



**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**PROGRAMA DE LA MATERIA DE MACROALGAS Y BRIOFITAS**

Semestre: Tercer semestre

Área académica: Botánica

Nombre del jefe de la materia: Reyna Alvarado Villanueva

Número de horas Teoría: 3

Número de hora de práctica: 3

Número de horas de campo acumulativas: 1

No. de créditos: 10

Profesores que elaboraron el programa:

M.C. José Gerardo Alejandro Ceballos Corona

M.C. María Del Rosario Ortega Murillo

M.C. Reyna Alvarado Villanueva

M.C. Rubén Hernández Morales

M.C. Ma. Alejandra Sánchez Trejo

Biól. Juan Diego Sánchez Heredia

Fecha de elaboración del programa: junio del 2016

Profesores que participaron en la actualización del programa:

M.C. José Gerardo Alejandro Ceballos Corona

M.C. María Del Rosario Ortega Murillo

M.C. Reyna Alvarado Villanueva

M.C. Rubén Hernández Morales

M.C. Ma. Alejandra Sánchez Trejo

Biól. Sandy Fabiola Andrade Hernández

Fecha de actualización abril del 2022

Profesores que imparten el programa

M.C. José Gerardo Alejandro Ceballos Corona

M.C. María Del Rosario Ortega Murillo

M.C. Reyna Alvarado Villanueva

M.C. Rubén Hernández Morales

M.C. Ma. Alejandra Sánchez Trejo

Biól. Sandy Fabiola Andrade Hernández

**PERFIL PROFESIONAL DEL PROFESOR:** Biólogo con experiencia en Ficología y Briología.

## INTRODUCCIÓN

Los biólogos desde el conocimiento generado por Aristóteles, han dividido a los seres vivos en dos grandes Reinos, Vegetal y Animal. Este criterio se ve rebasado a raíz del invento del microscopio, ya que el descubrimiento de otros organismos, implicó que muchos de ellos no pudieran asignarse o al Reino vegetal o al Animal, es a fines del siglo XIX que esta controversia es vislumbrada a partir del análisis de las posibilidades de crear nuevos Reinos. Ernest Haeckel en 1866 sugiere entonces que se cree un nuevo Reino en el cual se incluyeron a todos los organismos eucariotas unicelulares al mismo lo llama Protista, dándose cuenta también que muchos de los organismos microscópicos no presentaban núcleo y los llamo Moneras.

En 1938 Copeland, considerando la División de Chatton (Procariotas y Eucariotas), retoma el criterio de Haeckel y crea el Reino Monera. Una mayor discusión sobre las posibilidades de dividir a los organismos en más de dos Reinos, se presenta a partir de la segunda mitad del siglo XX, Whittaker en 1959 crea el último de los Reinos que corresponde a los hongos, llamándolo Fungi. En ese mismo año propone la clasificación general que actualmente conocemos: Monera, Protista, Fungi, Plantae y Animalia.

En 1978 Whittaker y su discípula Margulis proponen una modificación al Reino Protista, Margulis quiso reconocer la prioridad del nombre Protoctista, incluyendo en él a todas las algas unicelulares y pluricelulares eucariotas, concepto propuesto por J. Hogg en 1860, sobre el nombre Protista, para la mayoría de los especialistas, no se justifica la sustitución del término más común (protista), ni por las reglas de la nomenclatura biológica, ni por la definición del concepto.

Hacia 1990 Woese y Colaboradores plantean la necesidad de definir un nuevo taxón superior a los Reinos, esta nueva unidad taxonómica recibió el nombre de dominio, creando tres Archaea, Bacteria y Eucarya. Bajo este nuevo criterio, a los eucaria corresponden a los Chromista, Protozoa, Fungi, Plantae y Animalia.

Al reino Plantae pertenecen diferentes grupos de organismos, los cuales pueden ser subdivididos en plantas no vasculares y plantas vasculares, entre estos existen similitudes considerando el origen de los plastos por endosimbiosis primaria, en la estructura celular, la morfología, fisiología y bioquímica, además de las formas de reproducción que implican ciclos de alternancia de generaciones, comparten la presencia de clorofila, salvo algunas excepciones, la composición química de la pared celular y la presencia de sustancias de reserva en forma de almidón o derivados de este, quedando fuera de este grupo las algas pardas, ya que ellas presentan plastos de origen secundario y células gaméticas con flagelos heterocontos, sin embargo, pueden agruparse de manera artificial con las rojas y verdes en un conjunto muy antiguo denominado ALGAS, el cual aún tiene vigencia y se basa principalmente en la morfología.

Ahora bien, un concepto más general, antiguo y amplio lo representa la BOTÁNICA, que por definición se refiere al estudio de las plantas o vegetales. Puede decirse que esta rama de la biología tiene sus orígenes, desde el momento en el que el hombre por necesidad clasifica a los vegetales en comestibles, medicinales, venenosos, etc. El estudio sistemático de la misma lo inicia el griego Teofrasto, de hecho, en sus inicios se definió a la botánica como el estudio de las formas de vidas enraizadas e inmóviles, lo cual descartaba automáticamente a todas las algas.

