



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE**

**Datos de identificación**

Unidad académica: Facultad de Ciencias Marinas e Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Programa: Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera

Plan de estudios: 2021-1

Nombre de la unidad de aprendizaje: Ecofisiología del Fitoplancton Marino

Clave de la unidad de aprendizaje:

Tipo de unidad de aprendizaje: Optativa

Horas clase (HC):

2

Horas prácticas de campo (HPC):

0

Horas taller (HT):

1

Horas clínicas (HCL):

0

Horas laboratorio (HL):

1

Horas extra clase (HE):

0

Créditos (CR): 6

Requisitos:

**Perfil de egreso del programa**

El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera, tendrá una formación que le permita desarrollar una línea de investigación en las ciencias del mar de manera original e independiente con alta capacidad técnica y metodológica. Su formación le permitirá contribuir al avance del conocimiento científico y la solución de problemas emergentes del medio ambiente marino. El egresado del Programa de Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera será capaz de:

Evaluar el comportamiento integral de las condiciones oceanográficas y climatológicas, mediante la aplicación profesional del método científico incluyendo el trabajo interdisciplinario y multidisciplinario, así como su análisis crítico, para la implementación de estrategias innovadoras que resuelvan problemáticas emergentes regionales y globales para el aprovechamiento y protección del medio ambiente marino, con honestidad, responsabilidad social.

Evaluar los efectos de las variaciones físicas y climatológicas en las variables químico-biológicas que ocurren en el océano, mediante la generación y aplicación de metodologías y técnicas multidisciplinarias de análisis biogeoquímicos, para la implementación de acciones innovadoras e integrales de mitigación que permitan la protección y uso sostenible de los recursos naturales marinos, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.

Evaluar los componentes biológicos de un ecosistema, su relación y adaptación a las variables fisicoquímicas del ambiente y sus variaciones antrópicas, mediante la participación en equipos interdisciplinarios y multidisciplinarios, así como la generación de herramientas biotecnológicas innovadoras, para contribuir a la implementación de medidas de conservación y manejo de los recursos marinos fundamentadas en el valor de los bienes y servicios ambientales que brindan a los ecosistemas, con una actitud propositiva e innovadora y de responsabilidad social.

**Definiciones generales de la unidad de aprendizaje**

**Propósito general de esta unidad de aprendizaje:**

Esta unidad de aprendizaje tiene la finalidad de aportar al estudiante conocimientos sobre el papel del fitoplancton en el ecosistema marino, su relación y adaptación a las variables fisicoquímicas del ambiente y sus variaciones antrópicas, mediante análisis interdisciplinarios. Además, contribuye a que el estudiante pueda ponderar metodologías y herramientas especializadas

**Universidad Autónoma de Baja California**  
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

	para su estudio y contribuir al conocimiento de sus servicios ecosistémicos, con una actitud propositiva y de responsabilidad social.
<b>Competencia de la unidad de aprendizaje:</b>	Evaluar la composición taxonómica del fitoplancton y su papel en los ciclos biogeoquímicos, mediante referentes teóricos, análisis en laboratorio y estudios de caso, para adquirir herramientas y habilidades que le permitan aplicar metodologías y técnicas interdisciplinarias en el análisis de conexiones entre procesos fisicoquímicos y la variabilidad espacio-temporal del fitoplancton, con una actitud propositiva y responsabilidad social.
<b>Evidencia de aprendizaje (desempeño o producto a evaluar) de la unidad de aprendizaje:</b>	Portafolio de evidencias que incluye: (a) resúmenes de seis artículos científicos, (b) dos seminarios centrados en artículos científicos; (c) un reporte científico con base en los análisis de laboratorio y los conceptos revisados en las tres unidades.

<b>Temario</b>	
<b>I. Nombre de la unidad:</b> Conceptos generales de ecología del fitoplancton	<b>Horas: 8</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Analizar la composición taxonómica del fitoplancton marino, mediante referentes teóricos, uso de microscopio y estudios de caso, para evaluar la variabilidad espacio-temporal del fitoplancton, con una actitud propositiva y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
1.1. Conceptos y terminología básicas de la ecología del fitoplancton	
1.2. Clasificación taxonómica del fitoplancton	
1.3. Definición de grupos funcionales: su papel en los ciclos biogeoquímicos	
1.4. Técnicas para identificación taxonómica del fitoplancton	
<b>Prácticas (Laboratorio):</b>	<b>Horas: 4</b>
1. Uso de microscopio: Técnicas para cuantificar e identificar células fitoplanctónicas.	

