies y son marinas.

### **3.6.- Pseudoparenquimatoso.-**

Se desarrolla a través de la ramificación de un filamento ramificado simple (uniaxial) o de un número de filamentos centrales (multiaxial) mantenidos juntos en una matriz común. Formas pseudoparenquimatosas se originan de la unión de filamentos para producir un talo grueso. En algunas formas se discierne fácilmente la naturaleza filamentosa del pseudoparenquima, pero en tipos avanzados, el tejido superficial se asemeja uno parenquimatoso. El tipo pseudoparenquimatoso

uniaxial, es una cadena de células axiales de las cuales hay ramificaciones laterales alrededor que se unen para formar un tejido falso. En el talo mutiaxial, hay algunas series de células axiales las cuales se unen y contribuyen al grosor del talo. Este modo de construcción es más elaborado en la clase Florideophyceae de la División Rhodophyta.

\*muchas algas rojas son multiaxiales. Esto es un número de líneas de células que forman el eje central.

\*en muchas algas rojas la naturaleza filamentosa es imposible de ver en el talo adulto. Entonces esas algas parecen tener construcción del tipo parenquimatoso.

\*Las algas rojas presentan tipo pseudoparenquimatoso y puede ser complicado, sin embargo se observan tres formas básicas:

- 1.- Carnoso, con talo erecto folioso.
- 2.- Talo tendido encrustado, incluye las calcareas.
- 3.- Talo calcareo erecto (*Corallina*)

*Ralfsia* alga café (pseudoparenquimatoso) (cubre las rocas como líquen)

*Leathesia*

### **Cuestionario:**

- 1.- ¿Cuál es la diferencia entre un talo colonial y un cenobio? ¿Entre un unicelular y un pluricelular?
- 2.- Establece la diferencia entre un talo parenquimatoso y uno pseudoparenquimatoso.

Busca esquemas.

- 3.- Caracteriza y dibuja un talo sifonaceo.
- 4.- ¿Qué significa cenocítico? Describe y esquematiza dos ejemplos.
- 5.- De acuerdo a la Tabla sobre los tipos de construcción del talo de las algas (Pag. 1), completala con dos ejemplos y dibujos para cada caso.
- 6.- Dibuja dos algas que presenten un tipo de talo heterótrico.
- 7.- Describe el tipo de talo que corresponde para *Leathesia*, *Caulerpa* y *Enteromorpha*.
- 8.- ¿Cuál es la diferencia entre el talo de *Porphyridium* y *Porphyra*?

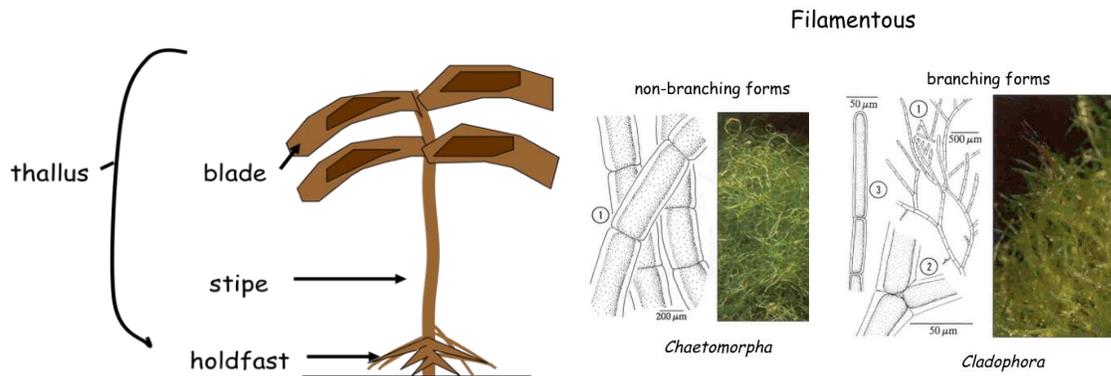
9.- ¿Cuál es la diferencia y/o similitud entre los siguientes talos: *Ulva*, *Ralfsia*, *Porphyra*, *Fucus*,

*Codium*, *Caulerpa*, *Macrocystis*, *Corallina*, *Leathesia* y *Chlorella*?

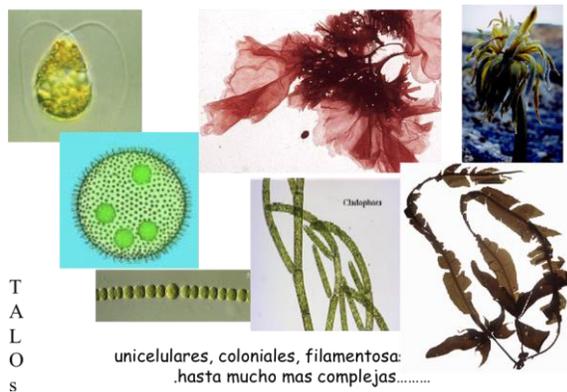
10.- Investiga dos ejemplos de algas rojas que presenten talo heterótrico postrado. Escribe el nombre de los géneros y dibújalos.

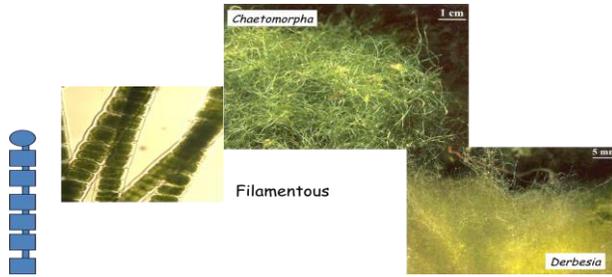
11.- Investiga la diferencia en los talos y a que División pertenecen *Microcystis*, *Macrocystis*, *Volvox*, *Ullothrix* y *Scenedesmus*.

Analiza las figuras anexas y apóyate en la presentación y los textos para interpretar los tipos de talos.



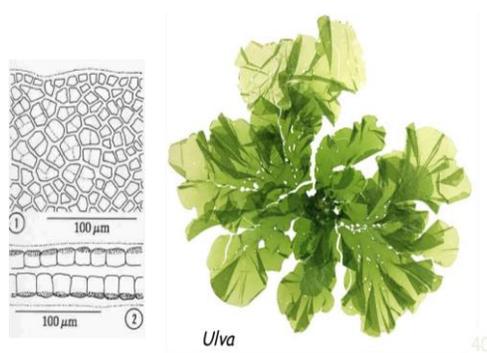
Morfología de un alga macroscópica





Talos filamentosos

**Talos foliosos.**



Folioso= División celular en al menos 2 direcciones.

Monostromático= una capa de células de grueso

Distromático= 2 capas de células de grueso

Polistromático= algunas capas de grueso

**Talos Postrados**



Prostrate / Procumbent: trailing on the ground



## Apariencia



Vesicular “como saco”



Costroso



Talo Heterótrico Postrado y erecto

-----

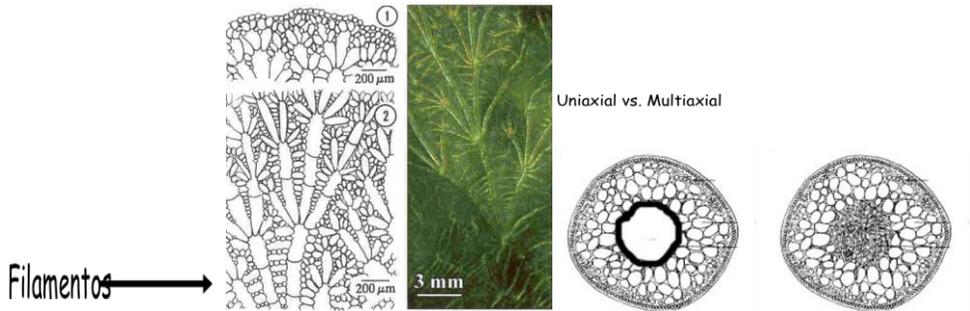
## Talos Parenquimatosos

División celular en cualquier plano (3 direcciones =3D): *Macrocystis*, *Ulva*

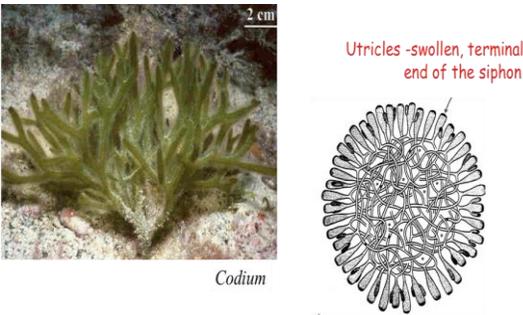
---

## Talos Pseudoparenquimatosos

Núcleo central de forma cuboidal o esférica (se mira 3D...) pero todavía está hecho de filamentos comprimidos (juntos)



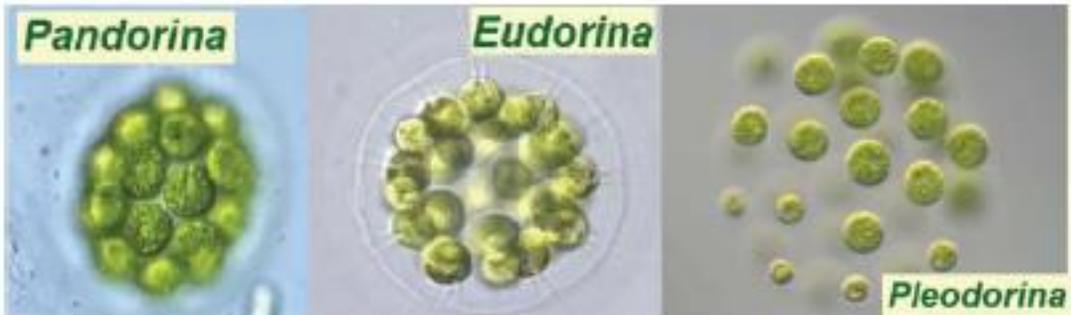
**Cenocítico: Multinucleado, carece de septación**



44 Construcción de talos cenocíticos

**Talos Coloniales Cenóbicos**

Pandorina, Eudorina y Pleodorina son formas coloniales primitivas y sencillas, que se diferencian por su forma y el tamaño de las células.



Escribe tu conclusión y pregúntame sobre el diseño de la Tabla.

## PRACTICA #6

Titulo: Estructuras de las algas marinas

### INTRODUCCION

Las macroalgas están agrupadas en tres divisiones taxonómicas: algas verdes (Chlorophyta), algas pardas (Heterokontophyta; Clase Phaeophyceae) y las algas rojas (Rhodophyta). Los cuerpos de las algas se les denomina TALOS o PLANTAS TALOIDES. Las macroalgas presentan estructuras sencillas ya que carecen de raíz, tallo, hojas verdaderas y de conductos especializados para conducir nutrientes y agua. Las estructuras del talo son las que se encargan de realizar la fotosíntesis y de asimilar los nutrientes para su crecimiento directamente del agua.

En las macroalgas la parte foliar se le conoce como LAMINA, la estructura equivalente al tallo es el ESTIPE y la estructura de fijación varia con la especie y se conoce como CELULA DE FIJACION, DISCO o HAPTERA. En algunas macroalgas se localizan estructuras de flotación o vejigas de aire llamadas PNEUMATOCISTOS, los cuales contribuyen a mantener su posición erecta y su flotabilidad.

Conocer las estructuras de las algas, nos facilita su identificación a nivel de genero o especie.

OBJETIVO: FAMILIARIZARSE CON LAS ESTRUCTURAS DE LAS ALGAS UTILIZANDO ALGAS PRESERVADAS.

### MATERIAL

- 1) 1 microscopio estereoscópico
- 2) pinzas de disección
- 3) especímenes preservados en formol
- 4) especímenes herborizados
- 5) dos cajas de petri grandes

### DESARROLLO

- 1.- De acuerdo a la guía de clasificación de estructuras algales (Tabla 1), identifica las partes de las 10 especies proporcionadas. Escribe los nombres de las especies directamente en la columna vacía de la tabla que presenta las estructuras indicadas en cada sección. Consulta bibliografía requerida.
- 2.- Realiza observaciones al microscopio simple y elabora dibujos de cada una de las partes.
- 3.- Asigna los nombres de las partes estructurales de las macroalgas prensadas.

CUESTIONARIO:

- 1.- ¿Cuál es la diferencia entre una estructura de fijación y una de flotación?
- 2.- ¿Cuál es la función del estipe y su diversidad morfológica entre las algas.
- 3.- ¿Cuál es el papel funcional de las láminas en las macroalgas.
- 4.- ¿Cuál es la función de los neumatocistos.
- 5.- ¿En qué grupo de algas se presentan las genículas
- 6.- ¿Cómo es el tipo de fijación de *Laurencia*?
- 7.- ¿Cuál es la diferencia entre estolón y háptera? ¿Quiénes la presentan estas estructuras?

TABLA 1.- CLASIFICACIÓN DE LAS PARTES ESTRUCTURALES DE LAS MACROALGAS

<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>ESPECIES</b>
ESTRUCTURAS DE FIJACION	
1.- SUSTRATO BLANDO	
a.- Rizoidal filamentoso	_____
b.- Estolones	_____
2.- SUSTRATO MACIZO	
a.- Célula basal	_____
b.- Disco	_____
c.- Ganchos	_____
d.- Háptera o cramptón	_____
ESTIPE	
a.- Simple	_____
b.- Ramificado	_____
LAMINA	
a.- Completa con márgenes y superficies lisas.	_____
b.- Perforada con márgenes ondulados:	_____
c.- Completa con márgenes dentados	_____
d.- Completa cubierta de papilas	_____

e.- Monostromática \_\_\_\_\_

f.- Distromática \_\_\_\_\_

g.- Polistromática \_\_\_\_\_

FILOIDES

a.- Márgenes dentados \_\_\_\_\_

b.- Márgenes lisos \_\_\_\_\_

PNEUMATOCISTOS

a.- grandes (> 10cm) \_\_\_\_\_

b.- medianos (1-10cm) \_\_\_\_\_

c.- chicos (< 1cm) \_\_\_\_\_

d.- Esféricos \_\_\_\_\_

e.- Periformes \_\_\_\_\_

f.- Aplanados \_\_\_\_\_

g.- Único \_\_\_\_\_

h.- Antecede a la lámina \_\_\_\_\_

i.- En forma de vaina \_\_\_\_\_

j.- Pedunculados \_\_\_\_\_

k.- En forma de rosario \_\_\_\_\_

VENACION:

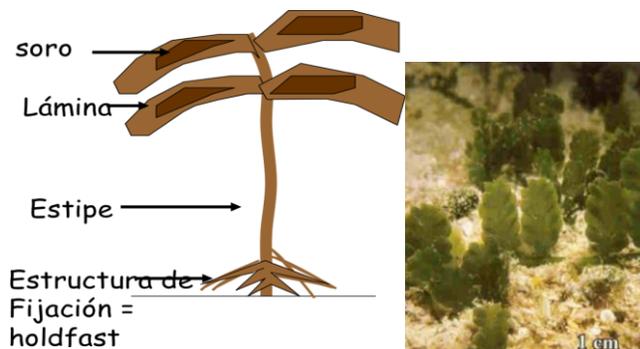
a.- Microscópica \_\_\_\_\_

b.- Macroscópica \_\_\_\_\_

GENÍCULAS

a.- Cilíndricas \_\_\_\_\_

b.- Aplanadas \_\_\_\_\_



*Caulerpa taxifolia*



*Hypnea: Ganchos*

➤ PRACTICA # 7

TITULO: TIPOS DE RAMIFICACION Y MERISTEMOS

INTRODUCCION

En las algas multicelulares, la forma mas simple de un talo es la que esta constituida por un filamento uniseriado, que resulta de la división en un solo plano. En otras algas filamentosas uniseriadas se presentan ramificaciones con formas mas o menos distintivas con orientación especifica de sus ramas.

La ramificación o división primaria de las algas marinas tiende a ser de dos tipos:

- 1.- Monopodial: ramificación primaria de un talo en donde un eje o rama principal que va desde la estructura de fijación hasta el ápice produce ramas laterales subordinadas al eje principal.
- 2.- Simpodial: ramificación primaria de un talo, en la cual el desarrollo del ápice es regular y sucesivamente reemplazado por una rama de abajo que asume la posición del eje principal por un tiempo la cual nuevamente será reemplazada. El eje principal no se extiende de continuo desde la estructura de fijación hasta el ápice.

TABLA NO. 1. TIPOS DE RAMIFICACION Y MERISTEMOS

TIPOS DE RAMIFICACION	<p>A) RAMIFICACIONES PRIMARIAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) monopodial</li> <li>2) simpodial</li> </ol> <p>B) RAMIFICACIONES SECUNDARIAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) simple o no ramificada</li> <li>2) dicotómica</li> <li>3) pinnada alterno</li> <li>4) pinnada opuesto</li> <li>5) verticilado</li> <li>6) pectinado</li> <li>7) espiralada</li> </ol>
-----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ORIENTACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) monística</li> <li>b) dístico</li> <li>c) tetrástico</li> <li>d) polístico</li> </ul>
TIPOS DE MERISTEMOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) DIFUSO:               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) filamentosos</li> <li>2) foliosos</li> </ul> </li> <li>b) INTERCALAR:               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) masivo</li> <li>2) tricotático</li> </ul> </li> <li>c) APICAL:               <ul style="list-style-type: none"> <li>1) celular</li> <li>2) marginal</li> </ul> </li> </ul>

**OBJETIVO:** Conocer e identificar los diferentes tipos de ramificación y meristemas que presentan las algas marinas.

**MATERIAL:**

Ejemplares de Herbario preservados	2 microscopios compuesto de campo
1 portaobjetos, 1 cubreobjetos	1 pizeta con agua
1 estuche de disección	Algas colectadas en el campo
1 caja de petri desechable	

**METODO**

De los ejemplares proporcionados observe el tipo de talo que presenta. Corte una pieza del talo en estudio y deposítelo dentro de la caja de disección con agua para que se hidrate (si eso es necesario). Haga las disecciones requeridas para completar en cada caso lo que se pide en la Tabla No. 2 de abajo (tipo de ramas, orientación, tipos de meristemas, subclasificación de meristemas).

Tabla No. 2

Género/División	Tipos de ramificación	Orientación	Tipos de meristemo	Subclasificación de meristemo
1.-				
2.-				
3.-				
4.-				
5.-				
6.-				
7.-				
8.-				
9.-				

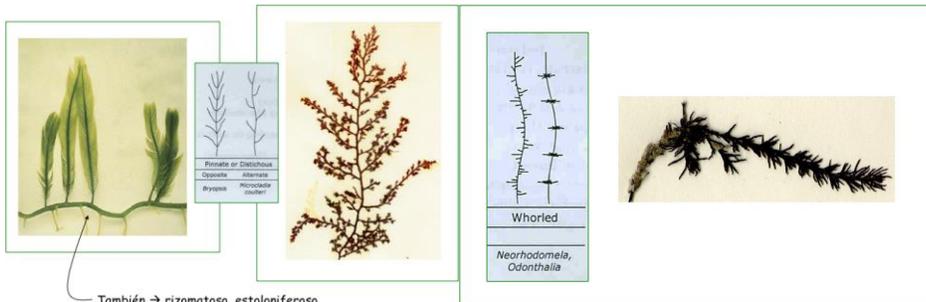
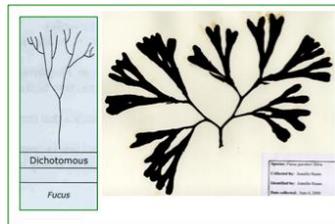
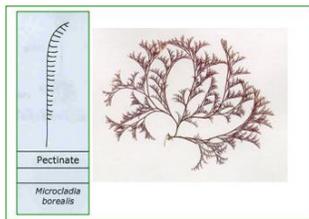
NOTA: Aumentaras esta tabla según se necesite por los ejemplos que se den.

**Cuestionario:**

- 1.- ¿Qué es un meristemo?
- 2.- ¿En qué consiste una ramificación?
- 3.- Describe un alga monística en esquema

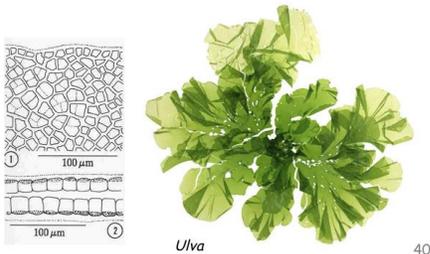
- 4.- Describe un alga pectinada en esquema
- 5.- ¿Dónde se localiza el crecimiento tricotático?
- 6.- ¿Cuál es la diferencia entre la ramificación monopodial y simpodial?
- 7.- ¿Cuál es la diferencia entre los meristemas intercalar masivo y tricotático y que algas lo presentan?
- 8.- Escribe y dibuja dos talos de algas que presenten el tipo de meristemo apical celular.
- 9.- ¿Qué alga presenta el meristemo apical marginal?
- 10.- ¿En dónde ocurre el crecimiento algal en el talo?