Si bien la integración de las Algas Multicelulares y las Briofitas y grupos afines al Reino Plantae, aun da pauta a críticas sobre los criterios que se utilizan para su clasificación, y de manera sobresaliente con las algas pardas, se ha logrado de esta manera, unificar la dispersión y correlacionar con mayor fluidez el conocimiento de estos grupos y con ello se evitará la repetición de temas, dando una visión globalizadora y de interacción en este campo de estudio.

El programa pretende inmiscuir al alumno en una parte del conocimiento de los principios y procesos de los niveles de organización en que se presenta el fenómeno de la vida y con ello ser capaz de distinguir y hacer acopio de elementos teórico-conceptuales, adquirir actitudes y metodologías propias que le permitan detectar y analizar problemas y plantear probables soluciones en relación a los recursos naturales y su manejo.

El programa está diseñado de tal manera que los alumnos puedan hacer uso del método científico, para obtener un mayor conocimiento de los grupos no vasculares (algas rojas, algas verdes y briofitas y grupos afines) del Reino Plantae y las algas pardas. Las tres primeras unidades corresponden a los conocimientos generales de las algas, briofitas y grupos afines, a partir de la segunda unidad se plantea la elaboración de un protocolo de investigación que permitirá a los alumnos adentrarse en el quehacer de la investigación científica mediante el planteamiento de un problema con respecto a los grupos tratados en esta materia, para finalizar con una unidad donde se contemplan a manera de seminarios, aspectos que tienen que ver con la evolución e importancia de las algas y briofitas.

## OBJETIVO GENERAL

Conocer la estructura, orígenes y cambios evolutivos en las algas pardas y los grupos no vasculares del Reino Plantae y establecer las relaciones de la Botánica con otras disciplinas.

## OBJETIVOS PARTICULARES

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

- a) Analizar los criterios generales de la Botánica como rama de la Biología, además de la caracterización general de las algas pardas y los grupos no vasculares del Reino Plantae.

b) Aplicar las herramientas necesarias para la obtención de la información mediante el método científico en el campo de la ficología y briología.

c) Manejar las características generales, desarrollo, sistemática e importancia de las algas pardas (PHAEOPHYCEAE), rojas (RHODOPHYTA) y verdes (CHLOROPHYTA y CHAROPHYTA).

d) Analizar las características generales, reproductivas, la sistemática e importancia de briofitas y grupos afines.

e) Analizar y discutir las tendencias evolutivas de los grupos de las algas pardas y las no vasculares del reino Plantae.

## CONTENIDOS

### UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN

Objetivo: Que el alumno analice los criterios generales de la Botánica como rama de la Biología, además de la caracterización general de las algas pardas y los grupos no vasculares del Reino Plantae.

#### 1.1. Consideraciones generales de la Botánica

##### 1.1.1. Historia de la Botánica

##### 1.1.2. La Botánica en el contexto actual

#### 1.2. Características generales de las algas pardas y los grupos no vasculares del Reino Plantae

##### 1.2.1. Citología

##### 1.2.2. Pigmentos

##### 1.2.3. Sustancias de reserva

##### 1.2.4. Morfología y reproducción

##### 1.2.4.1. Talobionta

##### 1.2.4.2. Embriobionta

**(9 horas)**

Literatura específica de la unidad

Bowden, W. B., Glime, J. M., y Riis, T. (2017). Macrophytes and Bryophytes. In *Methods in Stream Ecology* 1. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416558-8.00013-5>

Godínez, O. J. L. (2008). Colectores de algas de México (1787-1954). *Acta Botánica Mexicana*. 85, 75-97.

Margulis, L., y Chapman, M. J. (2009). Kingdom Plantae. *Kingdoms and Domains*, 411–462. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-373621-5.00005-2>

Novelo, E. y R. Tavera. (2011). Un Panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica* 21(3), 333-341.

Pedroche, F. F., K. M. Dreckmann y A. Senties. G. (1994). Diversidad algal en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. Esp. 44, 69-92.

Pedroche, F. F. y A. Senties. (2003). Ficología marina mexicana: diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica* 13(1), 23-32

Ragan, M. A., y Gutell, R. R. (1995). Are red algae plants? *Botanical Journal of the Linnean Society*, 118(2), 81–105. [https://doi.org/10.1016/S0024-4074\(95\)80010-7](https://doi.org/10.1016/S0024-4074(95)80010-7)

Senties, A. y K. M. Dreckmann. (2014). Biodiversidad de las macroalgas marinas de la familia Rhodomelaceae (Rhodophyta) en México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, supl. 85, 62-68. DOI: 10.7550/rmb.40713

Sharma, B. y Kramer, E. M. (2018). Comparative sex organs: Plants. In *Encyclopedia of Reproduction*. 6. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20643-2>

## UNIDAD 2. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

OBJETIVO: Que el alumno aprenda a desarrollar el método científico y adquiera las herramientas necesarias para entender la investigación en el campo de la ficología y briología.