<b>II. Nombre de la unidad:</b> Biomasa y pigmentos del fitoplancton	<b>Horas: 12</b>
<b>Competencia de la unidad:</b> Cuantificar la biomasa y pigmentos fotosintéticos en el fitoplancton marino, mediante análisis espectrofotométricos y cromatográficos de muestras de laboratorio, para describir la estructura taxonómica y evaluar la variabilidad espacio-temporal del fitoplancton, con una actitud analítica, propositiva y de responsabilidad social.	
<b>Tema y subtemas:</b>	
2.1. Cómo cuantificar biomasa del fitoplancton	
2.2. Pigmentos y su clasificación	
2.3. Técnicas de medición de la concentración de clorofila-a en el fitoplancton	
2.4. Cromatografía líquida de alta precisión (HPLC) para la medición de los pigmentos en el fitoplancton	
2.5. Pigmentos y quimiotaxonomía (CHEMTAX)	
2.6. Citometría de flujo para el estudio del fitoplancton marino	

**Universidad Autónoma de Baja California**  
 Coordinación General de Investigación y Posgrado

<p><b>Prácticas (laboratorio, taller):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cada estudiante procesará y analizará muestras sobre pigmentos fotosintéticos para inferir características de la comunidad fitoplanctónica que formarán parte de su reporte científico (6 hs).</li> <li>2. Cálculos de concentración de pigmentos (5 hs).</li> <li>3. Uso del programa para quimiotaxonomía CHEMTAX para, a partir de pigmentos, inferir los grupos fitoplanctónicos presentes (5 hs).</li> </ol>	<p><b>Horas: 16</b></p>
--	-------------------------

<p><b>III. Nombre de la unidad:</b> Producción primaria y factores limitantes del crecimiento del fitoplancton</p>	<p><b>Horas: 12</b></p>
--	-------------------------

**Competencia de la unidad:** Analizar los procesos bioquímicos que definen la producción primaria del fitoplancton, mediante referentes teóricos, estudios de caso y un reporte científico, para establecer conexiones entre procesos fisicoquímicos, la variabilidad espacio-temporal del fitoplancton y su papel en el clima, con una actitud propositiva, analítica y de responsabilidad social.

<p><b>Tema y subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. El proceso fotosintético: bases bioquímicas</li> <li>3.2. Coeficiente de absorción de luz por el fitoplancton: mecanismos que lo regulan y métodos de medición</li> <li>3.3. La fluorescencia en el proceso fotosintético</li> <li>3.4. Producción primaria: definición y métodos de medición</li> <li>3.5. Factores que determinan la variabilidad de la producción primaria en espacio y tiempo.</li> <li>3.6. Sucesiones fitoplanctónicas en ambientes costeros y oceánicos (estuarios, lagunas costeras, bahías, plataforma continental, océano abierto)</li> <li>3.7. El fitoplancton y la bomba biológica</li> <li>3.8. El fitoplancton y su relación con la variabilidad climática</li> </ol>
---

<p><b>Prácticas (laboratorio, taller):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cada estudiante procesará y analizará muestras para estimar el coeficiente de absorción de luz por el fitoplancton, que formarán parte de su reporte científico (6 hs).</li> <li>2. Lectura de estudios de caso relacionados a los temas vistos en la unidad, análisis y debate en seminarios (6hs).</li> </ol>	<p><b>Horas: 12</b></p>
--	-------------------------

**Estrategias de aprendizaje utilizadas:**

El estudiante ejercitará su capacidad de comprensión de los temas vistos en clase, mediante el análisis de artículos científicos, presentaciones orales de estudios de caso revisados en artículos científicos y la discusión grupal en clase. Al finalizar la unidad de aprendizaje presentará un reporte científico de manera oral y escrita en el que se analice un caso práctico con las muestras que fueron procesadas en laboratorio.