**Ramificaciones**



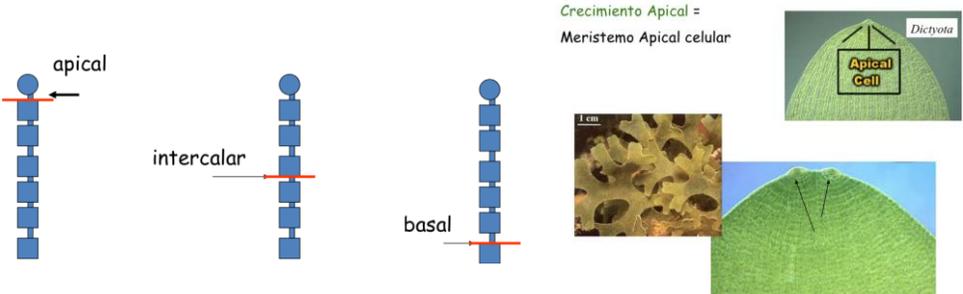
Foliosa = división Célular en (al menos) 2-D...

- monostromática - una célula de grosor
- distromática - dos células de grosor
- polistromática - mchas células de grosor



40

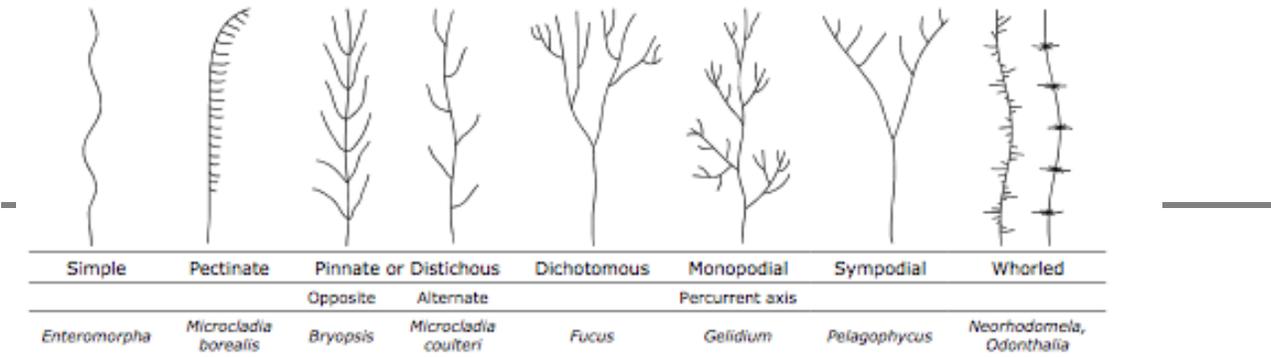
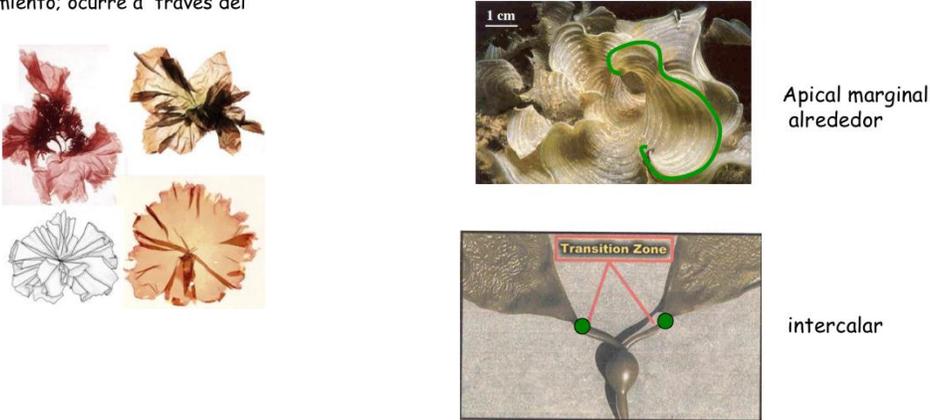
Crecimiento



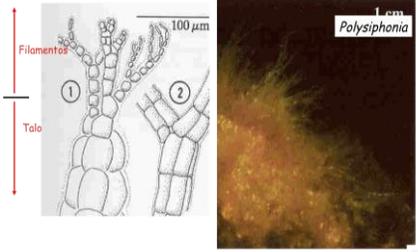
Meristemo = área de división celular y crecimiento

Crecimiento Difuso =

No hay área definida para la división celular o crecimiento; ocurre a través del talo



**Crecimiento Tricotállico:** Las Celulas se dividen para formar bellosidades (filamentos) arriba y abajo del talo (en este caso, psuedoparenquimatoso polysiphonoso...)



**Heterotrico:** Los filamentos crecen en 2 direcciones, resulta en los talos compuestos tanto de los componentes prostrados + erectos.



➤ PRACTICA # 8

*Titulo:* ALGAS AZUL-VERDE O CIANOFICEAS (División **Cyanophyta**)

INTRODUCCION

Las Cianofíceas son conocidas comúnmente como algas azul-verde. Se distinguen de los demás grupos por poseer una estructura protoplásmica procariótica (sin membrana nuclear, sin membrana que defina los organelos). Esta característica las relaciona con las bacterias pero son diferentes en su sistema fotosintético.

Su color azul-verde se debe a la presencia de la clorofila a y la ficocianina el pigmento accesorio azul. También contienen en menor cantidad carotenos y ficoeritrina. Este último les da una coloración púrpura o rojiza. Sus formas son desde unicelulares hasta coloniales y filamentosas. Se encuentran distribuidos mayormente en lugares húmedos, charcas temporales, aguas dulces, salobres y marinas, donde son más abundante sobre la superficie que a mayor profundidad.

Estas plantas pueden vivir como epifitas, epizóicas, endozoicas, comensales, simbioses. Dentro de los simbioses, el genero *Nostoc* esta asociada con musgos como *Blasia* y *Anabaena* con el helecho acuático *Azolla*, el cual cubre todas sus necesidades de nitrógeno a través de la fijación de este por *Anabaena*.

Algunas especies soportan rangos amplios de salinidad y temperatura, por lo que es común encontrarlas en aguas termales con temperaturas de hasta 70 grados centígrados, sobre la nieve o bien en aguas hipersalinas.

Estos organismos carecen de reproducción sexual y se reproducen asexualmente por división simple, fragmentación (hormogonios) y esporas (acinetos, endosporas, exosporas y heterocistos).

Su clasificación esta basada en características morfológicas y bioquímicas. Estas algas han sido clasificadas varias veces por autores diferentes. Fritsch (1942), Desikachary (1959) y Bourrelly (1970) las clasificaron en 5 Órdenes, mientras que Fott (1971) lo hace en 4 Órdenes. G. Smith (1950) reconoce solo 3 Órdenes.

De acuerdo a la clasificación de Smith (1950), el grupo esta representado por una clase y tres ordenes: Chamaesiphonales, Chroococales y Oscillatoriales. Estas pueden distinguirse siguiendo las siguientes características:

- 1.- Producen endosporas o exosporas.....Chamaesiphonales
- 1.- Carecen de endosporas y exosporas.....2

2.- unicelular o colonial.....Chroococales

2.- filamentosa, las células del tricoma en forma contigua.....Oscillatoriales

Algunos de los géneros más representativos son: *Nostoc*, *Anabaena*, *Spirulina*, *Scytonema*, *Lyngbya*, *Calothrix*, *Phormidium*, *Rivularia*, *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Microcystis*, *Merismopedia*, *Chamaesiphon*, etc.

### OBJETIVOS:

- 1.- Observar e identificar las algas Cianofitas de acuerdo a sus características.
- 2.- Aprender a emplear las claves de identificación con los ejemplares asignados.
- 3.- Ubicar los ejemplares identificados taxonómicamente.

Pueden germinar en un nuevo tricoma. Estas algas se agrupan en ellas que producen heterocistos y en aquellas que lo carecen (a veces clasificadas en dos Subórdenes). Esta representada en 5 Familias. Entre los géneros están: *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Arthrospira*, *Schizothrix*, *Microcoleus*, *Porphyrosiphon*, *Lyngbya*, *Cylindrospermum*, *Nostoc*, *Anabaena*, *Stigonema*, *Rivularia*, *Gloeotrichia*, *Rivularia*, *Scytonema*.

### Orden Nostocales

Este orden consiste de plantas no filamentosas que no poseen la capacidad de dividirse en postrada y filamentos erectos. Multiplicación es a través de filamentos cortos móviles llamados hormogonios (sin o con heterocistos). Se encuentran más abundantemente en aguas dulces.

### Cuestionario:

- 1.- Escribe 5 características importantes de las cianobacterias.
- 2.- ¿Son eucarióticas o procarióticas? ¿Por qué?
- 3.- ¿A qué reino pertenecen?
- 4.- ¿Cuáles son sus pigmentos accesorios que definen a esta división?
- 5.- ¿Cómo se reproducen las cianobacterias?
- 6.- Escribe la diferencia entre un hormogonio, tricoma, filamento, acineto y heterocisto.
- 7.- Escribe en forma de lista las características que se utilizan para formar a las cianobacterias.

- 8.- Escribe cuatro aspectos ecológicamente importantes de las cianobacterias.
- 9.- Investiga que géneros producen toxinas y que síntomas producen.
- 10.- ¿Que son las ficobilisomas y en donde se encuentran?
- 11.- ¿Cuál es la forma de N que fijan? ¿Dónde ocurre? ¿Quiénes lo hacen?
- 12.- ¿Cual es la forma de N que asimilan las cianobacterias mas fácilmente?
- 13.- Establece la diferencia en cuanto a las características de su talo, estructuras, hábitat, y clasificación taxonómica entre *Microcystis*, *Scytonema* y *Stigonema*.
- 14.- ¿Qué son los estromatolitos? ¿Qué relación tienen con la cianobacterias? ¿Busca una imagen que muestre como se ven en un corte?

A.- actividad especifica:

- a.- Realiza esquemas de cada uno de los géneros observados.
- b.- completa las figuras que están al final de los nombres respectivos de sus partes indicadas

Nota: apóyate también en la clasificación y tipos morfológicos según Bourrelly (1970) que se ofrece en las lecciones hipertextuales de botánica, sección cianofitas (copias anexas).

División:      CYANOPHYTA,      Clase:      CYANOPHYCEAE

Tabla No. 1

Orden	Familia	Genero	Características	Presencia de heterocisto y/o acineto	Tipo de reproducción


Tabla. 2. Relación de características de la organización celular y tipos de reproducción de las algas azul-verde.

Sec- ción	Morfología básica	Reproducción	Plano de la división	Orden (familia)	Géneros representativos
I	Unicelular o colonial	Fisión binaria	Uno	Chroococcales	<i>Gloebacter</i> <i>Gloeothece</i> <i>Synechococcus</i> <i>(Anacystis, Agmenellum)</i> <i>Gloeocapsa</i> <i>chroococcus</i> <i>synechocystis</i> <i>microcystis</i> <i>merismopedia</i>
II	Unicelular o colonial	Gemación múltiple fisión	Dos o mas	Chamaesifonales  Pleurocapsales	<i>Chamaesiphon</i> <i>Dermocarpa</i> <i>Dermocarpella</i> <i>Chroococcidiopsis</i> <i>Xenococcus</i> <i>Myxosarcina</i> <i>Pleurocapsa</i> <i>Hyella</i>

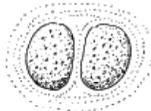
III	Filamento-sa no dife-renciadas	Fragmentación del tricoma, hormogonios	Uno	Nostocales (oscillatoriaceae)	<i>Oscillatoria</i> <i>Microcoleus</i> <i>Spirulina</i> <i>Pseudanabaena</i> <i>Plectoema</i> <i>Lyngbya</i> <i>Phormidium</i> <i>Schizothrix</i>
IV	Filamentoso, heterocisto	Fragmentación del tricoma, hormogonios, acinetos	Uno	Nostocaceae  Rivulariaceae (Scytonemataceae )	<i>Anabaena</i> <i>Aphanisomenon</i> <i>Nostoc</i> <i>Nodularia</i> <i>Anabaenopsis</i> <i>Cylindrospermum</i> <i>Calothrix</i> <i>Dichothrix</i> <i>Gloeotrichia</i> <i>Rivularia</i> <i>Scytonema</i> <i>Tolipothrix</i>
V	Filamentosas, ramificadas, heterocisto	Fragmentación del tricoma, hormogonios, acinetos	Dos o mas	Stigonematales	<i>Mastigocoleus</i> <i>Nostochopsis</i> <i>Mastigocladus</i> <i>Westiella</i> <i>Fischerella</i> <i>Hapalosiphon</i> <i>Stigonema</i>

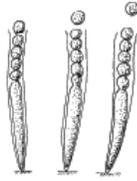
					<i>Chlorogloeopsis</i> <i>(chlogloea)</i>
--	--	--	--	--	----------------------------------------------

Clasificación según Bourrelly

**Clasificación y tipos morfológicos** [Según Bourrelly (1970)]

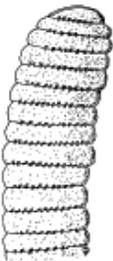
División *Cyanophyta*, Clase *Cyanophyceae*

	<p>Orden  <i>Chroococcales</i></p> <p>unicelulares o cenobiales pero sin polaridad, libres o unidos por capas mucilaginosas</p> <p>multiplicación por división binaria o endosporas, nanosporas</p> <p>talo fijo o libre</p>	<p><i>Chroococcus</i>, cenobio globular con numerosas células esféricas unidas por capas mucilaginosas</p>  <p><i>Microcystis</i>, cenobio de forma irregular, células esféricas o alargadas</p>  <p><i>Gloeocapsa</i>, cenobios planos con un número de células múltiplo de dos unidas por capas concéntricas mucilaginosas</p>  <p><i>Merismopedia</i>, cenobios en planos rectangulares ordenados</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Subclase <i>Cocogonophycideae</i></p> <p>organismos unicelulares o cenobiales, pueden tener la forma de falsos filamentos o incluso formar un pseudoparénquima no hay plasmodesmos no hay heterocistes multiplicación por endosporas, exosporas o nanosporas</p>		
	<p>Orden <i>Chamaesiphonales</i></p> <p>cenobios con polaridad, fijos al sustrato</p> <p>multiplicación por endosporas o exosporas</p>	<p><i>Dermocarpa</i>, unicelular fija, reproducción por endosporas</p>  <p><i>Chamaesiphon</i>, células aisladas o en grupos, fija al sustrato por un pedúnculo, reproducción por exosporas</p> 
	<p>Orden <i>Pleurocapsales</i></p> <p>agregados filamentosos</p> <p>multiplicación por endosporas</p>	<p><i>Pleurocapsa</i></p> 
	<p>Orden <i>Nostocales</i></p> <p>cenobios filamentosos sin diferenciación entre parte prostrada y parte erecta heterociste presente o ausente</p>	<p>Familia <i>Oscillatoriaceae</i>, sin heterocistes.</p> <p>Familia <i>Nostocaceae</i>, con heterocistes</p> <p>Familia <i>Rivulariaceae</i>, filamentos fijos con polaridad, con heterociste basal y puede haber ramificaciones</p> <p>Familia <i>Scytonemataceae</i>, filamentos con pseudoramificaciones, las ramificaciones nacen de la</p>

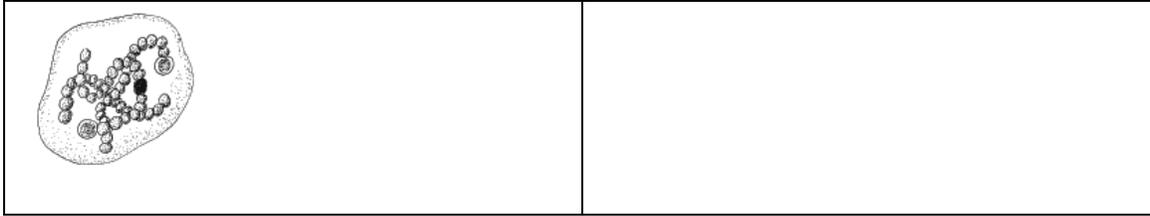
Subclase <i>Hormogonophycideae</i>  cenobios filamentosos reproducción por hormogonios, acientos o hormosporas		ruptura del tricoma, los dos extremos libres siguen crecimiento próximos
	Orden <i>Stigonematales</i>  hay diferenciación entre parte prostrada y erecta del filamento	Familia <i>Stigonemataceae</i>

Familia *Oscillatoriaceae*, sin heterocistes

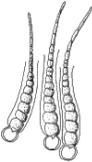
<i>Oscillatoria</i> , aparecen disjuntos y necridios, los tricomas son móviles, sin vaina mucilaginosa espesa	<i>Spirulina</i> , tricoma en espiral	<i>Lyngbya</i> , con vaina mucilaginosa marcada
		

Familia *Nostocaceae*, con heterocistes

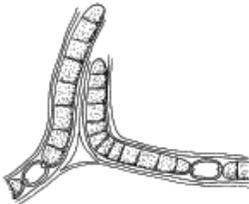
<i>Nostoc</i> , masas gelatinosas reviviscentes	<i>Anabaena</i> , libres
	

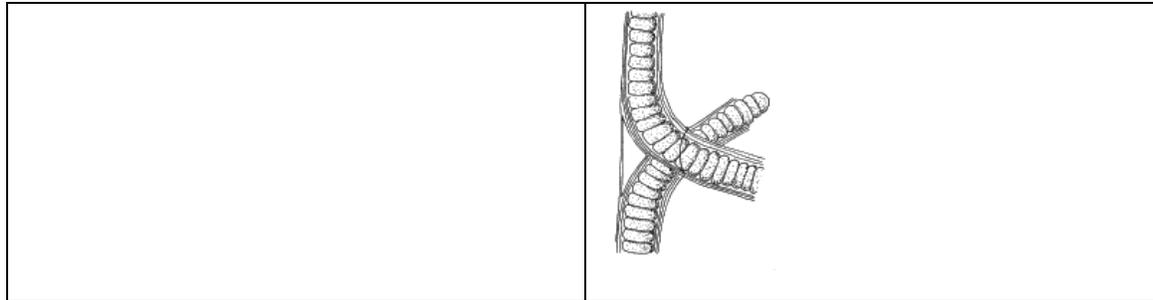


Familia *Rivulariaceae*, filamentos fijos con polaridad, con heterociste basal y puede haber ramificaciones

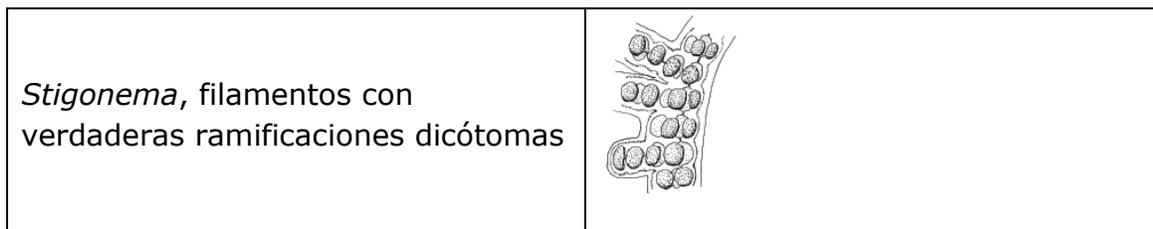
<p><i>Rivulara</i>, agregados gelatinosos</p>	<p><i>Calothrix</i>, no reunidas en agregados gelatinosos</p>
	

Familia *Scytonemataceae*, filamentos con pseudoramificaciones, las ramificaciones nacen de la ruptura del tricoma, los dos extremos libres siguen creciendo próximos

<p><i>Scytonema</i>, con heterocistes</p>	<p><i>Plectonema</i>, sin heterocistes</p>
	



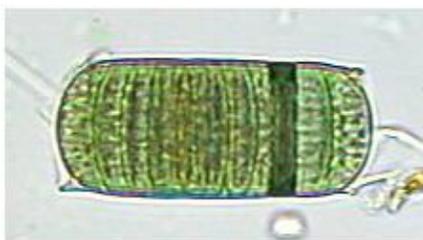
Familia *Stigonemataceae*



REPRODUCCION:

Solo se conoce reproducción asexual, y se puede llevar a cabo de tres formas:

1. **bipartición**, división binaria en organismos unicelulares
2. **fragmentación** de filamentos (tricomas, filamentos sin vaina), a partir de células especializadas o modificadas, los fragmentos liberados son los **hormogonios**, que regeneran al individuo completo, las células especializadas pueden ser de tres tipos:

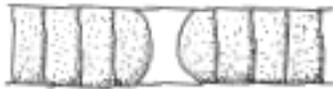


*Oscillatoria*

a) **disjuntores**: una o dos células contiguas se gelifican, el contenido homogéneo y refringente adquiere una coloración verde y una forma de lente biconcava con los bordes salientes, las células vecinas se decoloran un poco (amarillean), estas células no se colorean de rojo congo



b) **necridios**: aparecen en ciertas especies de *Oscillatoria*, ciertas células presentan un aspecto granuloso, amarillento y sus paredes se abomban en forma de célula bicóncava, se colorean de rojo congo y se contraen con la acción de la glicerina



3. **heterocistes**: provienen de una célula gruesa y diferenciada que desarrolla una gruesa membrana, el contenido se tiñe de amarillo (caroteno), presenta uno o dos poros o plasmodemos, dependiendo de su posición apical o intercalar, al final la célula muere por vacuolización de su contenido. Aparecen sólo en cianofitas *Nostocaceae* y *Rivulariaceae*, su formación está ligada a ciertas condiciones del medio, como debil intensidad luminosa y presencia de glucosa o ácido succínico como fuente de carbono. En algunas especies de *Anabaena* y *Nostoc* los heterocistes no mueren y se comportan como órganos de reproducción y liberan varias células aisladas. Los heterocistes parecen ser los lugares donde se fija el nitrógeno atmosférico.