### 2.1. El método científico

2.1.1. El proyecto de investigación

2.1.2. Análisis y presentación de resultados

2.1.3. Reglas básicas para la elaboración de listados sistemáticos

2.1.4. Procesamiento de datos

### 2.2. Métodos de colecta, fijación, preservación y análisis de los grupos de algas pardas y las plantas no vasculares del Reino Plantae

2.2.1. Colecta, fijación y preservación

2.2.1.1. Algas pardas, rojas y verdes

2.2.1.2. Hepáticas, musgos y antocerotas

2.2.2. Métodos de análisis

**(6 horas)**

### Literatura específica de la unidad

Anthony, M. (2017). Writing for Publication. In *Home Healthcare now*. 35(6). <https://doi.org/10.1097/NHH.0000000000000558>

Arias, o. y G. Fídias. (1999). *El proyecto de Investigación guía para su elaboración*. Ediciones Oriol. Venezuela. ISBN:980-07-3868-1.

Guerrero, H. (2010). Excel Data Analysis. In *Excel Data Analysis*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-10835-8>

Tamayo y T., M. (1999). Modulo 5. El proyecto de Investigación. *Serie aprender a investigar*. ICFES, Bogotá, Colombia. <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/5.-El-Proyecto-de-Investigaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf>

Saltalamacchia R. H. (1997). *El proyecto de investigación: su estructura y redacción*. Registro de Propiedad Intelectual. Formulario n.º 070579. [https://www.researchgate.net/publication/282294240\\_El\\_proyecto\\_de\\_investigacion\\_su\\_estructura\\_y\\_redaccion?enrichId=rgreq-e900da71a293bdd05560d0e86fd8eb8f-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4MjI5NDI0MDtBUzoyNzkxMTMzODMzMz M4OTNAMTQ0MzU1NzlyNDM3Mw%3D%3D&el=1\\_x\\_2&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/282294240_El_proyecto_de_investigacion_su_estructura_y_redaccion?enrichId=rgreq-e900da71a293bdd05560d0e86fd8eb8f-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4MjI5NDI0MDtBUzoyNzkxMTMzODMzMz M4OTNAMTQ0MzU1NzlyNDM3Mw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf)

Vilanova, J.C. (2012). Literature review of the subject of a research project. *Radiologia*, 54(2), 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.05.015>

### UNIDAD 3. FICOLOGÍA COMPARADA

Objetivo: Que el alumno maneje las características generales, desarrollo, sistemática e importancia de las algas pardas (PHAEOPHYCEAE), rojas (RHODOPHYTA) y verdes (CHLOROPHYTA y CHAROPHYTA).

- 3.1. Características generales de cada grupo de algas
  - 3.1.1. Bioquímicas
    - 3.1.1.1. Pigmentos, sustancias de reserva y ficocoloides
  - 3.1.2. Citológicas
    - 3.1.2.1. El origen y tipo de cloroplastos
    - 3.1.2.2. Otros organelos
- 3.2. Desarrollo de las algas
  - 3.2.1. Tipos de crecimiento
    - 3.2.1.1. Apical
    - 3.2.1.2. Intercalar
    - 3.2.1.3. Tricotálico
    - 3.2.1.4. Marginal
    - 3.2.1.5. Meristemático
  - 3.2.2. Características morfológicas
    - 3.2.2.1. Tipos de talos
  - 3.2.3. Reproducción y Ciclos de vida y alternancia de Generaciones
    - 3.2.3.1. Tipos de meiosis
    - 3.2.3.2. Dominancia de fases haploides y diploides
    - 3.2.3.3. Morfología de las fases dominantes
    - 3.2.3.4. Tipos de singamia y origen de los gametos
- 3.3. Sistemática y Clasificación de las Algas
  - 3.3.1. Desarrollo histórico de la posición sistemática
  - 3.3.2. Comparación de los sistemas de clasificación más usados
- 3.4. Importancia Biológica, Ecológica y Económica de las Algas

(12 horas)