4. **esporas**, reproducción por elementos de resistencia. Las esporas son células que modifican su contenido, se rodean de una cubierta espesa aislante de dos capas, la externa puede presentar ornamentación variada, el contenido es espeso, rico en reservas y desprovisto de pigmentos, durante la germinación la pared se rompe o gelifica, hay varios tipos de esporas:

- a) **acinetos** (akinetos): el tipo más frecuente, característicos de los organismos filamentosos, soporta condiciones desfavorables
- b) **hormosporas** (hormocistes): cuando es un conjunto de células o un hormogonio el que se encista
- c) **endosporas**: se producen por la división de una célula en varios elementos resistentes, mientras la membrana plasmática permanece sin cambios, las endosporas se liberan todas simultáneamente, son frecuentes en las especies parásitas

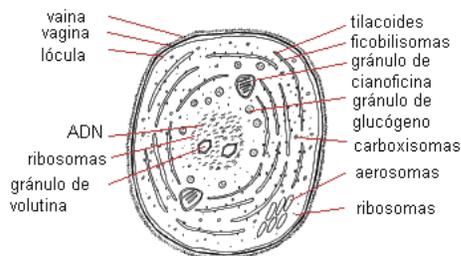


- d) **nanosporas** (nanocistes): endosporas de pequeña dimensión resultantes de la división de una célula madre sin aumento posterior del tamaño
- e) **exosporas**: igual que las endosporas pero producidas continuamente



**Parasexualidad:** algunas experiencias parecen confirmar que existen fenómenos que implican la recombinación de material genético, al igual que en las bacterias

### Citología



**Pared celular:** semejante a la pared celular de las bacterias gram negativas, se distinguen varias capas:

**lócula:** capa profunda, interna, delgada, adherida directamente al citoplasma, equivalente a la membrana plasmática o plasmalema

**vagina:** capa intermedia, continua o discontinua, pectocelulósica

**vaina mucilaginoso:** a menudo muy espesa, de estructura variable, y no siempre presente (ausente en las especies unicelulares), fibrosa o estratificada, a veces coloreada de pigmentos, a veces se gelifica, rica en agua y que contiene mucopolisacáridos

La pared se caracteriza por que:

1. Presenta plasmodesmos que comunican el citoplasma con las células vecinas
2. Presenta numerosos poros por donde sale el mucus que forma la vaina
3. Contiene proteínas, lipopolisacáridos y una sustancia particular, la **mureina**, que

es un mucopolímero cuyas moléculas forman una red

4. Por debajo de la pared, la membrana plasmática puede presentar invaginaciones o **mesosomas** parecidos a los de las bacterias gram positivas

**Protoplasma** (citoplasma), separado en cromoplasma (periférico y pigmentado) y centroplasma (central, granuloso e incoloro).

**Movilidad de la cianofitas** Los géneros *Oscillatoria*, *Spirulina* y *Rivularia* presentan movimiento los filamentos, que se caracteriza por que:

es un movimiento por deslizamiento  
no hay orgánulos ni estructuras responsables  
no aparecen cambios de forma

El mecanismo aún no se comprende del todo, se plantean dos hipótesis:

5. Debido a la producción de mucílago, ya que en *Oscillatoria* el movimiento está confinado a las especies que producen mucilage por contracción rítmica del tricoma

### Ecología

son organismos **pancrónicos**, apenas han variado desde hace 2700 millones de años (Precámbrico) poseen una gran adaptabilidad, ocupan medios húmedos y acuáticos muy variados, incluyendo fuentes termales, aguas frías, saladas, dulces y sobrecargadas de sales ciertas especies presentan una amplia tolerancia a alternancias de sequedad y humedad, son organismos **reviviscentes**, pero sólo vegetan en condiciones húmedas, por ejemplo en *Nostoc*, el mucílago se hidrata y seca fácilmente ciertas especies soportan bien las variaciones en salinidad (**eurihalinos**) algunas especies asociadas con bacterias sulfurosas y en ciertos fondos llegan a formar **sapropeles**, que se considera la sustancia madre del petróleo, presentando gran resistencia al ácido sulfúrico

algunas especies son **termófilas**, soportan hasta 80-85 grados C, junto con las bacterias son los únicos organismos que pueblan estas aguas

en ciertas condiciones algunas especies planctónicas pueden desarrollarse rápidamente en grandes cantidades formando las llamadas **flores de agua**, fundamentalmente en aguas eutróficas en los meses de verano, los nobres de Nilo Verde y Mar Rojo provienen de la presencia de cianofitas. En las flores de agua se producen sustancias antibióticas (**alelopáticas**) que detienen o ralentizan el desarrollo de los demás seres planctónicos

algunas especies se instalan sobre rocas y las atacan, sobretodo rocas calcáreas (asociadas a bacterias), por ejemplo en *Chamaesiphonales*

otras especies fijan el carbonato cálcico a la vaina mucilaginosa contribuyendo a la formación de estromatolitos

### Métodos de nutrición

6. La mayoría son autótrofas

7. Algunas son heterótrofas o saprofíticas

8. Algunas son parásitas, en el tubo digestivo de herbívoros (cobayas) y en

batracios anuros

9. Algunas son heterótrofas pero poseen clorofila y viven en simbiosis con algas, *Nostoc symbioticum* y *Goesiphon pyriformis* con una clorofita sifonal,

10. Otras carecen de clorofila

- con hongos para formar líquenes:

- i. *Cora pavonia*: basidiomiceto (*Stereum*) + *Chroococcus*
- ii. *Collema*, *Peltigera*, *Physma*, *Loborina*: Ascomiceto + *Gloeocapsa*
- iii. *Ephebe*: Ascomiceto + *Stigonema*
- iv. *Synalissa*: Ascomiceto + *Rivularia*

- con briófitos: *Nostoc* en cámaras aeríferas de hepáticas (*Pellia*, *Blasia*) y *Anthoceros*

- con pteridófitos: *Azolla filiculoides* con *Anabaena azollae*, que viven en criptas dentro de la hoja

- con gimnospermas (Cicadáceas), *Anabaena* en las raíces de *Cycas*

- con angiospermas: *Nostoc* vegetando en pozos del tronco de *Gunnera* (*Haloragaceae*)

- con protozoos, con *Panlinella*, Amebas, etc.

- con metazoos, esponjas marinas, pelos de perezosos con *Cyanoderma* (*Chamaesiphonales*)

### Fijación de nitrógeno

1. Algunas disponen del sistema enzimático de la nitrogenasa y pueden fijar el N<sub>2</sub> atmosférico
2. La nitrogenasa cataliza la reducción del N<sub>2</sub> a iones amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)
3. El sistema es sensible al oxígeno y se encuentra confinado en células con pared engrosada (**heterocistes**)

### Usos

1. Alimentación: las que no son productoras de toxinas son una excelente fuente de alimento:
2. *Spirulina platensis* y *S. maxima*, usadas por los aztecas del lago Texcoco en México y también en lago Chad

3. Algunas especies de *Nostoc* en Perú

4. *Microcystis* en Pakistán

5. Colorantes: las ficocianinas se emplean para teñir helados, dulces, chicles, refrescos y productos lácteos

6. Biomedicina: sondas fluorescentes en sustitución de los marcadores radioactivos

7. Agricultura:

8. Acondicionamiento de tierras de labor por la facilidad de *Nostoc*, *Anabaena* y *Chroococcus* de secretar polisacáridos al medio

9. Biofertilizantes, cianobacterias heterocistadas fertilizan con nitrógeno asimilable los arrozales desde hace años en India y China, también *Anabaena azollae* asociada simbióticamente con el helecho acuático *Azolla*

### *Prochlorophyta*

Denominadas también **cloroxibacterias**, fueron descubiertas en los años 60 y clasificadas como clorofitas, pero al observar su núcleo al MET se apreció que eran procariotas. Se conocen 7 cepas todas del género *Prochloron*, procedentes principalmente del océano Pacífico. Aparecen siempre asociadas extracelularmente con tunicados, apenas si se han podido cultivar fuera de sus huéspedes.

Fisiológicamente son como las algas clorofitas, realizan fotosíntesis oxigénica pero morfológicamente son como las cianofitas, en líneas generales se parecen a los cloroplastos de las plantas superiores,

Morfología: cocoides, de 6 a 24  $\mu\text{m}$  e inmóviles, algunas formas filamentosas de agua dulce y vida libre.

Pared celular: con ácido murámico (mureína) y sensible a la lisozima, igual que los procariotas,

Pigmentos: contienen clorofila a y clorofila b, carotenoides (fundamentalmente beta-caroteno) y carecen de ficobilinas

Productos de almacenamiento: alfa-1-4-glucano, carbohidrato típico de procariotas, además de amilosa, carecen de sacarosa, pero tiene pequeñas cantidades de glucosa.

## ➤ PRACTICA # 9

**Titulo:** Diatomeas (División: Heterokontophyta o Chromophyta) y Dinoflagelados (División: Dinophyta y/o Pyrrhophyta).

### INTRODUCCION

Las diatomeas (Antes estaba como parte de la División: Chrysophyta y clase: Bacillariophyceae. También estaba como División: Bacillariophyta y clase Bacillariophyceae) son algas unicelulares que pueden presentarse en colonias. Fotosintetizan (autótrofos) y sus cloroplastos son coloreados de café dorado, por que las clorofilas a y c están cubiertas por FUCOXANTINA (amarillo-café). Su pared celular esta constituida por cubiertas de sílice formando una caja con tapadera, donde la caja de abajo se denomina (hipoteca) y la de arriba (epiteca). El orden **PENNALES** esta equipado con una estructura (RAFE) o hendidura que por ahí sale una mucosa que permite el movimiento. Las diatomeas más pequeñas tienen un diámetro de 2.5  $\mu$ m con ejemplos en el orden **CENTRALES**. Las diatomeas más grandes llegan a medir hasta 2 mm. La **crisolaminarina** es su producto de reserva.

Las diatomeas viven en el mar, agua dulce, suelo, sobre rocas y paredes, en general en donde exista suficiente húmeda y la luz para la fotosíntesis. Forman una parte importante del fitoplancton en los mares y juegan un papel importante como productoras primarios en la cadena alimenticia. Estas se reproducen asexualmente la mayoría del tiempo por partición (6-24 horas). Las células hijas toman una mitad de la pared celular de la teca celular madre, la cual va a ser remplazada y genera siempre la hipoteca. Este proceso va reduciendo la talla de las células. Alcanzando una talla mínima, luego ocurre una reproducción sexual, formando AUXOSPORAS (formadas por la fusión de los gametos = cigoto). Estas crecen hasta adquirir una talla apropiada para la especie, rompiendo la pared previa para luego formar una nueva pared de sílice. La reproducción sexual es oogámica.

Ecológicamente, los papeles principales de las diatomeas son: 1) en la producción primaria, en el ciclo global del carbón y 2) en las cadenas alimenticias. Una de las importancias económicas es la tierra de diatomeas (diatomita). La tierra de diatomeas son tecas de diatomeas fósiles remanentes que forman depósitos grandes. Esta es usada como abrasivo en la pasta de dientes, en los metales para pulir, en los sistemas de filtración y en los repelentes para hormigas entre otros usos.

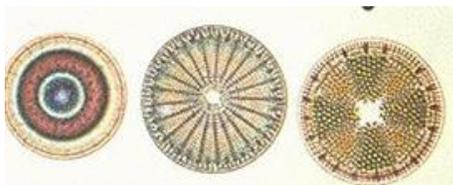
La identificación de especies requiere de práctica, ya que dos especímenes de la misma especie vistos en diferentes lados, parecen pertenecer a especies diferentes. Entonces un espécimen a diferentes edades varía en talla y algunas veces en su estructura.

### Características de la frústula

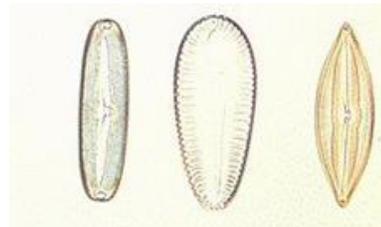
- En la pared, el sílice se deposita en un arreglo preciso para formar patrones ornamentados distintivos.
- Los patrones básicos forman dos tipos (órdenes):

1.- DIATOMEAS CENTRICAS: estructura de la pared alrededor de un punto central, es simétricamente radial. Orden CENTRALES.

2.- DIATOMEAS PENADAS: la pared esta arreglada alrededor de una línea central, elíptica, con simetría bilateral Orden PENNALES.



Diatomeas Centrales



Diatomeas Pennales

La superficie de la pared esta generalmente cubierta por una serie de poros. Algunos poros funcionan en la secreción del mucílago, movimiento, fijación. Los procesos valvales pueden, también ayudar en mantener a las células juntas. Los procesos valvales en especies céntricas funcionan en la producción de mucílago.

Las diatomeas necesitan de sílice para poder dividirse, por lo que este nutriente es limitante y puede ser usado para sincronizar las divisiones en el cultivo. El dióxido de germanio ( $\text{GeO}_2$ ) reemplaza al sílice e inhibe su crecimiento. El cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) también inhibe los florecimientos de las diatomeas. Las diatomeas es el componente más grande del fitoplancton oceánico.

Las diatomeas producen espinas largas y gotas de aceite para mantener su flotabilidad. Las diatomeas fósiles forman depósitos grandes en lagos y mares. La tierra de diatomita se emplea como material abrasivo en la crema de dientes, para pulir metales, en sistema de filtración y como repelentes de hormigas.

Algunas especies producen toxinas potentes, se conocen las especies de *Nitzschia* y *Pseudonitzschia*, quienes producen ácido domoico. El efecto de esta toxina AD puede ser biomagnificado a través de mejillones, anchovetas, cangrejos que afectan también al hombre a través de su consumo.

Taxonomía:

División: Chrysophyta o Heterokontophyta o Chromophyta

Clase: Bacilliarophyceae

Orden: Centrales

Orden: Pennales

## Dinoflagelados.- División Pyrrhophyta

**Rasgos:** células biflageladas (dos flagelos diferentes), común en agua dulce y marina. Proporcionan hasta un 30% de la productividad primaria oceánica. Poseen clorofila a y c,  $\beta$ -caroteno y xantofilas (dinoxantina y peridina). Almacena almidón y su pared celular esta compuesta de celulosa, la cual contiene placas de celulosa. Son unicelulares o coloniales haploides que se dividen por mitosis. La membrana nuclear permanece siempre y los cromosomas se encuentran condensados permanentemente.

También se ha observado la reproducción sexual en un gran número de dinoflagelados. Los gametos se forman de células vegetativas N. Se han reportado isogametos y anisogametos. Los gametos se fusionan y forman un cigoto 2N. Este se desarrolla en quiste con pared gruesa que inverna y su germinación resulta en productos meióticos (células haploides). Algunos géneros producen aceites solubles. Producen sustancias tóxicas a vertebrados y su efecto se biomagnifica a través de la cadena alimenticia. Un mejillón puede concentrar suficiente toxina para matar al hombre. Las toxinas se han categorizado de acuerdo a los síntomas producidos.

La clasificación en tres Clases en base a la presencia o ausencia del núcleo típico de los dinoflagelados (DINOCARION):



a).- Blastodinoephyceae.- dinoflagelado parásito, autótrofo o heterótrofo con dinocarión solo durante una parte de su ciclo de vida. Vive en los tractos digestivos de copépodos. Gen= *Blastodinium*.

b).- Noctiluciphyceae.- células con dinocarión durante parte de su ciclo de vida. Gen.= *Noctiluca*, organismos de esta especie producen la bioluminiscencia..

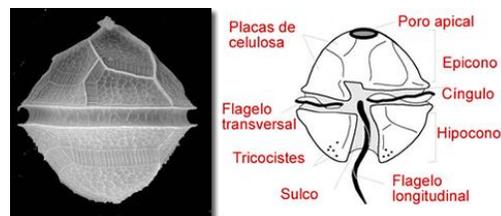
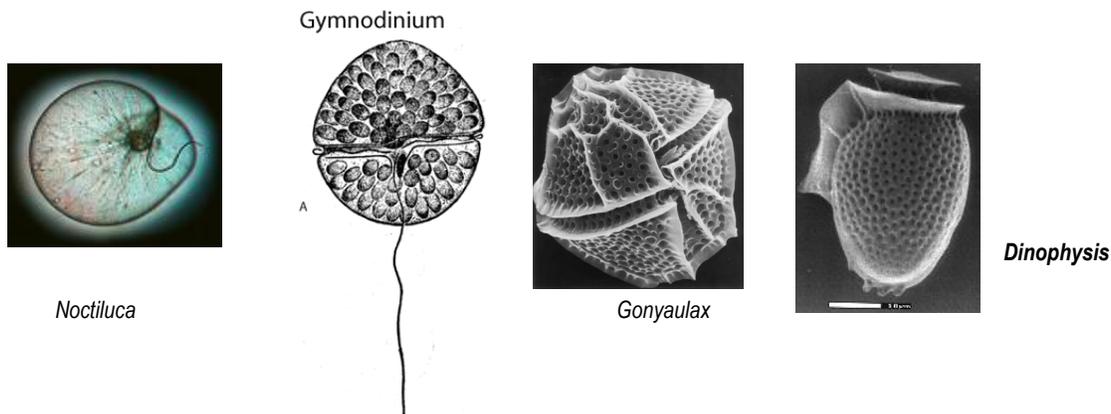
c).- Dinophyceae.- dinoflagelados típicos con dinocarión a través de su ciclo de vida. Se subdivide en cuatro subclases:

\* Gymnodinophycidae: con representantes generalmente no tecados: *Gymnodinium*

\* Peridinophycidae: la mayoría de especies son tecadas: *Peridinium*, *Gonyaulax*

\* Dinophycidae: dinoflagelados con un cingulum anterior, un sulcus y una estructura sagital que corre en una línea cerrada a lo largo de la célula. El flagelo insertado ventralmente. *Dinophysis*.

\*Prorocentrophycidae: dinoflagelados con una satura sagital pero sin cingulum o sulcus. Dos flagelos insertados apicalmente y con pocas tecas en su pared celular. *Prorocentrum*.



## OBJETIVO

- 1.- Observar e identificar algunos géneros de diatomeas y de dinoflagelados empleando las características básicas para su diferenciación taxonómica.
- 2.- Conocer sus modos de reproducción y sus historias de vida
- 2.- Conocer la importancia ecológica y económica de ambas divisiones.

## Procedimiento:

- 1.- Observar diatomeas y dinoflagelados en muestras fijas.
- 2.- Busque también en las muestras que se coleccionarán en jacuzi y en el invernadero (Identificar 3 diatomeas Cénticas y 3 Penales). Para esto toma una gota de la muestra de cada frasco y observe al microscopio compuesto sus características. Para su identificación consulte las claves de identificación y esquemas.
- 3.- Observar muestras de diatomeas permanentes (trata de utilizar e identificar las estructuras de esos dos grupos)
- 4.- Elabora una Tabla en la cual organices la lista de diatomeas observadas y caracterizadas. Elabora esquemas de los especímenes identificados. Trate de reconocer las estructuras de identificación como son: frústulas, setas, forma de la valva, rafe para las diatomeas y para los dinoflagelados el epicono, los flagelos longitudinal y transversal, si los dinoflagelados son tecados o no tecados, etc.
- 5.- Actividades que se entregarán junto con el reporte y que incluye otro ejercicio que se enviará por correo:
- 6.- Elabore un esquema haciendo notar las partes que componen un ejemplar de diatomea y otro para dinoflagelado.

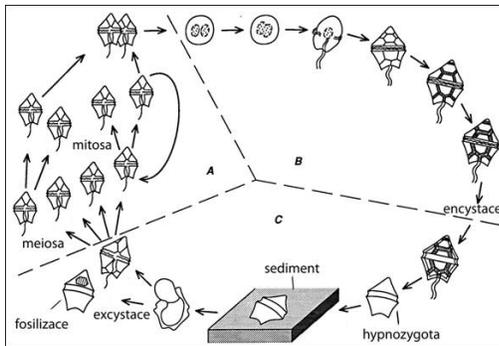
- 7.- Describa el proceso de reproducción sexual y asexual en las diatomeas (centrales y penales).
- 8.- Describe tres diferencias estructurales entre las diatomeas y los dinoflagelados.
- 9.- ¿Que adaptación tienen los dinoflagelados para ser exitosos en aguas tibias donde las diatomeas no pueden?
- 10.- ¿Cuáles son las especies de dinoflagelados y de diatomeas que son formadores de mareas rojas?
- 11.- ¿Qué tipo de diatomeas encuentra en una muestra proveniente de la poza de la escuela de biología? Dibújalas.
- 12.- ¿Cuáles son los requerimientos de nutrientes para las diatomeas? ¿Por qué?
- 13.- Describa un ejemplo de ciclo haplontico para los dinoflagelados
- 14.- ¿Qué diferencia hay entre un himnocigoto y una auxospora? ¿Quiénes lo presentan? ¿Qué carga genética tienen? ¿Qué función tienen?
- 15.- ¿Cuáles son los tipos de reproducción de las diatomeas? ¿Qué ventaja biológica presenta cada una de ellas?
- 16.- Describa las características en que se basan en la taxonomía de ambos grupos.
- 17.- Relacione los siguientes grupos del fitoplancton con sus características:
- ( ) Presentan auxosporas
  - ( ) Son responsables de las mareas rojas
  - ( ) No tienen flagelos
  - ( ) Tienen un esqueleto interno de sílice
  - ( ) Su pared celular es de celulosa
  - ( ) *Prorocentrum*
  - ( ) *Nitzschia*
  - ( ) Presentan dinocarion
  - ( ) Forman parte de la tierra de diatomita
  - ( ) *Ceratium*
  - ( ) Tienen tricocistos
  - ( ) Presentan himnocigoto
  - ( ) *Richelia*
  - ( ) *Chaetoceros*
  - ( ) Algunas especies producen ácido dómico

18.- ¿cuáles son los Órdenes en que se clasifican las diatomeas, y cuales para los dinoflagelados?

19.- completa el siguiente cuadro:

División	Pigmentos Principales	Pigmentos accesorios	Composición Pared celular	Productos De reserva	Nivel de organización del talo
Pyrrhophyta					
Heterokontophyta (Bacillariophyceae)					

20.- Completar y explicar la siguiente figura:

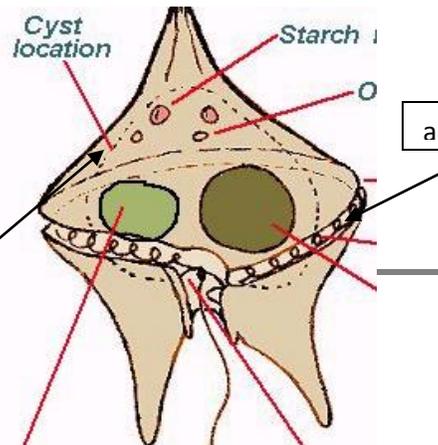


21.- Escribe los nombres de las estructuras de la Fotografía e indica a que Orden pertenece.

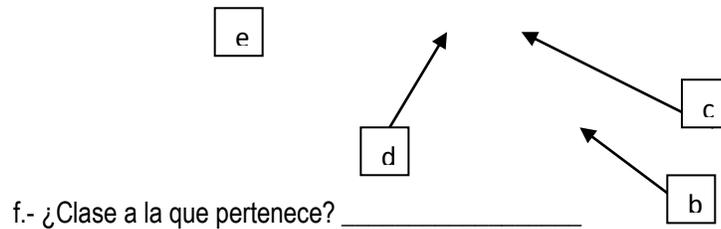


22.- Complete con su nombre las partes indicadas en la figura de la derecha.

a.- \_\_\_\_\_



- b.- \_\_\_\_\_  
 c.- \_\_\_\_\_  
 d.- \_\_\_\_\_  
 e.- \_\_\_\_\_



➤ **PRACTICA # 10**

**Titulo:** Heterokontophyta o Chromophyta (Clase: Phaeophyceae) y Rhodophyta

Esta práctica comprende dos Divisiones algales: Heterokontophyta con la Clase Phaeophyceae y Rhodophyta. Reconocerás los tipos de talos, ramificaciones, estructuras de reproducción, algunos ciclos de vida y su clasificación.

**OBJETIVOS:**

- a).- Reconocer estructuras del talo y de reproducción de algunos miembros de las Divisiones Heterokontophyta (Clase Phaeophyceae) y Rhodophyta.
- b).- Distinguir y ubicar estructuras y sus características para poder identificarlas.
- c).- Conocer los tipos de reproducción e historias de vida de las dos Divisiones
- d).- Utilizar las claves de identificación y libros de texto.

**Procedimiento:**

- 1.- Sigue la secuencia de la práctica (Secciones A y B para cada División Algal). Ubica a los géneros representantes de los diferentes Órdenes de cada una de las Divisiones algales. Utiliza la tabla 1 como base del ejercicio (con Órdenes, tipos de talos y algunas características). Revisa los ejemplares y apóyate con los libros de texto.
- 2.- Observa las estructuras que se te indican y realiza esquemas de éstas.
- 3.- Ubica las características taxonómicas y completa lo que se te pide.
- 4.- Realiza cortes y ve verificando las características que están escritas para cada género.
- 5.- Localiza y observa las estructuras de reproducción.
- 6.- Observa las preparaciones fijas y realiza esquemas y ubica las estructuras.

**Material:**

- |                                            |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------|
| 1.- Microscopio compuesto y estereoscópico | 5.- Aceite de inmersión  |
| 2.- Portaobjetos (dos)                     | 6.- Estuche de disección |

- 3.- Cubreobjetos (dos)
- 4.- Papel para limpiar lentes
- 9.- Algas colectadas
- 11.- Leer copias anexas en detalle sobre la reproducción específica de cada género.
- 7.- Solución de lugol con gotero
- 8.- caja de petri (1) y guantes
- 10.- Libro de algas\*\*

\*\* Abbott I and G. Hollenberg, 1976. Marine algae of California.

### A.- Heterokontophyta (PHAEOPHYCEAE)

Son algas multicelulares que van desde filamentos ramificados a los kelpos (Bosques marinos) masivos y complejos. Son exclusivamente marinas y habitan mas las costas marinas templadas y son menos conspicuas en los trópicos. Habitan desde las costas rocosas en zonas templadas a mares abiertos (algas de agua fría). Son de tallas grandes (180 pies y crecen hasta 2 pies por día).

Están representadas por cerca de 265 géneros y 1500 a 2000 especies. Poseen meristemo intercalar localizado en la unión de la lámina y el estipe. También tiene el meristodermo que es responsable para la fotosíntesis, pero también es capaz de actividad meristemática. Las células flageladas son solamente los gametos y las zoosporas; el talo vegetativo no es móvil. Los estadios vegetativos tienen el flagelo insertado lateralmente. Los pigmentos de la división son: clorofila a y c con fucoxantina dando el color café-oro. Sus paredes celulares son de celulósica endurecidas por alginato de calcio. La porción amorfa de la pared celular esta formada por sustancias mucilaginosas que incluye fucoidina y otros alginatos. El material de reserva son: la laminarina, manitol, grasas, algina y ácido algínico.

Su importancia económica es:

- A- como alimento
- B- obtención de polisacáridos
- C- producción de yodo

En esta sección, solo repasarás los géneros de *Ectocarpus*, *Fucus*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Halidrys*, *Cystoseira*, *Dictyota*, *Padina*, *Desmarestia*, *Silvetia*, *Hesperophycus*, *Scytosiphon*, *Hydroclathrus*, *Colpomenia*, *Sargassum*,

Compáralos y observa bien sus diferencias estructurales y taxonómicas. Repasa las estructuras y ciclos de vida de cada uno de los ejemplares que se muestren en el laboratorio.

Observa las preparaciones fijas y dibuja las estructuras.

1.- ¿Cuál es la función de las auxinas en las feofitas? ¿tienen la misma función que en las plantas terrestres?

2.- Completar la Tabla No.1 que sigue con la información que se pide para los géneros que se te proporcionarán en el laboratorio (esta tabla se amplía al número de algas proporcionadas).

Tabla No. 1

Orden/ género	Historia de Vida	Talo	Crecimiento	Estructuras de Reprod.	Tipo Reprod Asex/Sexual	Ferhormo- nas	Ejemplos

3.- Comparen la historia de vida de *Postelsia* con la de *Sargassum*. Incluye dibujos e indica los diferentes estadios, la ploidía de las fases, el nombre de las ferhormonas sexuales, en donde ocurre la meiosis y la fertilización. Describe 2 caracteres específicos (cualquier estructura, desarrollo o historia de vida) que difiera entre esos dos taxa, así como dos caracteres específicos que compartan esos dos taxa pero que difieran de las Ectocarpales. Brevemente discute como es la diferencia en la historia de vida de esos dos taxones en términos de: (1) cual es la ventaja y (2) una desventaja en términos de la persistencia de la población?

4.- Crea una llave dicotómica para separar los siguientes géneros: *Desmarestia*, *Phyllospadix*, *Silvetia*, *Ectocarpus*, *Eisenia*, *Udotea*. Las características no se pueden basar en tamaño, forma, ramificación, color o hábitat.

5.- ¿Cuál es la composición de la pared celular de las feofitas?

6.- ¿De qué manera influyen la temperatura, luz y las mareas en la reproducción de *Ectocarpus*, *Fucus* entre otras?

7.- ¿En dónde se encuentran las estructuras reproductoras en *Desmarestia*, *Sargassum*, *Fucus* y *Silvetia*?

8.- ¿Cómo sabes si el talo es monoico en *Fucus*?

9.- ¿Qué función tiene el ácido que tiene *Desmarestia*?

**B. RHODOPHYTA**

Esta División tiene dos clases: Bangiophyceae y Florideophyceae

Bangiophyceae	Florideophyceae
1.- Alternancia de generaciones isomórfica o heteromórfica	1.- Su ciclo de vida es diplohaplóntico, algunas tienen el haplóntico.

2.- <i>Porphyra</i> tiene alternancia de generaciones heteromórfico:	2.- Algunos tienen una modificación compleja del ciclo diplohaplóntico: trifásico
2 <sup>a</sup> .- Esto no se reconoció originalmente, así que al esporofito se le llamo <i>conchocelis</i>	3.- El gametofito (puede ser o no dioico).
2b.- Los esporofitos son filamentos ramificados; el talo laminar de <i>porphyra</i> (conspicuo) es el gametofito (monoico).	4.- Tienen carposporofito 5.- Tetrasporofito 6.- Presentan una eficiencia baja en la fertilización.

Clasificación:

Bangioficeae	Florideophyceae
<p>1.- Porphyridiales</p> <p>1.- <i>Porphyridium purpureum</i></p> <p>2.- <i>Cyanidium caldarium</i></p> <p>3.- La posición taxonomica de <i>cyanidium</i> es insegura y no esta bien clasificada todavía.</p> <p>2.- Compsopogonales</p> <p>1.- <i>Compsogon</i> (de agua dulce encontrada en maryland)</p> <p>3.- Bangiales</p> <p>1.- <i>Porphyra japonica</i> (incluye fase <i>conchocelis</i>)</p>	<p>1.- Acrochaetiales</p> <p>1.- <i>Audouniella</i></p> <p>2.- Palmariales</p> <p>1.- <i>Palmaria palmata</i></p> <p>3.- Nemaliales</p> <p>4.- Batrachospermales</p> <p>1.- <i>Batrachospermum</i></p> <p>1.- Alga roja de agua dulce, de arroyos de agua fría.</p> <p>2.- Meiosis intercalar, las células apicales desarrollan meiosis y el gametofito desarrolla en las puntas del esporofito.</p> <p>5.- Corallinales</p> <p>1.- <i>Lythophilum</i></p>

	<p>2.- <i>Corallyna</i></p> <p>6.- Galidiales</p> <p style="padding-left: 40px;">1.- <i>Gelidium</i></p> <p>7.- Gigartinales</p> <p style="padding-left: 40px;">1.- <i>Chondrus crispus</i></p> <p style="padding-left: 40px;">2.- Usada como fuente de carragenano</p> <p>8.- Rhodymeniales</p> <p>9.- Ceramiales</p> <p style="padding-left: 40px;">1.- <i>Poysiphonia</i></p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Actividades y cuestionario:

- 1.- Revisa los ejemplares herborizados y las preparaciones fijadas. Trata de distinguir y dominar las características de los diferentes taxa para lograr una buena clasificación. Realiza cortes transversales y longitudinales en las estructuras de reproducción y compáralas con las preparaciones fijadas.
- 2.- ¿Cuál es el tipo de talo más sencillo que se encuentra dentro de Bangiophyceae?
- 3.- Discute las características principales que hacen la diferencia entre las Bangiophyceas y las Florideophyceas
- 4.- Dibuja un alga coralina y dibuja sus partes.
- 5.- ¿Qué es una genícula?
- 6.- ¿Qué es una intergenicula? ¿Quiénes la presentan? ¿Cuál es la diferencia entre algas geniculadas y no geniculadas? ¿Qué otro nombre reciben?
- 7.- ¿En qué consiste el tricogina? ¿Qué función desempeña?
- 8.- ¿Qué es un gonimoblasto; cuál es su función?
- 9.- ¿Cuál es la importancia ecológica y económica de las algas rojas?
- 10.- Escribe dos diferencias importantes entre conceptáculo uniporado y poliporado? ¿Quiénes los presentan?

- 11.- ¿Qué es el carpogonio y cual es su importancia en el ciclo biológico de las algas rojas?
- 12.- ¿A quién pertenece la fase *Conchocelis*? ¿Cuál es su carga genética? ¿Que tamaño tiene? ¿Qué producen?
- 13.- ¿Por qué se considera a las rodofitas como las algas mas complejas morfológicamente?
- 14.- Investiga al menos el nombre de dos algas rojas que habiten aguas dulces?
- 15.- ¿Qué productos químicos se obtienen de las algas rojas?
- 16.- ¿En que consiste un talo pseudoparenquimatoso?, dibuja uno
- 17.- ¿Cuáles son los pigmentos que le dan la coloración a las rodofitas?
- 18.- ¿Cuál es la importancia fisiológica de los pigmentos accesorios en su distribución vertical de las rodofitas?
- 19.- ¿Cómo se llaman las estructuras reproductoras femeninas y masculinas de las rodofitas?
- 20.- ¿Qué es el carpogonio y cual es su importancia en el ciclo biológico de las rodofitas?
- 21.- completa los siguientes cuadros (A y B):

A

Estructura	Carga genética (ploidia)	Tipo de célula que desarrolla
Tetrasporofito		
Carposporofito		
Gametofito		

B

Genero	Clase y orden	Historia de vida

<b>Gracilaria</b>		
<i>Chondracanthus</i>		
<b>Lithophyllum</b>		
<b>Corallina</b>		
<b>Gelidium</b>		

22.- De *Porphyra* completa las siguientes características:

- a) Tipo de talo: \_\_\_\_\_
- b) Estructura de fijación: \_\_\_\_\_
- c) Estipe: \_\_\_\_\_
- g) Tipo de meristemo: \_\_\_\_\_
- i) Estructuras reproductoras: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
- d) lámina: \_\_\_\_\_
- e) División: \_\_\_\_\_
- f) Clase: \_\_\_\_\_
- h) Ciclo de vida: \_\_\_\_\_

23.- ¿Cuál es el alga roja que deposita  $\text{CaCO}_3$  en la forma de cristales de calcita?

24.- ¿Por qué crees que las algas rojas tienen este tipo de ciclo de vida?

25.- ¿Dónde se encuentra el carposporofito, que función tienen, presenta alguna ventaja biológica?

26.- Escribe las diferencias y similitudes entre las algas rojas y las cianobacterias.

27.- De los siguientes géneros, escribe el producto que se obtiene:

- a) *Gelidium* \_\_\_\_\_
- b) *Chondrus* \_\_\_\_\_

28.- Escribe tres características estructurales que se utilicen para identificar a las algas corallinas.

29.- Escribe tres características del género *Polysiphonia*.

30.- Escribe tres características del género *Gracilaria*.

31.- ¿Qué procedimiento sigues para descalcificar las algas calcareas y realizar cortes?

32.- ¿Qué le ofrece las conexiones secundarias “pit plugs” a los filamentos en las alas rojas?

33.- Compara estos tres géneros y concluye. Observalos bajo el microscopio. ¿De qué es la composición de la pared celular de este grupo algal?

Dibuja su ciclo de vida y explícalo.

34.- Escribe la conclusión sobre las tres Divisiones.

36.- Revisa talos de lagas coralinas y ubica las estructuras de reproducción. Si es necesario descalcifica algunas secciones para que realices cortes. Dibuja lo observado.

37.- Dinuja el ciclo de vida de *Prophyra*.

### Celebrity Genera:



#### *Corallina*

- common intertidally
- conceptacles on tips
- finely branched, pinnate
- more highly branched than *Bossiella* or *Calliarthron*
- calcareous sections are thin and tubular and smaller than those on *Bossiella* or *Calliarthron*



#### *Bossiella*

- common intertidally
- segments typically “heart-shaped”
- conceptacles in pairs on the face of a segment, not margins
- calcareous sections are larger than *Corallina*



#### *Calliarthron*

- common intertidally
  - segments typically “wingnut-shaped”
  - conceptacles mainly on margins of segments but could be on margins or surface of segments
  - calcareous sections are larger than *Corallina*
-



## ➤ PRACTICA # 11

**Titulo:** Características, Reproducción y Ciclos de Vida de: División Chlorophyta

### Introducción

Las clorofitas constituyen un grupo muy diverso con más de 10 000 especies. Es diverso en forma y número. Su tamaño va desde 2-3  $\mu\text{m}$  a 20-30 cm de largo (de *Chlorella* a *Ulva*). Su hábitat también es muy diverso: agua dulce, marina, salobre, planctónico, bentónico, simbiosis con líquenes. Los tipos de talos son desde unicelular hasta formas talosas complejas, pasando por colonias (cenobios o no cenobios), filamentos (simples o ramificados, con células uni o plurinucleadas), filamentos heterótricos, Sifones, cenocíticos y parenquimatosos (láminas).

Tienen Clorofila a y b, y xantofilas (Luteina y zeaxantina). Su material de reserva es el almidón asociado a los pirenoides y su pared celular es de celulosa. Se conocen diversos ciclos de vida. El cloroplasto está encerrado por dos membranas no están asociadas con el retículo endoplásmico. Los tilacoides tienen de 2 a 6 membranas interpuestas. El estigma, si está presente funciona como una estructura pigmentada, localizada entre los tilacoides en una localizada específica bajo el sistema de doble membrana. Los cloroplastos tienen una variedad de formas y posiciones en las células.

Mitosis, en las algas verdes, es muy diversa. Van den Hoek (1995) describe 8 tipos de mitosis para esta División. Dos ejemplos son los géneros: *Chlamydomonas* y en *Coleochaete*, quienes representan el rango que existe. *Coleochaete* presenta el proceso de mitosis y citocinesis que desarrollan las plantas superiores, e indica la evolución de las plantas superiores desde los representantes más antiguos de la División Chlorophyta.