## Literatura específica de la unidad

- Aguilar-Rosas R., M. López-Carrillo y L. E. Aguilar-Rosas. (2005). Macroalgas marinas de la bahía de San Quintín, Baja California, México. *Polibotánica* (19), 19-38.
- Ahmed, S., M. Cock, J., E. Pessia., R. Luthringer., A. Cormier., M. Robuchon., L. Sterck., F. Peters A., M. Dittami S., E. Corre., M. Valero., M. Aury J., D. Roze., Y. Van De Peer., J. Bothwell., A.B. Marais G. y M. Coelho S. (2014). A haploid system of sex determination in the brown alga *Ectocarpus* sp. *Current Biology*, 24(17), 1945-1957. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.07.042>.
- Dreckmann, K. M., F. F. Pedroche., y A. Senties. (1990). Lista florística de las algas marinas bentónicas de la costa norte de Michoacán, México. *Botanical Sciences* 50, 19-42.
- Hernández-Almaraz P., L. Méndez-Rodríguez., T. Zenteno-Savín, F. García-Domínguez., A. Vázquez-Botello y E. Serviere-Zaragoza. (2014). Metal mobility and bioaccumulation differences at lower trophic levels in marine ecosystems dominated by *Sargassum* species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 435-442 DOI [10.1017/S0025315413001653](https://doi.org/10.1017/S0025315413001653)
- Mateo-Cid, L. E. y A. C. Mendoza-González. (1991). Algas marinas bénticas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana*. 13, 9-30
- Mateo-Cid L. E., A. C. Mendoza-González., R. Aguilar-Rosas y L. E. Aguilar-Rosas. (2006). Algas marinas bentónicas de puerto Peñasco, Sonora, México. *Hidrobiológica*. 16(3), 45-65
- Mendoza-González, A. C., L. E. Mateo-Cid., R. Alvarado-Villanueva., F. Sotelo-Cuevas., J. G. A. Ceballos-Corona., A. Gerardo, y A. Garduño-Acosta. Nuevos registros y lista actualizada de las algas verdes (Chlorophyta) del litoral de Michoacán, México. (2018). *Revista Mexicana de la Biodiversidad*. 89(4), 971-985. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2604>
- Senties, A., A.C. Mendoza-González., L. E. Mateo-Cid., J. Díaz-Larrea., G. A. Ceballos-Corona y M. T. Fujii. (2014). *Osmundea purepecha*, n. sp. (Rhodophyta: Ceramiales), from the Pacific Tropical Coast of Mexico, Based on Morphological and Molecular Data. *Pacific Science* 68(2), 295-304. DOI:1.2984/68.2.9.
- Uribe-Orozco, M. E., L. E. Mateo-Cid., A. C. Mendoza-González., E. F. Amora-Lazcano, D. González-Mendoza y D. Durán-Hernández. (2018). Efecto del alga marina *Sargassum vulgare* C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro. *IDESIA*, Chile, 36(3), 69-76. DOI [10.4067/S0718-34292018005001202](https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005001202)

## UNIDAD 4. BRIOLOGÍA COMPARADA

Objetivo: Que el alumno analice las características generales, reproductivas, la sistemática e importancia de los briofitos y grupos afines: hepáticas (MARCHANTIOPHYTA), musgos (BRYOPHYTA) y antocerotas (ANTHOCEROTOPHYTA)

### 4.1. Características generales de las hepáticas, musgos y antocerotas

#### 4.1.1. Bioquímicas

##### 4.1.1.1. Pigmentos y sustancias de reserva

#### 4.1.2. Citológicas

#### 4.1.3. Morfológicas

##### 4.1.3.1. El gametofito

##### 4.1.3.2. El esporofito

### 4.2. Reproducción

#### 4.2.1. Asexual

#### 4.2.2. Sexual

#### 4.2.3. Ciclos de vida y alternancia de Generaciones

##### 4.2.3.1. Tipos de meiosis

##### 4.2.3.2. Dominancia de fases haploides y diploides

##### 4.2.3.3. Morfología de las fases dominantes

##### 4.2.3.4. Tipos de singamia y origen de los gametos

### 4.3. Sistemática y clasificación

#### 4.3.1. Desarrollo histórico de la posición sistemática

#### 4.3.2. Comparación de los sistemas de clasificación más usados

### 4.4. Importancia biológica, ecológica y económica de las hepáticas, musgos y antocerotas

**(12 horas)**

## Literatura específica de la unidad

Burrows, B.A. y G. McCubbin, A. (2018). Reproduction, overview by phylogeny. *Plant Encyclopedia of Reproduction*, 625-630. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20609-2>

Dey, A. y A. Mukherjee. (2015). Therapeutic potential of bryophytes and derived compounds against cancer. *Journal of Acute Disease*, 4(3), 236-248. <https://doi.org/10.1016/j.joad.2015.04.011>

Drobnik, J. y A. Stebel. (2014). Medicinal mosses in pre-Linnaean bryophyte floras of central Europe. An example from the natural history of Poland. *Journal of Ethnopharmacology*, 153(3), 682-685. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.03.025>

Ecke, F. (2018). The added value of bryophytes and macroalgae in ecological assessment of lakes. *Ecological Indicators*, 85, 487-492. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.069>