El conocimiento de los procesos reproductivos, la capacidad de propagación y la regeneración así como los ciclos de vida y las épocas de reproducción de estas algas son aspectos básico en su manejo.

La Clase Chlorophyceae contiene alrededor de 355 géneros y 2,650 especies. Es la clase más grande de esta División.

### Objetivos:

- a).- Conocer la diversidad de talos, su morfología y su clasificación.
- b).- Conocer estructuras reproductoras de algunos miembros de la División Chlorophyta.
- c).- Distinguir y ubicar el ciclo de vida de algunos géneros de la División Chlorophyta.
- d).- Clasificar hasta nivel de género los especímenes que se colectaron en la práctica de zonación y las que se seleccionen durante la práctica.

Procedimiento:

- 1.- Sigue la secuencia de la práctica. Ubica a los géneros representantes de las diferentes Ordenes ya que cada una contiene uno o más géneros. Procede con los pasos indicados y utiliza la Tabla No. 1 como base del ejercicio (con Ordenes, tipos de talos y algunas características).
- 2.- Trabajarán en pares en el laboratorio y el reporte será en equipo. No olvides que debes de realizar esquemas de las características estructurales indicadas.
- 3.- Completa la Tabla 1 donde incluirás las que colectaste en la salida de campo anterior.

Material por equipo de dos:

- |                               |                                  |                       |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1.- Microscopio compuesto     | 5.- Aceite de inmersión          | 9.- Algas colectadas  |
| 2.- Portaobjetos (varios)     | 6.- Estuche de disección         | 10.- M. esteroscópico |
| 3.- Cubreobjetos (varios)     | 7.- Solución de Lugol con gotero |                       |
| 4.- Papel para limpiar lentes | 8.- Charola, pinzas, guantes     |                       |
- 11.- Leer copias anexas en detalle sobre la reproducción específica de cada género
  - 12.- Libro de Algas\*\*Abbott I and G. Hollenberg, 1976. Marine Algae of California.

Ulvophyceae

1.- Realiza cortes transversales, longitudinales y examínalos bajo el microscopio compuesto. Agrega algunas gotas de solución de lugol para identificar la forma del cloroplasto y material de reserva. También identifica la forma de las células, ramificaciones, rizoides, etc.. Para los cloroplastos examina las puntas de los filamentos ya que contienen células jóvenes. Los cloroplastos viejos se desintegran y pueden aparecer en forma discoidal.

Ulvaes:

Cloroplastos laminares, parietales y con pirenoides. Talos erectos a partir de un sistema basal postrado. Zoosporas tetra o biflageladas, gametos biflagelados. Reproducción sexual por iso, aniso u oogamia. Marinos en su mayoría, pocas son de agua dulce.

- Lámina monostromática (*Monostroma*)
- Lámina distromática (*Ulva*)
- Tubos huecos (*Enteromorpha*)

Observa cortes o preparaciones fijas de:

•*Chaetomorpha*: tiene células con forma de barril. En el campo, frecuentemente se pueden observar no ramificadas. Hay cuatro especies locales. El cloroplasto es parietal (su colocación es periferal enseguida de la pared celular. Filamento medio espiralado.

•*Cladophora*, Ramificada, el cloroplasto es reticulado (con perforaciones, como una red) con muchos pirenoides. Hay 7 especies locales. Ciclo vital diplobióntico.

•*Ulothrix*. Filamentos no ramificados, uninucleada. El cloroplasto es laminado ( como hoja, plano) en forma de taza o brasaleta en muchas especies. Esta se observara en muestra fija.

•*Ulva*.- Láminas verdes, compuestas de parénquima. Su hábitat es marino, en bahías, lagunas costeras, marismas bajas, excepto *U. californica* que se encuentra cerca de entradas de agua dulce, es intermareal, con pequeñas láminas juntas. Es de buen gusto para los herbívoros. Frecuentemente presentan una fuerte presencia estacional. Observa el talo completo y los cortes transversales. Es monostromático o distromático (1 o 2 células de grueso)?. Su taxonomía está basada en la talla de la célula, forma y arreglo. Si tienes varios talos compara los cortes y reafirma si las características anteriores son iguales o difieren.

*Enteromorpha*.- Inicia como una lámina distromática, luego dos capas de células se separan para formar un tubo hueco el cual se puede separar en la punta, donde, entonces aparece como una lámina monostromática igual que *Ulva*. Revisa los especímenes en la base hasta encontrar la construcción tubular. Hay 6 especies locales.

La diferencia entre *Enteromorpha* y *Ulva* es meramente morfológica, estas no se pueden distinguir a través de la ultraestructura. Las diferencias del desarrollo-morfológico también se pierden en los cultivos.

La reproducción asexual y sexual en las algas verdes (Ulvaceas) es un proceso importante. Hay algas gametofíticas macroscópicas en las cuales se producen los gametos. Las frondas haploides son unisexuadas de tal manera que los gametos que salen de la misma fronda en *Ulva* y *Enteromorpha*, no se fusionan. Esta generalización para estas algas marinas tiene excepciones. Los gametos (biflagelados) y esporas (cuadriflageladas) constituyen un potencial reproductivo importante de estas algas, mediante las cuales se puede generar nueva y abundante biomasa: Los gametofitos y esporofitos sin embargo pueden ser objeto de explotación intensa ya que son plantas macroscópicas de igual forma y tamaño.

El género *Monostroma* al igual que *Enteromorpha* son objeto de explotación y cultivo. El ciclo de vida de *Monostroma* incluye especies con diferentes estrategias reproductivas. Algunas especies son monoicas (*M. groenlandia*) y otros dioicos. Todas las células de los talos de *Enteromorpha*, *Ulva*, *Monostroma*, excepto la basales son potenciales reproductivas. Estos géneros ilustran la gran diversidad de sistemas de reproducción que pueden encontrarse en especies de un mismo género o géneros próximos. Especies con fases ISOMORFICAS: *Ulva*, *Enteromorpha*, *Monostroma* (parcial). Las algas con fases heteromórficas de las cuales el gametofito es macroscópico y utilizado comercialmente: *Monostroma* (parcial). Especies con la fase gametofítica cosechables: *Codium*.

### Orden Siphonales.

Las especies de este orden son Sifonaceas. Los sifones no tienen septos o separaciones (pared celular entre las células) y son multinucleadas (cenocíticas). Estas algas están bien representadas en los registros fósiles y ahora son las algas con mayor representación en aguas tropicales (arrecifes coralinos, marismas, asociadas a pastos marinos, y en planicies arenosas). Especies locales son *Berbesia*/*Halicystis* (revisa su ciclo de vida: esquema anexo). *Codium* (forma erecta; cinco especies locales); *Bryopsis*, plumosa, delicada.

*Codium*.- Examina los sifones en las puntas de las superficies del talo, localiza los utrículos (puntas de los sifones inflados). Examina también la superficie bajo el microscopio de disección para ver los utrículos. Separa los sifones para examinar los utrículos bajo el microscopio compuesto, dibuja sus características como son su forma ya que ésta es un diagnóstico a nivel de especie. A partir de los utrículos se originan las estructuras reproductoras. Su reproducción sexual por anisogamia, gametos biflagelados, generalmente dioica.

- 1.- Dónde están localizados los cloroplastos?
- 2.- Dónde están los gametangios? Qué función tienen?
- 3.- Qué tipo de células reproductoras producen?Cuál es su carga genética?

*Caulerpa*.- Observa cortes transversales del sifón para ver las trabéculas. Cuál es su función? *Caulerpa* es una célula gigante (contiene un solo sifón). Su reproducción sexual por anisogamia. Algunas especies son comestibles, otras venenosas por la presencia de caulerpina.

### Chlorophyceae

Qué distingues en esta clase? Estas son de agua dulce. Tienen muchas formas coloniales (móviles o inmóviles) Pueden estar organizadas con células como las *Chlamydomonas*.

- Chlamydomonas* son células biflageladas de las más estudiadas. Hay células + y \_ en el apareamiento durante la reproducción sexual. De este género revisarás sus tipos de reproducción y su ciclo de vida en esquemas.

- Volvox*.- Son colonias cenóbicas móviles con células individuales como las *Chlamydomonas*. Busca las autocolonias dentro del cenobio. Una autocolonia es una colonia pequeña formada por la célula reproductiva asexual más grande no-flagelada llamada GONIDIO, que es encontrada típicamente en la periferia de la colonia. El gonidio se divide para formar la autocolonia, que luego se libera cuando la colonia madre se rompe. Puede haber más de una autocolonia. La reproducción sexual forma gametos biflagelados, esto ocurre cuando hay estímulo de un factor inductor liberado por las formas “machos”. Revisa las figuras y trata de comprender su ciclo de vida y tipos de reproducción.

*Ankistrodesmus*. Común en agua dulce y el suelo. Puede formar grupos de células no móviles. Revisa en la literatura como se reproduce.

- *Scenedesmus quadricauda*. Común en agua dulce calmada o en suelos. Forma cenobios se reproduce asexualmente por autocolonias.

- *Pediastrum*. Cenobios no móviles.

Charophyceae. ahora esta Clase está separada como División Charophyta

¿Qué características tiene esta clase?

¿Qué las hace diferentes de las demás clases?

¿Por qué ahora está considerada como División en lugar de clase?

¿Cómo son las estructuras reproductoras, cómo se llaman? ¿Dónde viven?

¿Por qué se dice que son las antecesoras de las plantas terrestres?

Orden Zygnematales:

- *Spirogyra* y desmidos.- ¿Cómo son sus cloroplastos?

¿Qué tipo de talo tiene?

¿Dónde viven?

¿Cuál es su característica principal? ¿Cómo se reproducen?

Orden Charales

Las Charales son macroscópicas. Tienen 81 especies. Hay pocos géneros, entre ellos están: *Chara* y *Nitella*.

El oogonio que contiene a los gametos femenina es capaz de fosilización y hay evidencias desde el período Siluriano (420 millones de años). Reproducción asexual ocurre por rizomas los cuales se extienden en las porciones más bajas de la planta. Células apicales nuevas y regiones de crecimiento emergen de las extensiones de los rizomas. Reproducción sexual ocurre por la formación de Anteridios y Oogonias. El anteridio contiene filamentos, cuyas células dan origen a espermias flagelados. El oogonio contiene al gameto femenino. Ambos están cubiertos por células estériles. *Chara* es estacional y requiere temperaturas moderadas. Vive en pozas de agua permanente y lagos.

- *Chara*.- Examina bajo el microscopio y observa lo largo de sus células. Nota el arreglo espiral de sus células y como se parecen a las angiospermas. Cómo y cuáles son sus estructuras reproductoras? Dibújalas.

Tabla No.1. Completa las columnas de acuerdo a sus títulos.

Género	Clase y Orden	Reproducción	Ciclo de Vida	Tipo células Re-productoras
<i>Chaetomorpha</i>				
<i>Cladophora</i>				
<i>Ulothrix</i>				
<i>Ulva</i>				
<i>Enteromorpha</i>				
<i>Derbesia</i>				
<i>Codium</i>				
<i>Bryopsis</i>				
<i>Caulerpa</i>				
<i>Chlamydomonas</i>				
<i>Volvox</i>				
<i>Acetabularia</i>				
<i>Chara</i>				

### Cuestionario

(agrega las preguntas que vienen en diferentes secciones del texto anterior para el reporte)

- 1.- ¿En qué consiste la línea Volvocina, Tetrasporina, y la Sifonada?
- 2.- ¿Cuál es el talo más complejo en la línea Volvocina, dibuja su constitución?
- 3.- ¿Dibuja el ciclo de vida de *Codium*,?
- 4.- ¿Qué diferencias se encuentran entre un talo septado y uno sifonado? Describelo, y da un ejemplo?
- 5.- Dibuja el ciclo de *Ulothrix*. ¿Dónde se presenta la fase diploide?
- 6.- ¿Qué es el planocigoto y qué función desempeña en *Chlamydomonas* ?
- 7.- ¿Cuáles son las diferencias que se presentan en los talos gametofitos y esporofito de *Derbesia*?
- 8.- ¿Qué significa talo cenocítico ? Quiénes lo presentan?
- 9.- Dibuja el ciclo de vida de *Ulva*?
- 10.- ¿Señala las diferencias entre gametos y esporas de *Derbesia*?
- 11.- ¿Cuál es el origen de las células coronulares de *Chara*? ¿Dónde se encuentran? Dibuja el talo y sus estructuras
- 12.- ¿Qué es una autocolonia, quiénes las presentan?
- 13.- Escribe tu conclusión y escribe las diferencias y similitudes entre feofitas y rodofitas.

**PRACTICA No. 12**

**TITULO: Las Briofitas**

INTRODUCCION

Hay tres Divisiones de Briofitas : □□Bryophyta (Mosses=musgos) □□Hepatophyta (Liverworts = Hepáticas). □□Anthocerotophyta (Hornworts= Antocerotas).

Las tres Divisiones se distinguen uno del otro en las variaciones en las estructuras del esporofito y en la morfología del gametofito. La generación gametofito es la fase predominante y la que asimila en todas las briofitas.

Las Briofitas carecen de tejido vascular así que las briofitas deben absorber el agua y nutrientes a la superficie y pasarlos de una célula a otra célula. Esta dependencia sobre la difusión de célula- a-célula para transporte está por la reducción en tamaño de las briofitas. Algunos musgos han modificado células para el transporte de agua, llamadas hidroides, que forman un tejido de conducción central y células que conducen solutos, llamadas leptoides (Fig. 1).

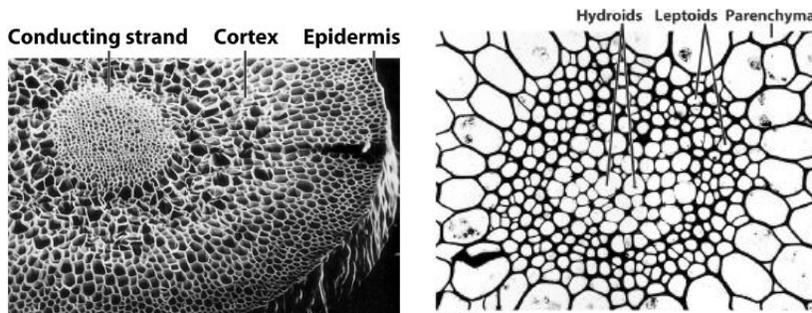


Fig. 1

Algunas hepáticas (liverworts) y antocerotas (hornworts) tienen en la superficie poros para el intercambio de gases y producen una cutícula.

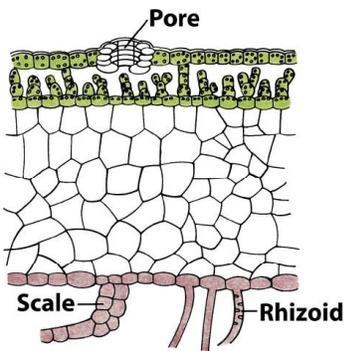


Fig. 2

Como grupo, las briofitas son individualmente pequeñas (2 cm - 20 cm) pero crecen en masas prostradas o en grupos de musgos erectos formando “amortiguadores”. Crecimiento erecto sin tejido de soporte no es posible. Ellas se pegan al substrato con rizoides que anclan la planta pero no funcionan en la absorción.

La mayoría de las briofitas carecen de una cutícula y crecen mejor en la humedad, hábitat sombreado, pero algunos pueden tolerar áreas secas reduciendo sus necesidades metabólicas. (se desecan.)

El esperma de las Briofitas son móviles (flageladas) y se requiere agua, lluvia o rocío, para su fertilización. Las

estructuras reproductoras masculinas, los Anteridios, están en la parte apical, y agrupados para facilitar el salpicado con la lluvia. Las estructuras reproductoras femeninas los Arquegonios, están también apicalmente. El cigoto es retenido en el arquegonio después de la fertilización y el esporofito es dependiente en el gametofito femenino para obtener los nutrientes, esta dependencia se llama matrotrofia. La mayoría de las briofitas son heterotálicas. Todas son homosporas. La reproducción vegetativa por fragmentación y/o gemación con propágulos es común. Meiosis en la cápsula produce esporas haploides. El esporangio contiene tejido esporogeneo que produce células capaces de hacer meiosis. Cuando las esporas están maduras, la tapa de la cápsula, llamada operculo, se abre, y una línea o líneas de dientes higroscópicos, el peristoma, responde a cambios de humedad para abrirse y liberar las esporas. Las esporas son células haploides (N) que tienen esporopolenina en las paredes para protección. Cada espora germina y se divide por mitosis para formar un protonema filamentoso, el cual se desarrolla en el gametofito.

### Actividades Humanas y Musgos

- Los humanos usan musgos para propósitos decorativos sobre las paredes de piedra y en jardines rocosos.
- Los musgos son especies pioneras ecológicamente. Son restauradoras de suelo, disminuyen la erosión y retienen la humedad en ambientes estériles. Son críticas para el ciclo del carbono, y otros ciclos de minerales, en altas latitudes y ecosistemas altos.
- La ecología de los pantanos se centra alrededor de un musgos, *Sphagnum*. Las células de *Sphagnum* están especializadas para mantener agua y algunos espacios de aire. *Sphagnum* cuando está parcialmente descompuesto forma turba, y cuando está totalmente comprimido, forma el carbón de lignito. La turba se usa como combustible, composta y como materiales para empaquetar.

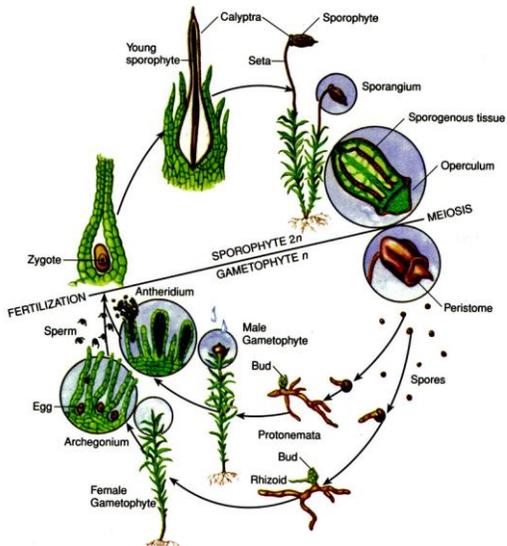
Rasgos principales para reconocer:

### División - Bryophyta (Musgos)

- Radialmente simétricos
- Fase Gametofito es dominante
- Filoides ("hojas") tienen un nervio central "midrib" (costa)
- Los Rizoides son multicelulares
- El esporangio es una cápsula elevada por un tallo (seta) arriba del gametofito.



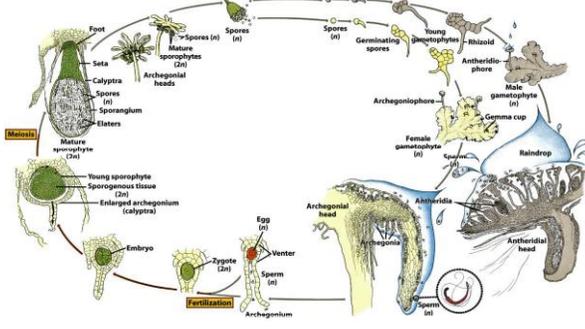
musgos



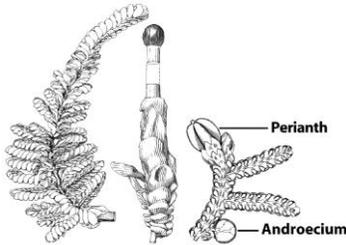
Hepatophyta (Liverworts=hepáticas)

- Simetría bilateral dorso-ventral
- El esporangio es simple
- Los rizoides son unicelulares
- Las “Hojas” carecen de costa (en las hepáticas foliosas) o tienen un talo en forma aplanada con lóbulos (hepática talosa)

Life History and Reproduction



Leafy Liverwort Sporangia



### Anthocerophyta (Hornworts)

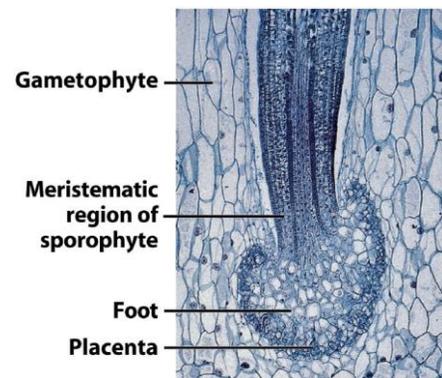
- El gametofito es como la forma Talosa redondedo
- El esporofito tiene forma de cuerno "Horn-shaped" y crece desde la parte basal con cubierta de la superficie del talo del gametofito.
- El gametofito puede ser unisexual o bisexual, dependiendo de las especies.
- La mayoría de las células tienen un cloroplasto, esto las relaciona con las Charophytes ancestrales.
- Son menos comunes que las hepáticas y los musgos, con solo 100 especies identificadas.
- Los esporofitos son fotosintéticos y contienen estomas para el intercambio de gases.



*Anthoceros*



Sporophytes



Developing Sporophyte

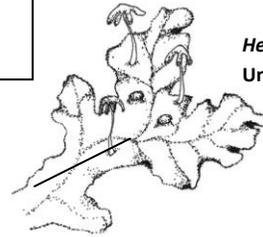
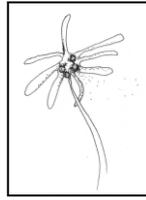
- El esporofito continua creciendo de un meristemo basal, produciendo esporas meióticas agrupadas alrededor de un tallo central. La punta del esporofito se fractura liberando esporas. Las esporas sigue madurando por algún tiempo y el esporofito continua dividiendose de la punta conforme va creciendo desde la base.
- La reproducción vegetativa ocurre en por fragmentación.

**Lab. 13**

**Briofitas y Hepáticas**

DOMINIO *Eukarya*

REINO *Plantae*

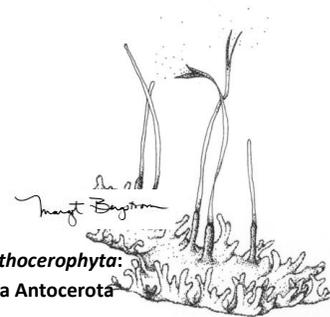


**Hepatophyta:**  
Una Hepática

División: *Hepatophyta*

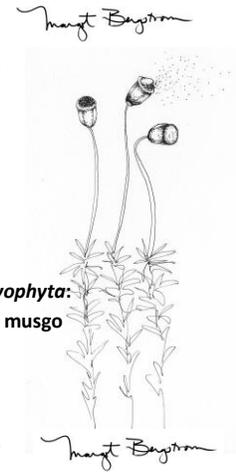
División: *Anthoceroophyta*

División: *Bryophyta*



**Anthoceroophyta:**  
Una Antocerota

Esta semana estudiaremos a las Briofitas “Bryophytes” las cuales incluyen tres Divisiones: *Hepatophyta* (liverworts= hepáticas), *Anthoceroophyta* (hornworts= antocerotas), y la *Bryophyta* (mosses= musgos). El término “briofita” no tiene un significado filogenético pero es un descriptor conveniente que se usa para referirse a las plantas no vasculares. Examinaremos los ancestros de las primeras plantas que escaparon de los ambientes acuáticos e invadieron los hábitats terrestres, esas plantas son todavía algo anfibiosas. Estas tienden a crecer en hábitats húmedos porque carecen de células que conducen el agua (xilema), también carecen de células que conducen el alimento o nutrientes (floema). Las briofitas, entonces, no tienen raíces, tallo y hojas. Las briofitas también requieren de agua para la fertilización porque los espermatozoides flagelados nadan para alcanzar al óvulo. En general, las briofitas tienen un cuerpo pequeño no diferenciado (talo) que está sobre el substrato húmedo. Algunas briofitas son capaces de sobrevivir en completa desecación y revivir dentro de unos pocos minutos de rehidratación. Las Briofitas se caracterizan por tener una alternancia de generaciones heteromórficas con la generación haploide (gametofito) como la fase dominante de su ciclo de vida.



**Bryophyta:**  
Un musgo

EJERCICIO 1: *Hepatophyta*: Las Hepáticas

**MATERIAL:** Género: *Marchantia*, estuche de disección, caja de petri, pizeta con agua destilada, potaobjetos, cubreobjetos.

Selecciona una pieza del talo de una hepática del terrario.

**Realiza dibujos de los especímenes poniendo especial atención al patrón de ramificaciones. ¿Qué tipo de ramificación tiene? ¿Cómo se llama? ¿Crees que este patrón es primitivo o es un tipo de ramificación derivado?**

**Examina la región media llamada “midrib” que corre a través del centro del talo. Piensas que hay un tejido vascular en la región media (midrib). ¿Por qué? O Por qué no? Prepara y examina un corte transversal Delgado a través de la región media.**

**Examina bajo el microscopio compuesto preparaciones fijas. Dibuja lo que vas observando. ¿Ves poros sobre la superficie de arriba? ¿Son los estomas? ¿Por qué?**

**¿Es el talo una estructura haploide o diploide?**

**Tu puedes ver estructuras pequeñas estructuras en forma de copa sobre el talo con propágulos vegetative pequeños adentro. Esas estructuras se llaman gemas. What do you think their function is? Examina la superficie inferior inferior del talo y nota los rizoides. Son los rizoides raíces? Pueden ver un talo que está creciendo. Pueden ver cualquier talo creciendo de una gema?**

**Revisa las preparaciones fijas de *Marchantia***

**Revisa el ciclo de vida de *Marchantia***

**Cuestionario:**

**¿Cuál es el macho?**

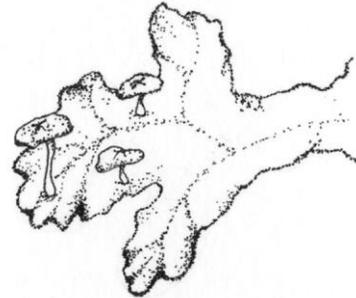
**¿Cuál es al talo femenino?**

**¿Cuál es haploide?**

**¿Cuál es diploide?**

**¿En dónde encuentras al arquegonio?**

**¿En dónde encuentras los anteridios?**



Revisa las figuras y escribe el nombre de cada una de las estructuras de las figuras de arriba.

Identifica las fases del ciclo de vida

Identifica y escribe el nombre de las estructuras en los dos diagramas de arriba.

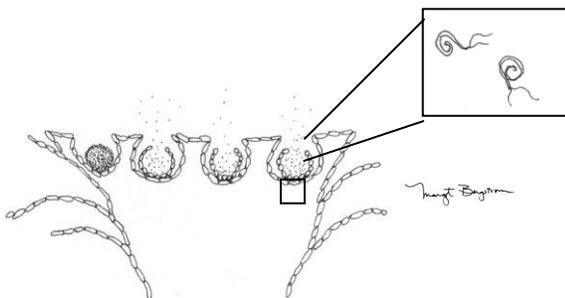
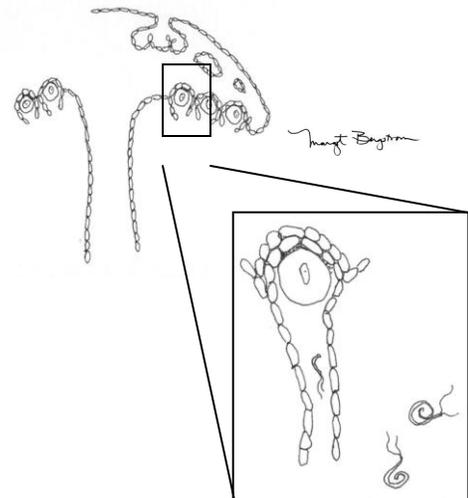
Examina del género *Marchantia* lo siguiente:

Generación Gametofito:

1. La gema . Dibújala.

2. Corte transversal del archegonio  
Distingue y dibuja el óvulo, el vientre,  
Cuello con las células.

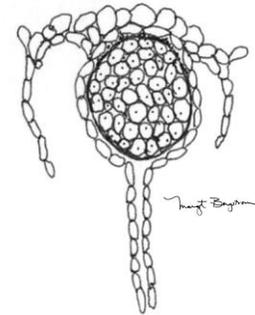
3. del anteridio, revisa en dónde se forma y dibujalo.



¿Cuál hipótesis tú propones para explicar la forma y la ubicación del archegonio y del anteridio?

Fase Esporofito:

1. Del esporofito – busca el tejido esporogéneo, caliptra, pie, seta, y eláteres  
¿Puedes ver cómo el gametofito está pegado al esporofito?



¿Puedes ver la placenta y la unión del esporofito/gametofito?

Género: *Riccia*

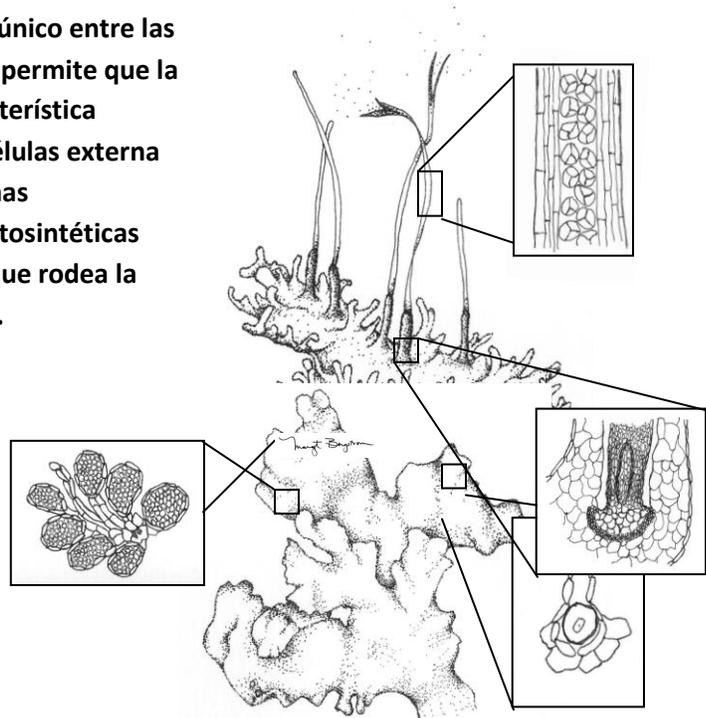
Examina las preparaciones fijas de *Riccia* y observa la fase gametofito y compárala con la de un musgo y una hepática.

EJERCICIO 2: *Anthocero*phyta: Las Antocerotas

Revisarás preparaciones fijas e investigarás sus características y ciclo de vida. El esporofito de *Anthoceros*, es único entre las briofitas porque tienen un meristemo basal que permite que la cápsula se alargue por algunos meses. Otra característica importante es que el esporofito en su capa de células externa sobre la cápsula forma una epidermis con estomas funcionales. Debajo de esta capa, hay células fotosintéticas que rodean el tejido que da lugar a las esporas que rodea la parte central del tejido estéril llamada columela.

Examina fotografías del Género: *Anthoceros*

Observa las figuras de la derecha y anota los nombres de las estructuras.



EJERCICIO 3: *Bryophyta*: Los Musgos

Escribe 3 características importantes de los musgos.

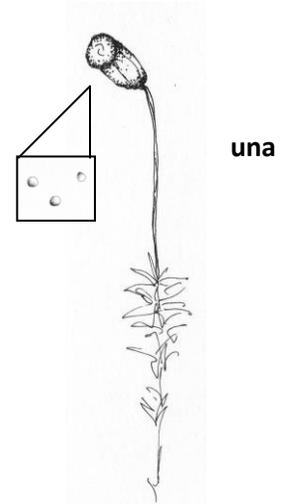
Escribe la diferencia entre los leptoides e hidroides y el sistema vascular de planta terrestre.

Observa del material vivo al Género: *Polytrichium*

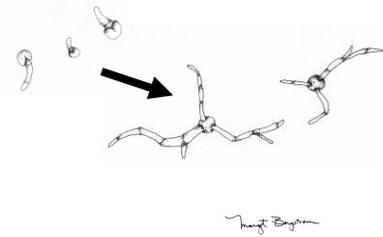
¿Puedes encontrar rizoides?

¿Cuál es su función?

¿Tiene hojas? ¿Son éstas verdaderas? ¿Por qué?

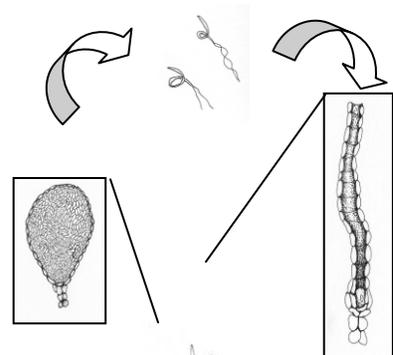


Examina preparaciones fijas de un musgo. Dibuja e indica sus estructuras con su nombre.

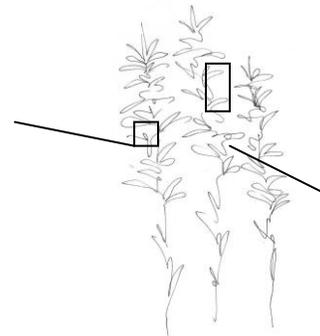


Observa las imágenes del Género *Mnium*

1. Dibuja el gametofito y el esporofito



2. ¿En qué difieren?



Examina las preparaciones fijas:

Género: *Polytrichum*

- 1. Realiza dibujos e indica los nombres de las estructuras de la fase gametofito y esporofito.**
- 2. Dibuja la caliptra**  
**¿Qué ocurre ahí? ¿Que se forma? ¿Por meiosis o por mitosis?**

*PRACTICA # 14*

**Titulo: DIVISIÓN BRYOPHYTA**

*(Sensu stricto)*

**Introducción.**

Los musgos son plantas que normalmente habitan en rocas, cortezas de árboles y suelos húmedos, en ocasiones viven sobre paredes, en zonas secas o sitios helados pero su desarrollo es estacional.

El gametofito es la fase dominante en su ciclo de vida. El primer estado en el desarrollo del gametofito se conoce como **protonema** el cual consta de un cuerpo filamentososo con dos etapas llamadas **cloronema** y **caulonema**, la primera tiene muchos cloroplastos y las paredes transversales son perpendiculares, mientras que la segunda tiene pocos cloroplastos y las paredes transversales son oblicuas. Los rizoides son siempre multicelulares. El protonema produce **yemas** a partir de las cuales se producen los gametóforos foliosos.

El **gametóforo** tiene las hojas (**filidios**) generalmente arregladas en más de tres hileras radiales sobre el caulidio, son uniestratificadas en su mayor parte, excepto en la costa. La costa puede ser única, múltiple o ausente. Las células de las hojas comúnmente son alargadas y rara vez son lobuladas. Los **anteridios** y **arquegonios** pueden presentarse apicales o laterales en el gametóforo, tienen entremezclados filamentos estériles, llamados práfisis. Las especies con esporofitos situados en el ápice se denominan **acrocárpicas** y las que los presentan laterales son llamadas **pleurocárpicas**.

El **esporofito** está constituido por un **pie**, una **seta** y un esporangio llamado **cápsula**. En este grupo la seta tiene células de pared engrosada y consistencia dura. La cápsula, que es donde se producen las esporas, tiene en su interior una **columela**, una cubierta generalmente multiestratificada y en ocasiones un ensanchamiento en la base denominado **apófisis** sobre el cual se pueden presentar estomas. Por lo regular las **esporas** se dispersan a lo largo de un período de tiempo más o menos extenso; el esporangio tiene una abertura apical llamada **opérculo**, cuando este cae, deja al descubierto la abertura rodeada por **dientes peristomáticos** que son higroscópicos. Algunas especies de musgos que tienen dientes muy pequeños y presentan una membrana en la boca de la cápsula llamada **epifragma**. La **caliptra** que se origina a partir de la pared del arquegonio, es una envoltura que cubre al esporofito en sus primeras fases de desarrollo, cuando éste madura se desprende del gametóforo y queda situada sobre la cápsula.

**Objetivo**

Observar las principales características morfológicas de tres especies de musgos.

**Material**

Material biológico fresco: ejemplares fértiles de un musgo acrocárpico (Por ejemplo *Bryum*, *Polytrichum* o *Funaria*). Material seco, fijado de *Sphagnum*. Cortes transversales y longitudinales en preparaciones fijas.

Nota: se revisarán las muestras de musgos que se colecten en “El Cañón de Doña Petra” y de San Quintin.

Material de laboratorio: Microscopio óptico, microscopio estereoscópico, una caja de Petri, pinzas de relojero, 2 agujas de disección, porta y cubreobjetos, gotero de plástico con agua, 2 navajas de afeitar NUEVAS, un lienzo de algodón de 30 x 30 cm, un libro de Botánica. Sustancias: azul de metileno. (ver apéndice).

Preparaciones fijas:

1. Corte longitudinal de gametangios de *Mnium*, anteridios.
2. Corte longitudinal de gametangios de *Mnium*, arquegonios.
3. Corte longitudinal de cápsula de *Sphagnum*.

Método.

Nota: se recomienda realizar todos los cortes sobre un portaobjetos con una gota de agua, observando al microscopio estereoscópico.

Elaborar esquemas con los nombres de las diferentes estructuras observadas. Anotar el tipo de microscopio utilizado y en el caso del microscopio óptico el objetivo utilizado (10, 40 o 100X).

### A) Material fresco

Seguir los siguientes pasos para cada una de las **tres** especies de musgos: una **acrocárpica**, una **pleurocárpica** y *Sphagnum* sp.

1. Colocar un ejemplar en una caja de Petri y lavarlo. Observar al microscopio estereoscópico la disposición de los filidios sobre el caulidio, y los rizoides. Observar el lugar de inserción del esporofito sobre el gametofito. Mencionar si es pleurocárpico (ver figs 1, 2 y 13.)
2. Con las pinzas de relojero separar varios filidios del caulidio, colocarlos sobre un portaobjetos con una gota de agua, colocar el cubreobjetos y observar al microscopio estereoscópico la forma general de los filidios, el tipo de costa, el tipo de margen, la forma de las células que los componen (ver figs. 3 y 12).
3. Observar al microscopio estereoscópico la coloración y consistencia de la seta, y la presencia o ausencia de caliptra (ver fig .4).
4. Si el ejemplar presenta caliptra, desprenderla con ayuda de una pinza y observar al microscopio estereoscópico la presencia o ausencia de apófisis y el opérculo en el ápice (ver figs. 4 y 5).
5. Desprender con ayuda de las pinzas el opérculo y observar al microscopio estereoscópico la presencia o ausencia de los dientes del peristomio y del epifragma (ver figs. 5 y 6).
6. Tomar una cápsula completa, colocarla sobre un portaobjetos y realizar un corte longitudinal. Observar al microscopio estereoscópico la columela, el tejido esporógeno y la presencia o ausencia de los dientes del peristomio (ver figs 7, 8 y 11).

7. Con ayuda de las pinzas, tomar unas esporas de la preparación anterior y colocarlas sobre un portaobjetos con una gota de agua. Colocar el cubre objetos y observarlas al microscopio óptico. ¿De qué color son? ¿Son monoletes o triletes?
  8. Colocar el caulidio sin filidios sobre un portaobjetos, realizar varios cortes transversales, seleccionar los más delgados, agregar una gota de azul de metileno, dejarla un minuto, enjuagar con el agua de un gotero, colocar el cubreobjetos. Observar al microscopio óptico si presenta hidroides y leptoides (ver fig. 9).
- B) Preparaciones fijas
1. Observar en el corte longitudinal de *Mnium* los gametangios (ver fig. 10).
  2. Observar en el corte longitudinal de la cápsula de *Sphagnum* todas las estructuras que la constituyen (ver fig. 11).

### Cuestionario

1. ¿Por qué los musgos son briofitas?
2. ¿Qué ploidía ( $n$  o  $2n$ ) tienen las estructuras marcadas con negritas en la introducción?
3. ¿Cómo dispersan sus esporas los musgos?
4. Definir los siguientes términos aplicados a musgos: monoico, dioico, fecundación, peristomio, opérculo, columela, aposporia, caliptra, apófisis.
5. ¿Por qué las plantas de *Sphagnum* son de color verde pálido?
6. ¿Qué se conoce actualmente acerca de los fósiles de musgos?
7. Enlista las características clave de las Briofitas como un grupo.
8. ¿De qué grupo de organismos se cree que las briofitas han evolucionado y describe las evidencias que apoyan esta hipótesis?
9. ¿Por qué es el término “embriofita” un sinónimo apropiado para las “plantas verdaderas”?
10. ¿Qué rasgos clave distinguen al musgo *Sphagnum* del musgo como *Mnium*?

### Bibliografía

- Bold, H. C. & J. W. La Claire. 1987. The Plant Kingdom. 5<sup>th</sup> edition. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A.
- Delgadillo, C. & M. A. Cárdenas. 1990. Manual de Briofitas. 2ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fonseca, R. M. & C. Juárez. 2005. Glosario de briofitas, pteridofitas y gimnospermas. Versión electrónica Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México
- Harris, J. G. & M. Woolf. 1999. Plant identification terminology. An illustrated glossary. 6<sup>th</sup> Ed. Spring Lake Publishing, Utah, U.S.A.
- Hickey, M & C. King. 2000. Illustrated glossary of botanical terms. Cambridge University Press. New York, U.S.A.