- Estébanez, B., I. Draper. y R. Medina. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de La Real Sociedad Española de Historia Natural*. 9, 19-74
- Flores, J. R., M. Suárez, G. y J. Hyvönen. (2020). Reassessing the role of morphology in bryophyte phylogenetics: Combined data improves phylogenetic inference despite character conflict. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 143.106662. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106662>
- Frey, W. M. Hofmann. y H. Hilger, H. (2001). The gametophyte-sporophyte junction: Unequivocal hints for two evolutionary lines of archegoniate land plants. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 196(6), 431-445. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30085-3](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30085-3)
- Frey, W. y H. Kürschener. (2011). Asexual reproduction, habitat colonization and habitat maintenance in bryophytes. *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 206(3).173-184. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.04.020>
- Hackenberg, D. y D. Twell. (2019). The evolution and patterning of male gametophyte development. In: *Current Topics in Developmental Biology*, 131. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.ctdb.2018.10.008>
- Ligrone, R., G. Duckett, J. y S. Renzaglia, K. (1993). The Gametophyte-Sporophyte Junction in Land Plants. *Advances in Botanical Research*. 19, 231-318. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(08\)60206-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(08)60206-2)
- Ludwiczuk, A. y Y. Asakawa. (2019). Bryophytes as a source of bioactive volatile terpenoids-A review. *Food and Chemical Toxicology*. 132. 110649. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110649>
- Pokorny, L., C. Ho, B., P. Frahm J., D. Quandt. y J. Shaw, A. (2012). Phylogenetic analyses of morphological evolution in the gametophyte and sporophyte generations of the moss order Hookeriales (Bryopsida). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 63(2), 351-364. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.01.005>
- Rice, S. K. (2009). Mosses (Bryophytes). *Encyclopedia of Inland Waters*. 88-96. <https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.0219-2>
- Taylor, T. (2009). Hornworts and Bryophytes. *Biology and Evolution of Fossil Plants*. 161-177. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-373972-8.00005-x>
- Tipping, E., D. Vincent, C., J. Lawlor, A. y S. Lofts. (2008). Metal accumulation by stream bryophytes, related chemical speciation. *Environmental Pollution*. 156(3), 936-943. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.05.010>.

## UNIDAD 5. TENDENCIAS EVOLUTIVAS DE LAS ALGAS PARDAS Y LOS GRUPOS NO VASCULARES DEL REINO PLANTAE

Objetivo: Que el alumno analice y discuta las tendencias evolutivas de las algas pardas y de los grupos no vasculares del Reino Plantae.

- 5.1. Tendencias Evolutivas de las algas pardas, rojas y verdes
  - 5.2. Tendencias Evolutivas de las hepáticas, musgos y antocerotas
- (3 horas)**

Literatura específica de la unidad

Burrows, B.A. y G. McCubbin, A. (2018). Reproduction, overview by phylogeny: Plant. *Encyclopedia of Reproduction*. 625-630. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20609-2>

Gerrienne, P., T. Servais. y M. Vecoli. (2016). Plant evolution and terrestrialization during Palaeozoic times-The phylogenetic context. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 227, 4-18. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2016.01.004>

Harhold, J., O. Moestrup. y P. Ulvskov. (2016). Why Plants Were Terrestrial from the Beginning. *Trends in Plant Science*. 21(2), 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.010>

Harris, B. J., J. Harrison, C., M. Hetherington A. y A. Williams T. (2020). Phylogenomic Evidence for the monophyly of bryophytes and the Reductive Evolution of Stomata. *Current Biology*. 30(11), 2012. e2. <https://doi.org/10.1016/J.cub.2020.03.048>

Lanier, C., N. Manier., D. Cuny. y A. Deram. (2015). The comet assay in higher terrestrial plant model: Review and evolutionary trends. *Environmental Pollution*. 207, 6-20. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.08.020>

Margulis, L. (1992). Biodiversity: molecular biological domains, symbiosis and kingdom origins. *BioSystems*. 27(1), 39-51. [https://doi.org/10.1016/0303-2647\(92\)90045-Z](https://doi.org/10.1016/0303-2647(92)90045-Z)

### ACTIVIDADES DE LABORATORIO Y CAMPO

PRÁCTICA 1. Reconocimiento de las características generales de las algas pardas y el reino Plantae.

OBJETIVO: Apoyar al alumno en el diseño de una práctica mediante la cual demuestre algunas de las características distintivas del Reino Plantae, además de reconocer las diferencias entre las algas pardas, plantas no vasculares y vasculares y las estructuras reproductoras de estos grupos.

PRÁCTICA 2. El protocolo de investigación

OBJETIVO: Que el alumno aprenda a elaborar un protocolo de investigación tomando como base a las algas pardas, rojas, verdes, carofíceas y los grupos de briofitas.

PRÁCTICA 3. Colecta, fijación y preservación de algas (pardas, rojas y verdes)  
OBJETIVO: Adquirir la metodología de trabajo para el estudio de las algas pardas, rojas y verdes.

PRÁCTICA 4. Colecta, fijación y preservación de briofitos (hepáticas, musgos y antocerotas)  
OBJETIVO: Adquirir la metodología de trabajo para el estudio de las hepáticas, musgos y antocerotas.

PRÁCTICA 5. Morfología general de las algas pardas, rojas y verdes  
OBJETIVO: Observar y diferenciar los tipos morfológicos de las algas pardas, rojas y verdes.

PRÁCTICA 6. Los grupos de algas: Ochrophyta: Phaeophyceae, (algas pardas) Rhodophyta, (algas rojas) Chlorophyta y Charophyta (algas verdes)  
OBJETIVO: Analizar las características morfológicas distintivas de las algas pardas, rojas, verdes y carofíceas, además de reconocer sus estructuras reproductoras.

PRÁCTICA 7. Morfología general de los briofitos (hepáticas, musgos y antocerotas)  
OBJETIVO: Observar y diferenciar las estructuras morfológicas del gametofito y esporofito en las briofitas y grupos afines.

PRÁCTICA 8. Los grupos de briofitas: Marchantiophyta, Bryophyta y Anthocerotophyta  
OBJETIVO: Analizar las características morfológicas, citológicas y reproductivas de cada uno de los grupos de las briofitas y grupos afines, para su clasificación.

## **COMPETENCIAS DEL PROGRAMA**

Competencias genéricas (CG):

- CG01- Adquisición de capacidades de análisis y prospección sobre la situación actual y futura de las algas pardas y los grupos no vasculares del Reino Plantae.
- CG02- Utilizar las terminologías científicas adecuadas.
- CG03- Redactar y defender informes profesionales y publicaciones científicas, fomentar la expresión audiovisual, oral y escrita.
- CG04- Capacidad de colaborar de forma multidisciplinaria e interdisciplinaria en el trabajo de campo y laboratorio.

Competencias específicas (CE):

- CE01- Conocimiento del ciclo biológico, aspectos fisiológicos, morfológicos y ecológicos de las algas pardas y los grupos no vasculares del Reino Plantae.
- CE02- Conocimiento de la filogenia de los grupos no vasculares del Reino Plantae y las algas pardas.
- CE03- Conocer las técnicas de colecta, preservación y análisis de los grupos no vasculares del Reino Plantae y las algas pardas.
- CE04- Identificar objetivos relevantes de investigación y planificar su consecución.

Competencias básicas (CB):

- CB01- Saber aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB02- Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan ser autodidactas en la generación del conocimiento.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO GENERAL DEL CURSO:**

- Exposición del temario de teoría y para el desarrollo de los seminarios y proyecto de investigación.
- Desarrollo del temario de prácticas.
- Trabajo autónomo del alumno para el estudio y comprensión de los conceptos de teoría y prácticas, así como para la búsqueda de información y bibliografía para la realización de proyectos de investigación y elaboración de cuadros comparativos.
- Tutorías personalizadas para la resolución de dudas del alumno y planteamientos de nuevos objetivos y retos en la materia.
- Aplicación de actividades artísticas para la comprensión de los tópicos de la materia.

## **SISTEMA GENERAL DE EVALUACIÓN**

El presente programa está sujeto a las disposiciones establecidas en el Reglamento General de Exámenes de la UMSNH (<https://www.umich.mx/documentos/Normatividad/13%20Reglamento%20General%20de%20Exámenes.pdf>), deben cumplir con el 75 % de asistencia al curso, para poder ser evaluados en esta materia.

La evaluación del curso está basada en lo estipulado en el Reglamento General de Exámenes de la UMSNH. Esta consistirá en dos partes:

### a) Evaluación de la parte teórica

Lecturas colaborativas	10 %
Presentaciones en Power Point o similares	20 %
Exámenes:	
Introducción	15 %
Protocolos de Investigación	15 %
Ficología	15 %
Briología	15 %
Conferencias	<u>10 %</u>
	100 %

b) Evaluación de la parte práctica:

Diseño y desarrollo de la práctica 1	10 %
Reporte de prácticas (cuadros comparativos y fotos)	15 %
Sellos (esquemas con estructuras)	10 %
Proyecto:	
Libreta de campo	10 %
Avances del proyecto	10 %
Material biológico	15 %
Presentación final del proyecto	<u>30 %</u>
	100%

NOTA: Al final del curso sólo se obtendrá una calificación. Para que el promedio pueda realizarse es necesario que ambas partes (teoría y práctica) sean aprobatorias con calificación mínima de seis (6.0):

$$\text{PROMEDIO FINAL} = \frac{\text{TEORIA} + \text{PRÁCTICA}}{2}$$

En caso de que se tengan que presentar los exámenes extraordinario y extraordinario de regularización, estos comprenderán la teoría y la práctica y ambos deberán de ser aprobatorios

### **CONFERENCIAS**

22 de octubre del 2022 de 10:00 a 14:00

Conferencistas:

Dra. A. Catalina Mendoza González (IPN)

Dra. Luz Elena Mateo Cid (IPN)

Dra. Deneb García Ávila (UMSNH)

### **SALIDAS A PRÁCTICAS DE CAMPO**

PRÁCTICA 3. Colecta, fijación y preservación de las algas pardas, rojas y verdes.

30 de septiembre al 2 de octubre del 2022, Profesor J. Gerardo A. Ceballos Corona. Costa noroccidental de Michoacán (El Zapote de Madero y La Majahuíta) secciones 301 y 308.

30 de septiembre al 2 de octubre del 2022, profesoras María del Rosario Ortega Murillo, Reyna Alvarado Villanueva y María Alejandra Sánchez Trejo. Costa sur Michoacán (La Salada, La Soledad y Carrizalillo) secciones 302, 303, 304 y 305.