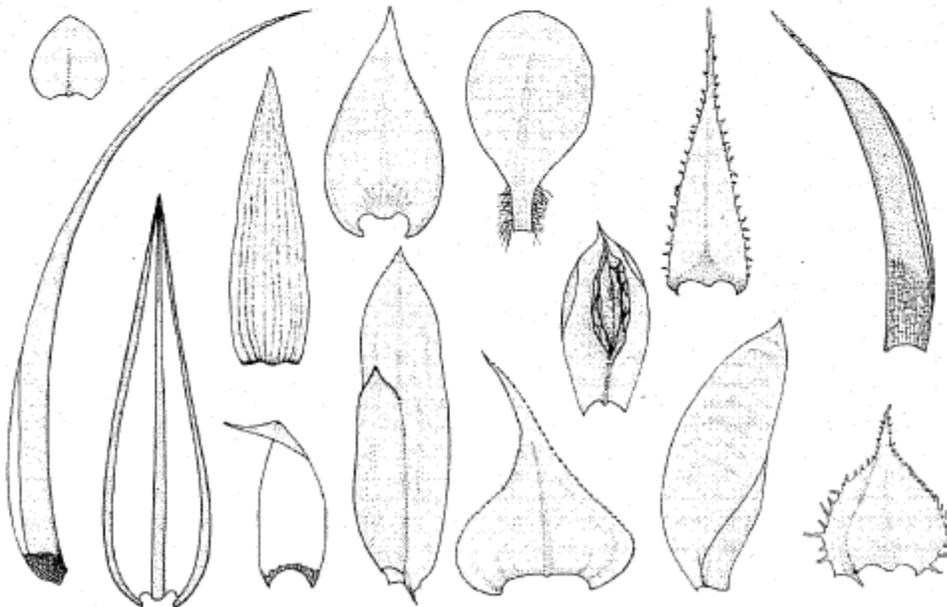
- Raven, P., R. Evert & S. E. Eichhorn. 2005. Biology of plants. 7<sup>th</sup> edition. W. H. Freeman & Worth Publishers. New York, U.S.A.
- Salisbury, F. B. & C. W. Ross. 1992. Plant Physiology. 4<sup>th</sup> edition. Wadsworth Publishing Company. California, U. S. A.
- Scagel, R. F., R. J. Bandoni, J. R. Maze, G. E. Rouse, W. B. Schofield & J. R. Stein. 1977. El Reino Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Schofield, W. B. 1985. Introduction to Bryology. Macmillan. New York, U. S. A.
- Stewart, W. N. & G. R. Rothwell. 1993. Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge University Press. New York, U. S. A.
- Strasburger, E., F. Noll, H. Schenk & A. F. W. Schimper. 1986. Tratado de Botánica. 7a edición. Editorial Marín. Barcelona, España.
- Velazquez-Montes. E. & R. M. Fonseca. 2003. Manual de prácticas de campo. Briofitas, pteridofitas y gimnospermas. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. México.



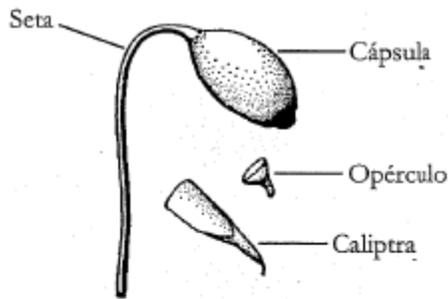
**Figura 1.** Gametofito de un musgo acrocárpico con esporofitos (Tomado de Strasburger et al., 1986).



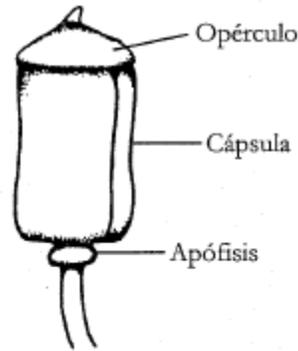
**Figura 2.** Gametofito de un musgo pleurocárpico con esporofitos (Tomado de Strasburger et al., 1986).



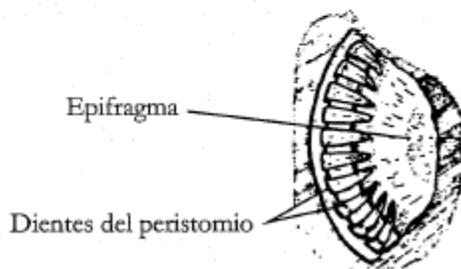
**Figura 3.** Diferentes filidios de musgos. (Tomado de Scagel et al., 1977).



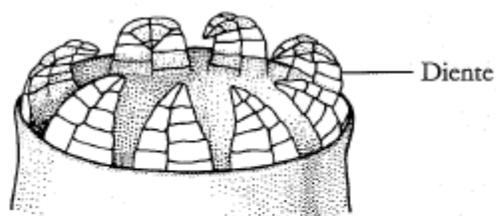
**Figura 4.** Cápsula con caliptra y opérculo  
(Tomado de Strasburger et al., 1986).



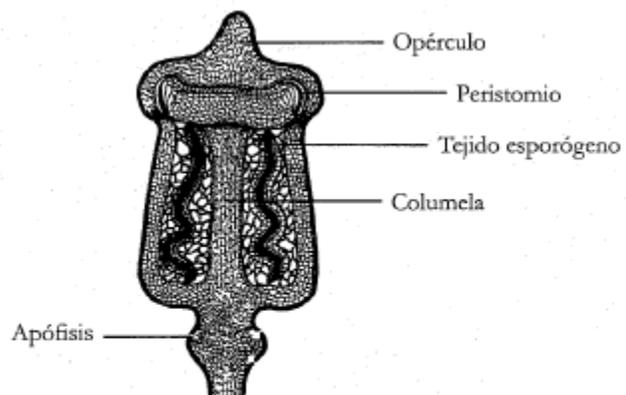
**Figura 5.** Cápsula. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).



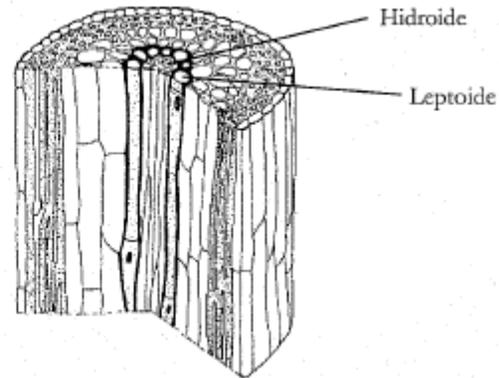
**Figura 6.** Ápice de cápsula con epifragma y dientes del peristomio. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).



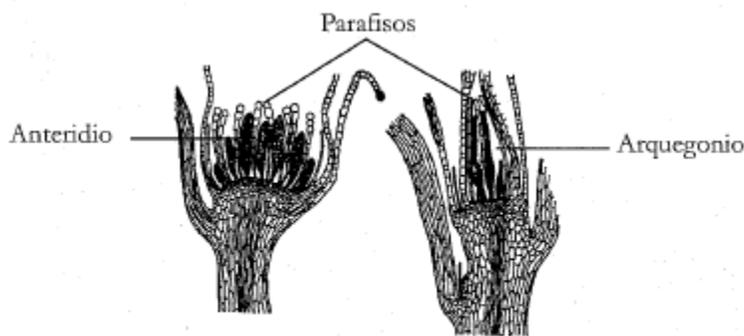
**Figura 7.** Ápice de la cápsula de *Polytrichum*.  
(Tomado de Bold & La Claire, 1987).



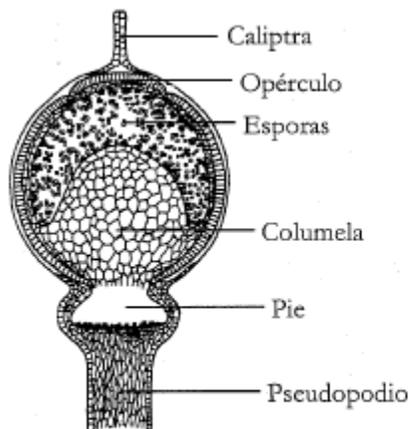
**Figura 8.** Corte longitudinal de la cápsula de *Polytrichum*.  
(Tomado de Bold & La Claire, 1987).



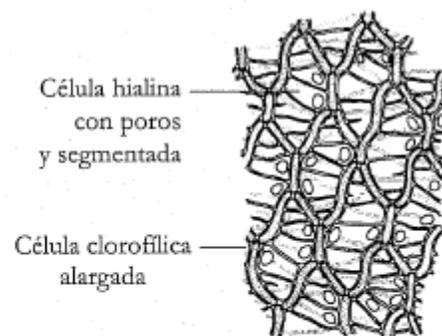
**Figura 9.** Corte transversal y longitudinal del caudicio de *Funaria*. (Tomado de Schofield, 1985).



**Figura 10.** Cortes longitudinales del ápice de gametofitos de *Mnium*, mostrando gametangios. (Tomado de Strasburger et al., 1986).



**Figura 11.** Corte longitudinal del esporofito maduro de *Sphagnum*. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).



**Figura 12.** Vista superficial de un filidio de *Sphagnum*. (Tomado de Scogel et al., 1977).

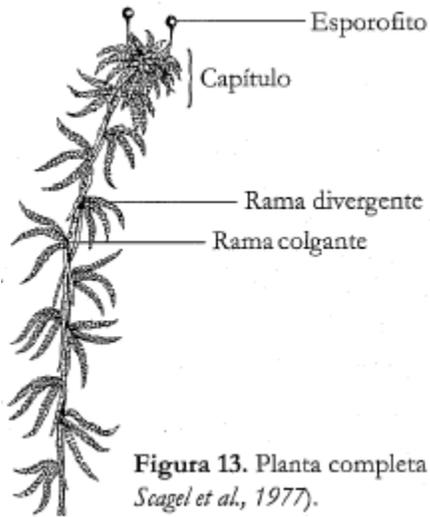


Figura 13. Planta completa de *Sphagnum*. (Tomado de Scagel et al., 1977).

## PRACTICA # 15

### Titulo: DIVISIÓN MARCHANTIOPHYTA

#### Introducción.

Las plantas ubicadas en la División Marchantiophyta (Hepatophyta) se conocen comúnmente como hepáticas porque tienen la apariencia del hígado de los mamíferos. Su mayor diversidad se da en los trópicos, aunque también se encuentran en zonas templadas, frías y secas. La mayoría de las especies viven en hábitats húmedos como son las orillas de riachuelos, cascadas, lagunas, incluso algunas especies viven sumergidas, sin embargo, hay algunas que viven en sitios más secos como son las cortezas de los árboles y rocas.

Generalmente son plantas muy pequeñas de unos cuantos centímetros de longitud. Tienen una **región dorsal**, que es la que recibe la luz, y una **región ventral**, que está orientada hacia el sustrato. Su crecimiento se realiza por la actividad de **una célula meristemática** que se encuentra en el ápice de los ejes o cuerpo de la planta.

El gametofito es la fase dominante en el ciclo de vida de las hepáticas, puede ser taloso o folioso es decir con hojitas llamadas **filidios** acomodados en dos filas. En ocasiones se presenta una tercera fila de hojitas llamadas **anfigastrios** situados en la región ventral. Es común encontrar dentro de las células de los filidios cuerpos aceitosos así como engrosamientos de forma triangular en sus paredes llamados **trígonos**.

El gametofito presenta **rizoides** unicelulares y en algunas formas talosas **escamas**. El gametofito es la fase sexual y produce **gametangios** de dos tipos: **arquegonios** donde se producen los gametos femeninos (oóferas) y **anteridios** en los cuales se producen los gametos masculinos (anterozoides).

El esporofito es pequeño, efímero y vive unido al gametofito, la seta separa al esporangio del gametofito y la cápsula contiene a las **esporas** (n) que son producto de la meiosis y **elateres** (2n). El esporangio abre por cuatro líneas longitudinales de dehiscencia en hepáticas foliosas y de manera irregular en hepáticas talosas, para dispersar a las esporas que son liberadas en un solo evento, posteriormente el esporofito muere.

#### Objetivo

Observar las principales características morfológicas de las hepáticas foliosas y talosas.

#### Material

Material biológico fresco: a) hepática talosa (*Marchantia* sp.), b) hepáticas foliosas (*Frullania* sp., *Porella* o cualquier otra). También se observarán muestras fijas con cortes diversos de estructuras de reproducción.

Nota: Este material se puede conseguir en los alrededores del Cañon de Doña Petra, principalmente en la época de lluvia, sin embargo, en la época seca se puede conseguir en las colinas y arroyos atrás de San Antonio de las Minas o en cualquier otra localidad húmeda.

Material de laboratorio: Microscopio óptico, microscopio estereoscópico, una caja de Petri, pinzas de relojero, 2 agujas de disección y cubreobjetos, gotero de plástico con agua, 2 navajas de afeitar NUEVAS, un lienzo de algodón de 30 x 30 cm, un libro de Botánica. Sustancias: azul de metileno. (ver apéndice).

Preparaciones fijas:

1. Corte longitudinal de arquegonióforo de *Marchantia* sp. con arquegonios.
2. Corte longitudinal de anteridióforo de *Marchantia* sp. con anteridios.
3. Corte longitudinal de esporofitos de *Marchantia* sp.

### Método

Nota: se recomienda realizar todos los cortes sobre un portaobjetos con una gota de agua, observando al microscopio estereoscópico.

Elaborar esquemas de todas las estructuras observadas y señalar sus nombres. Anotar el tipo de microscopio utilizado y en el caso del microscopio óptico el objetico utilizado (10, 40 o 100 X)

#### A) Hepática talosa.

1. Colocar el ejemplar de *Marchantia* en una caja de Petri, observar al microscopio estereoscópico en el dorso de la planta los poros que se presentan en el centro de áreas romboidales, los conceptáculos y propágulos, observar si la planta presenta arquegonioforos y/o anteridióforos (ver fig. 1).
2. Voltear con las pinzas el ejemplar de *Marchantia* y observar en la parte ventral los rizoides al microscopio estereoscópico (ver fig. 1).
3. Aislar un conceptáculo con propágulos, colocar los propágulos sobre un portaobjetos con una gota de agua, colocar un cubreobjetos y observar al microscopio óptico (ver figs. 1, 2 y 3).
4. Elaborar un corte transversal del talo de *Marchantia*, colocando sobre un portaobjetos con una gota de agua, tapar con un cubreobjetos y observar el parénquima clorofílico debajo de la epidermis, los poros, los tricomas y las escamas (ver fig. 4).
5. Si la planta presenta arquegonióforos observar la posición de los esporofitos (ver fig. 5 y 6)

#### B) Preparaciones fijas

1. Observar la preparación fija de arquegonios de *Marchantia* al microscopio óptico, identificar la posición de éstos en el arquegonióforo y sus partes vientre y cuello (ver fig. 5).
2. Observar la preparación fija de anteridios de *Marchantia* al microscopio óptico, identificar su posición en el anteridióforo y sus partes pedicelo y tejido anteridiógeno (ver fig. 5).
3. Observar la preparación fija de esporofito de *Marchantia* al microscopio óptico, identificar su posición en relación al arquegonióforos y arquegonio y sus partes pie, seta, cápsula, esporas y eláteres (ver fig. 6).

### C) Hepáticas foliosas

1. Separar fragmentos de aproximadamente 1 cm de largo de las diferentes especies de hepáticas foliosas, colocar cada uno de ellos sobre un portaobjetos con una gota de agua. Observar al microscopio estereoscópico la disposición de los filidios sobre el caulidio (filotaxia) y determinar cual es la parte dorsal y cual la ventral de la planta (ver fig. 7).
2. Observar al microscopio estereoscópico la región ventral de la planta y determinar la presencia o ausencia de anfigastrios y rizoides (ver fig. 7).
3. Separar un filidio con las pinzas y colocarlo en un portaobjetos, agregar una gota de azul de metileno, enjuagar, colocar el cubreobjetos y observar al microscopio óptico la presencia o ausencia de trígonos y cuerpos oleíferos (ver fig. 6).

### Cuestionario

1. ¿Por qué las hepáticas requieren un ambiente húmedo para desarrollarse, desde el punto de vista vegetativo y reproductivo?
2. ¿En qué tipo de sustrato se desarrollan las hepáticas?
3. ¿Cuáles son los fósiles más antiguos de las hepáticas, según Stewart y Rothwell (1993)?
4. ¿Cuál es el papel de los eláteres en la dispersión de las esporas?
5. ¿Cómo están organizadas las regiones de crecimiento de las hepáticas talosas y foliosas?
6. Elabora un cuadro comparativo entre hepáticas talosas y foliosas considerando la presencia o ausencia de las siguientes estructuras: trígonos, cuerpos oleíferos, gametóforos, conceptáculo con propágulos, escamas, dehiscencia de la cápsula por cuatro líneas, eláteres, anfigastrios, caulidios, filidios.

### Bibliografía

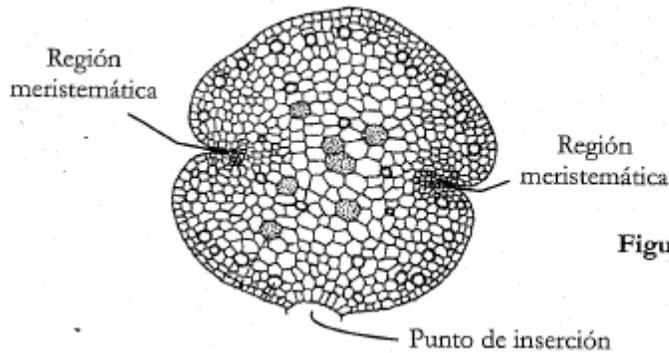
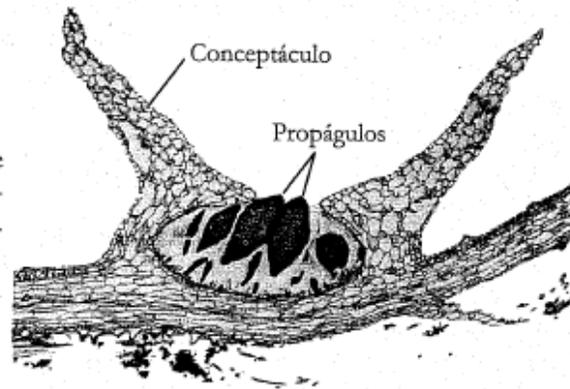
- Bold, H. C., A. Alexopolus & T. Delevoyars. 1987. Morphology of plants and fungi. Harper & Row International. New York, U.S.A.
- Bold, H. C. & J.W. La Claire. 1987. The Plant Kingdom. 5th edition. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A.
- Bracegirdle, B & P. H. Miles. 1975. Atlas de estructura vegetal. Paraninfo. Madrid España.
- Fonseca, R. M. & C. Juárez. 2005. Glosario de briofitas, pteridofitas y gimnospermas. Versión electrónica Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México.
- Harris, J. G. & M. Woolf. 1999. Plant identification terminology. An illustrated glossary. 6th. Ed. Spring Lake Publishing, Utah, U.S.A.
- Hickey, M. & C. King. 2000. Illustrated glossary of botanical terms. Cambridge University Press. New York, U.S.A.
- Schofield, W. B. 1985. Introduction to Bryology. Macmillan. New York, U.S.A.
- Stewart, W. N. & G. R. Rothwell. 1993. Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge University Press. New York, U. S. A.

- Velázquez-Montes. E. & R. M. Fonseca. 2003. Manual de prácticas de campo. Briofitas, pteridofitas y gimnospermas. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. México.



**Figura 1.** Talos gametofíticos de *Marchantia* con gametóforos. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).

**Figura 2.** Corte transversal del gametofito de *Marchantia* mostrando un conceptoáculo con propágulos. (Tomado de Bracegirdle & Miles, 1975).