29 de septiembre al 3 de octubre, profesores Rubén Hernández Morales y Sandy Fabiola Andrade Hernández. Costa de Veracruz (Sistema arrecifal veracruzano) secciones 306 y 307.

PRÁCTICA 4. Colecta de hepáticas, musgos y antocerotas.

24 de septiembre del 2022, Profesores Rubén Hernández Morales y Sandy Fabiola Andrade Hernández. Parque Insurgente José María Morelos y Pavón (km 23) secciones 306 y 307.

15 y 16 de octubre del 2022, Profesores J. Gerardo A. Ceballos Corona, María del Rosario Ortega Murillo, Reyna Alvarado Villanueva, María Alejandra Sánchez Trejo y Sandy Fabiola Andrade Hernández. Laguna Larga secciones 301, 302, 303, 304, 305 y 308.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Abbott A., I. y G. J. Hollenberg. (1976). *Marine Algae of California*. Stanford California, U.S.A.: Stanford University Press.

Brodie, J. y J. Lewis. (Eds.). (2007). *Unravelling the algae: the past, present, and future of algal systematics*. Boca Raton, Fl. U.S.A.: CRC Press Taylor y Francis Group.

Carmona J., J. y Y. Beltrán M. (2007). *Las algas rojas de aguas continentales en la región central de México*. México, D.F.: Las prensas de Ciencias UNAM.

Dawson, Y. L. (1944). *The Marine of the Gulf of California*. Los Angeles California, U.S.A.: The University of Southern California Press.

Dawson, Y. L. (1949). *Studies of Northeast Pacific Gracilariaceae*. Los Angeles California, U.S.A.: The University of Southern California Press.

Dawson, Y. L. (1954). *Marine Red Algae of Pacific México. Part 2. CRYPTONEMIALES (cont.) (Plates 1-44)*. Los Angeles California, U.S.A.: The University of Southern California Press.

Dawson, Y. L. (1958). *Marine Red Algae of Pacific México. Part 3. CRYPTONEMIALES, CORALLINEACEAE subf. Melobesioidea*. Los Angeles California, U.S.A.: The University of Southern California Press.

Dawson, Y. L. (1962). *Marine Red Algae of Pacific México. Part 7. Ceramiales, Ceramiaceae, Delesseriaceae*. Los Angeles California, U.S.A.: The University of Southern California Press.

Delgadillo M., C. y M. A. Cárdenas S. (1990). *Manual de Briofitas*. México, D.F.: Dirección General de Publicaciones, UNAM.

Garduño S., G. M., G. Cartajena A., M. G. Oliva M. y M. A. García G. (2010). *Caráceas, Charophyceae*. México, D.F.: Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.

Garduño S., G., L. E. Aguilar R. y M. G. Oliva M. (2012). *Algas Pardas Phaeophyceae*. México, D.F.: Facultad de Estudios Superiores. UNAM.

- Glime, J. M. (2007). *Bryophyte Ecology*. Houghton, U.S.A.: Michigan Technological University and the International Association of Bryologists, <http://www.bryoecol.mtu.edu/>.
- Graham, L. E. y L. W. Wilcox. (2000). *Algae*. New Jersey, U.S.A.: Prentice-Hall, Inc.
- González G., J. (1972). *Diversidad en las plantas*. México D.F.: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior.
- Hollenberg, G. J. y L. Dawson, Y. (1961). *Marine Red Algae of Pacific México. Part 5. The genus Polisiphonia*. Los Angeles California, U.S.A.: The University of Southern California Press.
- Iselin, J. (2014). *An ocean garden. The secret life of seaweed*. New York, U.S.A.: Harry N. Abrams Inc.
- Izco J., E. Barrero, M. Brugués, M. Costa, J. Adevesa, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimana, C. Prada, S. Talavera y B. Valdés. (2004). *Botánica*. Madrid, España: McGraw Hill-Interamericana.
- Lee, R. E. (2008). *Phycology*. New York, U.S.A.: Cambridge University Press.
- León A., D. y M. L. Núñez R. (2012). *Géneros de algas marinas tropicales de México. II. Algas pardas*. México, D.F.: Las prensas de Ciencias Facultad de Ciencias, UNAM.
- Norris, N. J. (2010). *Marine Algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae*. (94), Washington, D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press.
- Pedroche F., F., P. Silva C., L. E. Aguilar R., K. M. Drekmann y R. Aguilar R. (2005). *Catálogo de las Algas Marinas Bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.
- Pedroche F., F., P. Silva C., L. E. Aguilar R., K. M. Drekmann y R. Aguilar R. (2008). *Catálogo de las Algas Marinas Bentónicas del Pacífico de México. II. Phaeophycota*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.
- Sharp, J. A., H. Crum y P. M. Eckel. (Eds). (1994). *The Moss Flora of México. Part One Orthotrichales to Polytrichales*. 69. New York, U.S.A.: The New York Botanical Garden.
- Sharp, J. A., H. Crum y P. M. Eckel. (Eds). (1994). *The Moss Flora of México. Part two Sphagnales to Bryales*. 69. New York, U.S.A.: The New York Botanical Garden.