**Figura 3.** Propágulo de *Marchantia* visto de frente. (Tomado de Strasburger et al., 1986).

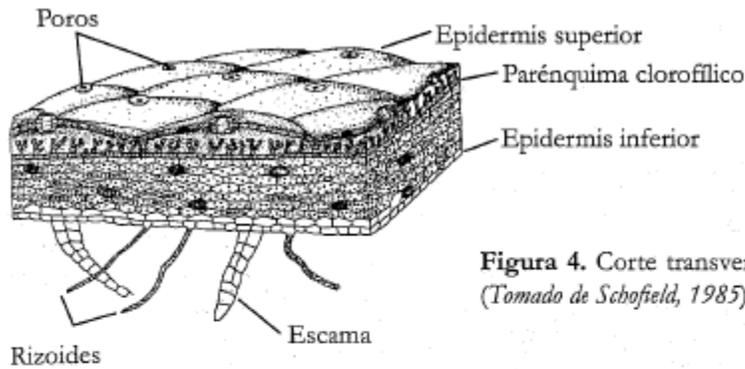


Figura 4. Corte transversal del talo de *Marchantia*. (Tomado de Schofield, 1985).

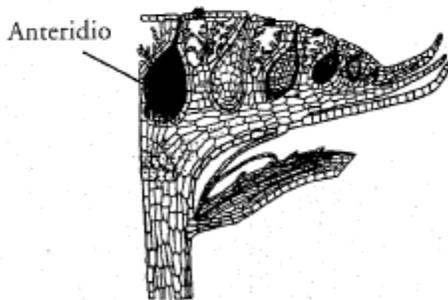


Figura 5. Corte longitudinal de anteridióforo de *Marchantia*. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).

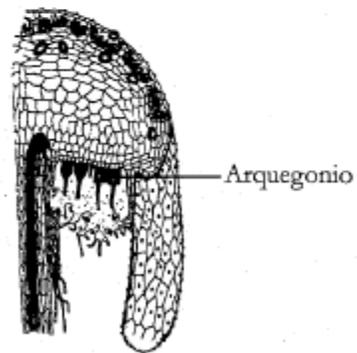


Figura 6. Corte longitudinal de arquegonióforo de *Marchantia*. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).



Figura 7. Amplificación de los anteridios de *Marchantia*. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).

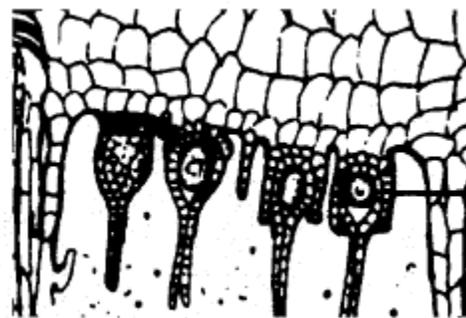
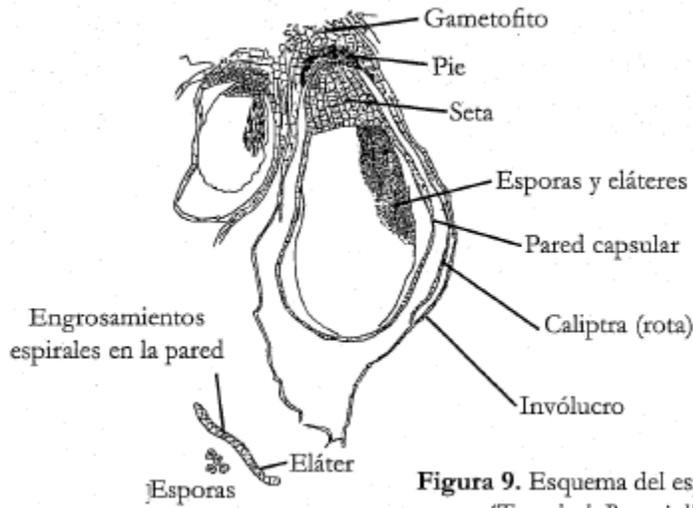
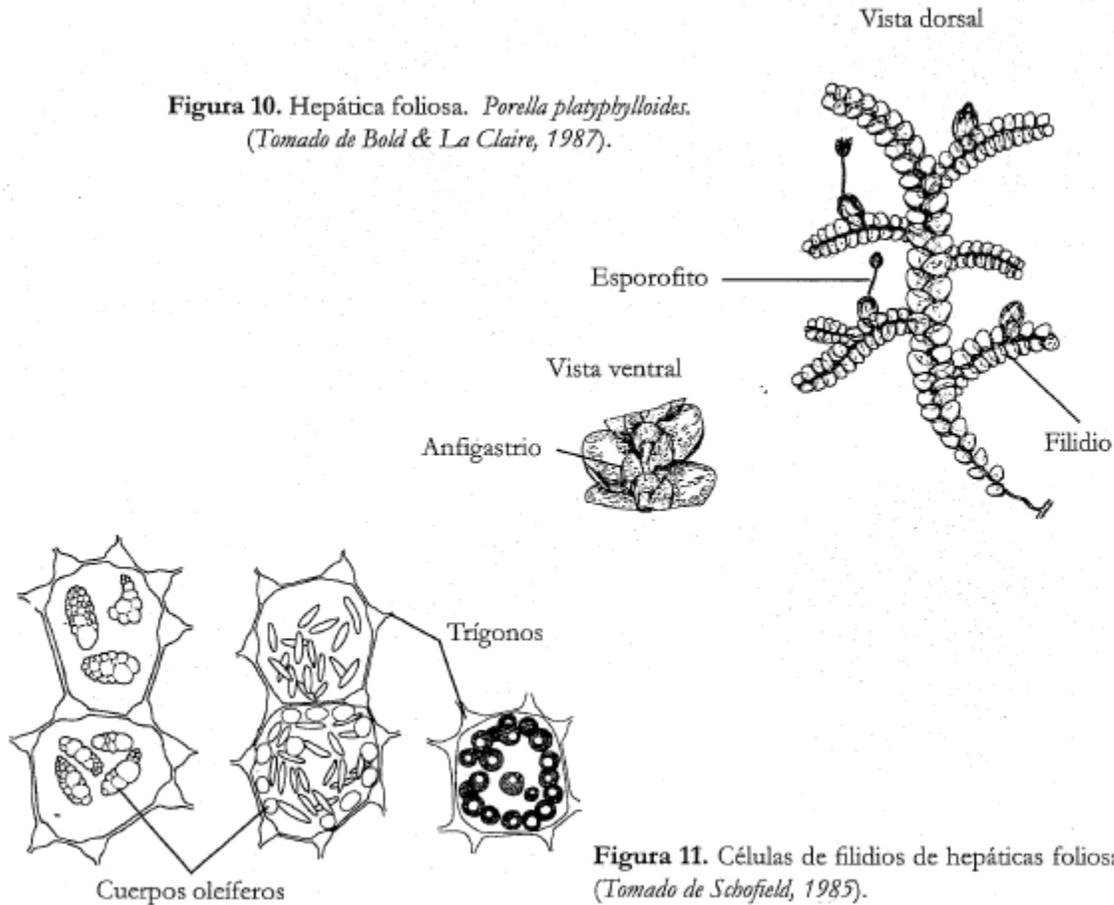


Figura 8. Amplificación de los arquegonios de *Marchantia*. (Tomado de Bold & La Claire, 1987).



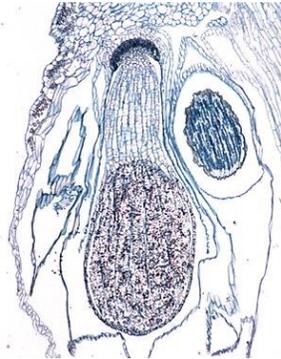
**Figura 9.** Esquema del esporofito de *Marchantia*.  
(Tomado de Braccigirdle & Miles, 1975).

**Figura 10.** Hepática foliosa. *Porella platyphylloides*.  
(Tomado de Bold & La Claire, 1987).



**Figura 11.** Células de filidios de hepáticas foliosas.  
(Tomado de Schofield, 1985).

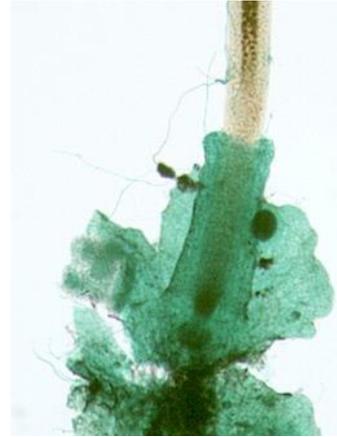
Identifica las estructuras que se presentan en las fotografías que se muestran abajo, escribe el nombre de cada una y función:



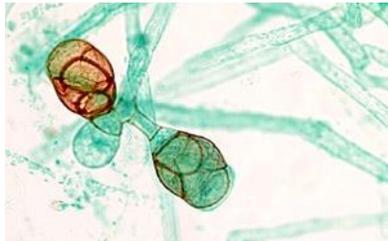
A



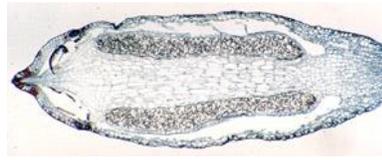
B



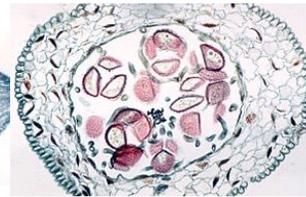
C



D



E



F

A \_\_\_\_\_

D \_\_\_\_\_

B \_\_\_\_\_

E \_\_\_\_\_

C \_\_\_\_\_

F \_\_\_\_\_

**Glosario**

**Acrocárpico:** Musgos poco ramificados, usualmente erectos, con el esporofito en el extremo del eje principal.

**Anfigastro:** Hoja ventral, frecuentemente reducida en tamaño, presente en las Hepáticas foliosas.

**Anteridios:** Estructura sexual masculina que produce los anterozoides. En algas y hongos son unicelulares (salvo las Charophyceas), en el resto de los vegetales presenta una envoltura de células estériles cubriendo el tejido esporógeno.

**Apófisis:** Región basal de la cápsula de los Musgos, a veces engrosada.

**Arquegonio:** Estructura multicelular que aparece sobre el gametofito femenino, y contiene la oófera. Tiene forma de botella, con una cubierta de células estériles. Aparece en las Briofitas, Helechos y Gimnospermas.

**Caliptra:** Parte del arquegonio engrosado y modificado que durante cierto período recubre el esporofito embrionario de los musgos, hepáticas y algunas criptógamas vasculares.

**Cápsula:** Esporangio de los musgos y hepáticas.

**Caulonema:** Parte del estado en el desarrollo del gametofito (protonema), que presenta pocos cloroplastos y las paredes transversales son oblicuas.

**Célula meristemática:** son células morfológicamente indiferenciadas, pero especializadas en la función de dividirse ordenadamente; su estructura y fisiología son muy diferentes a las de cualquier otra célula del cuerpo de la planta.

**Cloronema :** Parte del estado en el desarrollo del gametofito (protonema), que presenta muchos cloroplastos y las paredes transversales son perpendiculares.

**Columela:** Tejido o estructura estéril central rodeada o cubierta por tejido esporógeno o esporas.

**Diente peristomático:**

**Eláteres:** Célula estéril, higroscópica, dentro de la cápsula de algunas hepáticas. Los eláteres cambian de forma según pierdan o absorban agua, ayudando a la liberación de las esporas que los rodean.

**Epifragma:** Membrana en la boca de la cápsula en algunas especies de musgos con dientes muy pequeños.

**Escamas:** Hoja modificada, reducida, a menudo muy coriácea que cumple generalmente funciones de protección, especialmente en el meristemo del ápice.

**Esporangio :** Estructura formadora de esporas.

**Esporas:** Unidad de propagación, de origen sexual o asexual, que al germinar origina un nuevo talo.

**Esporofito:** Talo generalmente diploide, productor de esporas haploides en plantas que presentan alternancia de generaciones.

**Folioso :** Tipo de gametofito de las hepáticas que presenta filidios acomodados en dos filas, o en ocasiones tres filas.

**Gametangios:** Estructura uni o multicelular productora de gametos.

**Gametoforos:** estructura en algunos briófitos que soporta los gametangios, puede ser anteridioforo o arquegonioforo.

**Opérculo:** Estructura que cierra el extremo de la cápsula de los musgos y se libera por ruptura del anillo.

**Paráfisis:** Estructuras estériles que acompañan las fértiles

**Pie:** Parte del esporofito a través del cual toman nutrientes del gametofito femenino

**Pleurocárpico:** musgos que producen esporófitos lateralmente a partir de una yema periquecual o una rama corta especializada más que en el ápice del tallo, tienen tallos usualmente postrados, rastreros y libremente ramificados que crecen en tapices más que en matas.

**Protonema:** Estructura filamentosa producto de la germinación de una espora en algunos musgos y hepáticas que dará origen al gametofito folioso.

**Rizoides:** Estructura celular filiforme vinculada a las funciones de fijación y absorción de agua y nutrientes. Presente en algunas algas y gametofitos y esporofitos de plantas vasculares inferiores.

**Seta:** Pedúnculo que sostiene la cápsula del esporofito de un musgo o hepática.

**Taloso:** Tipo de gametofito de las hepáticas

**Trígonos:** Engrosamientos de forma triangular en las paredes internas de las células de los filidios.

**Yemas:** Son producidas por el protonema, las cuales producen los gametóforos foliosos.



*ANEXO #1-*

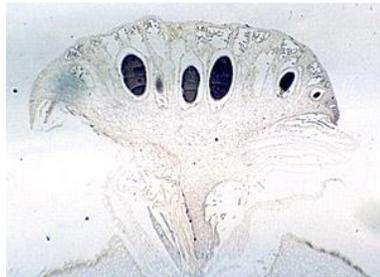


Fig. 9.6



Fig. 9.10

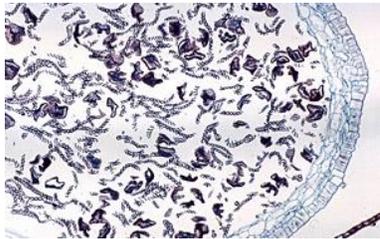


Fig. 9.15

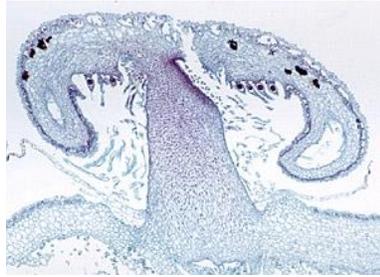


Fig. 9.7

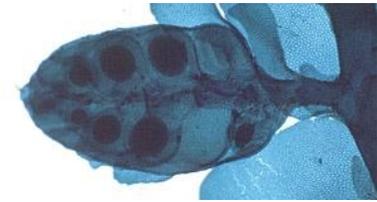


Fig. 9.11



Fig. 9.16

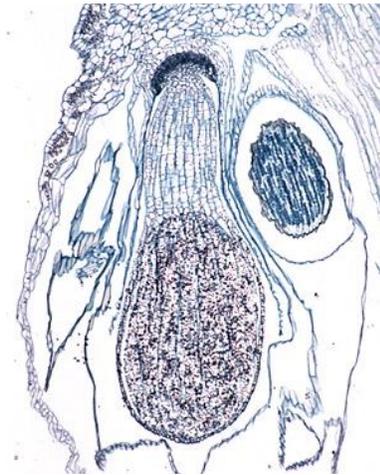


Fig. 9.8



Fig. 9.12



Fig. 9.17

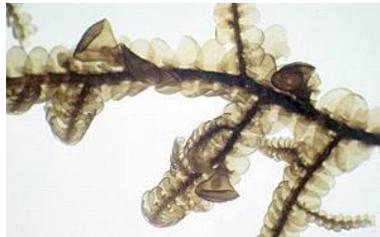


Fig. 9.9

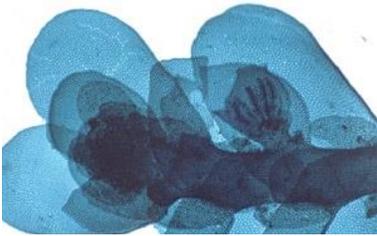


Fig. 9.13

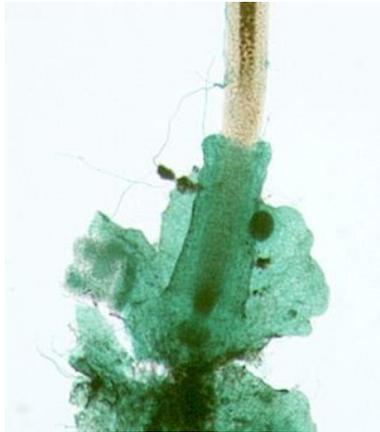


Fig. 9.18

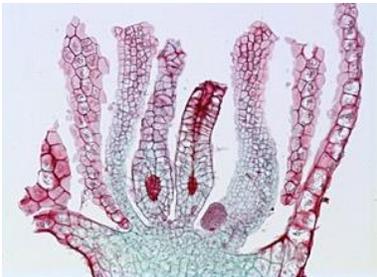


Fig. 9.14

	<i>seta</i>	<i>capsule</i>
Hepatophyta	short	short
Anthocerophyta	short	long
Bryophyta	long	short

**Moss structure**

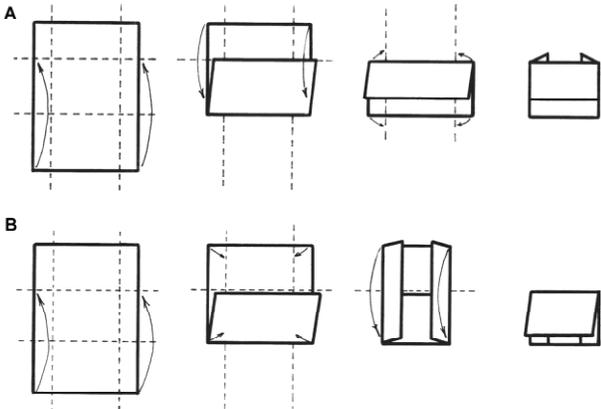
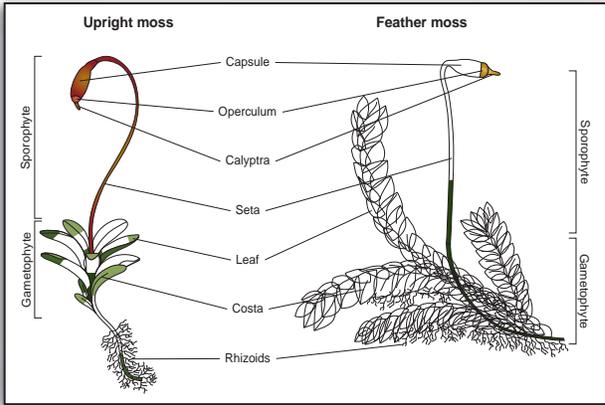
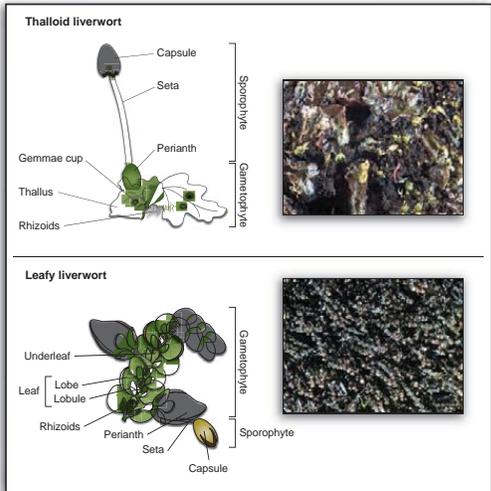


Fig. 4. Folding procedure for packing-up bryophytes.

Liverwort structure





*ANEXO #2 -*

*LITERATURA*

- Abbott, I.A. & G.J. Hollenberg. 1976. Marine algae Of California. Stanford University Press., Stanford California. 827 pp.
- Bold, H. C. & M.J. Wynne. 1978. Introduction to the algae. Structure and Reproduction. Prentice-Hall. 706 pp.
- Dawes, Clinton J., 1981. Marine Botany. John Wiley & Son, Inc. 628 pp.
- Dawson, E. Y. 1966. Marine Botany. An introduction. Holt, Rinehart and Winston, Inc. 371 pp.
- Dring, M.R. 1982. The Biology of Marine Plants. Edward Arnold. 199 pp.
- Graham Linda E & Lee W. Wilcox. 2009. Algae. Prentice-Hall
- Lee, R.E., 1989. Phycology.
- Scagel, Robert F., et al., 1980. El Reino Vegetal. Ediciones Omega, S.A., Barcelona. 596 pp.
- Smith, G. M. Hollenberg and Abbott. 1069. Marine algae of Monterrey Peninsula, California.
- Trainor, Francis Rice., 1978. Introductory Phycology. John Wiley & Sons, Inc. 525 pp.