Scagel, F., J. Bandoni, R. Maze, E. Rouse, B. Schofield y R. Stein. (1987). *El Reino Vegetal*. Barcelona, España: Omega.

Schofield, W. B. (1985). *Introduction to Bryology*. New York, U.S.A.: MacMillan.

Senties G., A. y K. M. Dreckmann. (2002). *Monografías Ficológicas. 1*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.

Senties G., A. y K. M. Dreckmann. (2005). *Monografías Ficológicas. 2*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.

Sharp, A. J., H. Crum y P. M. Eckel. (1994). *The moss flora of Mexico. I. Sphagnales to Bryales*. 69. New York, U.S.A.: The New York Botanical Garden.

Sharp, A. J., H. Crum y P. M. Eckel. (1994). *The moss flora of Mexico. II. Orthotrichales to Polytrichales*. 69. New York, U.S.A.: The New York Botanical Garden.

Tiffany, H. L. y M. E. Britton. (1971). *The algae of Illinois*. New York, U.S.A.: Hafner Publ. Co.

Van Den Hoek., C. (1982). *A taxonomic of the American species of Cladophora (Chlorophyceae) in the North Atlantic Ocean and their geographic distribution*. New York, U.S.A.: North-Holland of Publishing Company.

## CALENDARIO DE ACTIVIDADES

<b>SEMANA No 1 (15-19 agosto 2022)</b>	<b>SEMANA No 2 (22-26 de agosto 2022)</b>
1. INTRODUCCIÓN	1. INTRODUCCIÓN PRÁCTICA 1. Reconocimiento de las características generales de las algas pardas y el reino Plantae
<b>SEMANA No 3 (29 agosto-2 septiembre 2022)</b>	<b>SEMANA No 4 (5-9 septiembre 2022)</b>
2. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN PRÁCTICA 1. Reconocimiento de las características generales de las algas pardas y el reino Plantae	2.2. Métodos de colecta, fijación, preservación y análisis de los grupos de algas pardas y las plantas no vasculares del Reino Plantae PRÁCTICA 2. El protocolo de investigación (Ficología)
<b>SEMANA No 5 (12-16 septiembre 2022)</b>	<b>SEMANA No 6 (19-23 septiembre 2022)</b>
3. FICOLOGÍA COMPARADA PRÁCTICA 2. El protocolo de investigación (Briología)	3. FICOLOGÍA COMPARADA PRÁCTICA 5. Morfología general de las algas pardas, rojas y verdes. Salida a campo. PRÁCTICA 4. Colecta de Hepáticas, Musgos y Antocerotas (Rubén Hernández Morales).
<b>SEMANA No 7 (26-30 septiembre 2022)</b>	<b>SEMANA No 8 (3-7 octubre 2022)</b>
3. FICOLOGÍA COMPARADA PRÁCTICA 5. Morfología general de las algas pardas, rojas y verdes.  Salida a campo. PRÁCTICA 3. Colecta, fijación y preservación de las algas pardas, rojas y verdes (todas las secciones)	3. FICOLOGÍA COMPARADA  Identificación del material ficológico colectado



## CALENDARIO DE ACTIVIDADES (CONTINUACIÓN)

<b>SEMANA No 9 (10-14 octubre 2022)</b>	<b>SEMANA No 10 (17-21 octubre 2022)</b>
4. BRIOLOGÍA COMPARADA Identificación del material ficológico colectado  Salida a campo. PRÁCTICA 4. Colecta de Hepáticas, Musgos y Antocerotas (Gerardo Ceballos, Rosario Ortega, Reyna Alvarado, Alejandra Sánchez y Sandy Andrade).	4. BRIOLOGÍA COMPARADA Identificación del material ficológico colectado  <b>22 de octubre CONFERENCIAS</b>
<b>SEMANA No 11 (24-28 octubre 2022)</b>	<b>SEMANA No 12 (31 oct.-4 de noviembre 2022)</b>
4. BRIOLOGÍA COMPARADA PRÁCTICA 7. Morfología general de los briofitos (Hepáticas, Musgos y Antocerotas).	4. BRIOLOGÍA COMPARADA Identificación del material briológico colectado
<b>SEMANA No 13 (7-11 noviembre 2022)</b>	<b>SEMANA No 14 (14-18 noviembre 2022)</b>
5. TENDENCIAS EVOLUTIVAS DE LOS GRUPOS NO VASCULARES DE LAS ALGAS PARDAS Y EL REINO PLANTAE Identificación del material briológico colectado	Identificación del material briológico colectado
<b>SEMANA No 15 (21-25 noviembre 2022)</b>	<b>SEMANA No 16 (28 nov. al 2 diciembre 2022)</b>
PRESENTACIÓN FINAL EN POWER POINT DE SUS TEMAS DE INVESTIGACIÓN	Entrega de Calificaciones a los alumnos

**EL PRESENTE CALENDARIO ESTARÁ SUJETO A CAMBIOS**