<p><b>Criterios de evaluación:</b></p> <p>La evaluación del desempeño de los estudiantes se llevará a cabo siguiendo los siguientes criterios:</p> <p>Tres exámenes parciales..... 30%</p> <p>Seminarios .....20%</p> <p>Resúmenes.....10%</p> <p>Reporte científico..... 40%</p>
---

Total.....100%

**Observaciones:**

El alumno entregará tres resúmenes de artículos científicos en la unidad 1 y tres resúmenes en la unidad 3. Realizará un seminario centrado en un artículo científico en la unidad 1 y un seminario en la unidad 3. El reporte científico al final de la unidad de aprendizaje consistirá en la resolución de un caso práctico utilizando como base las muestras analizadas en laboratorio y los conceptos revisados en las tres unidades. Se aplicarán tres exámenes escritos, uno por unidad.

**Criterios de acreditación:**

- El estudiante debe cumplir con lo estipulado en el Estatuto Escolar vigente u otra normatividad aplicable.
- Calificación en escala de 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 70.

**Bibliografía:**

Behrenfeld, M.J., O'Malley, R.T., Boss, E.S., Westberry, T.K., Graff, R.J., Halsey, K.H., Milligan, A.J., Siegel, D.A. & Brown, M.B. (2015) *Revaluating ocean warming impacts on global phytoplankton*. Nature Climate 6(3), 323-330.

Blankenship, R.E. (2014). *Molecular mechanisms of photosynthesis* (2a. ed.). USA: Wiley Blackwell. [clásico]

Jeffrey, S.W., Mantoura, R. F. C. & Wright, S. W. (1997). *Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods*. Paris: UNESCO Publishing. [clásico]

Mackey, M.D., Mackey, D.J., Higgins, H.W. & Wright, S.W. (1996). *CHEMTAX - a program for estimating class abundances from chemical markers: application to HPLC measurements of phytoplankton*. Mar Ecol Prog Ser, 144, 265–283. [clásico]

O'Brien, T. D., Lorenzoni, L., Isensee, K. & Valdés, L. (eds). (2017). *What are Marine Ecological Time Series telling us about the ocean? A status report*. IOC Technical Series (No. 129, pp. 297). Paris: IOC-UNESCO.

Ramirez-Altamirano, Y.L. (2019). *Caracterización bio-óptica de la Bahía de Todos Santos (Ensenada, Baja California)*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Marinas, UABC.

Rojas-Sánchez, D.Y. (2018). *Tintinidos (Caliophora tintinnida) como indicadores de masas de agua superficiales*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Marinas, UABC. 72p.

Suggett, D.J., Prasil, O. & Borowitzka, M. (2010). *Chlorophyll a Fluorescence in Aquatic Sciences: Methods and Applications*. Serie Developments in Applied Phycology, 4. USA: Springer. [clásico]

Thomas, C. (2012). *The HPLC Method*. En: The Fifth SeaWiFS HPLC Analysis Round-Robin Experiment (SeaHARRE-5). [clásico] .  
[https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/docs/technical/SeaHARRE5\\_HookerEtAl2012.pdf](https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/docs/technical/SeaHARRE5_HookerEtAl2012.pdf).

World Ocean Assessment (2016) *First global integrated marine assessment (First world ocean 857 assessment)*.  
[http://www.un.org/Depts/los/global\\_reporting/WOA\\_RegProcess.htm](http://www.un.org/Depts/los/global_reporting/WOA_RegProcess.htm).

**Nota:**

Consultar la serie "High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) Round-Robin". En: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/docs/technical/>

Se recomienda actualizar regularmente la selección de artículos científicos.

Se recomienda consultar las revistas:

- Journal of Plankton Research (Oxford Academic)
- Limnology and Oceanography (Wiley)
- Global Biogeochemical Cycles (AGU)
- Ciencias Marinas

**Fecha de elaboración / actualización:** Agosto, 2020.

**Perfil del profesor:** Contar con el grado de doctor en ciencias, al menos dos años de experiencia docente y experiencia comprobable en el campo de la Oceanografía Biológica y Ecología y fisiología del fitoplancton marino.

**Universidad Autónoma de Baja California**  
Coordinación General de Investigación y Posgrado

Nombre(s) y firma(s) de quién(es) diseñó(aron) el Programa de Unidad de Aprendizaje:

Dr. Eduardo Santamaria del Ángel  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Ecología del fitoplancton

Dra. Adriana González Silvera  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Ecología del fitoplancton

Dr. Jorge López Calderón  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Ecología del fitoplancton

Nombre y firma de quién autorizó el Programa de Unidad de Aprendizaje:

Dra. Lus Mercedes López Acuña  
Directora de la Facultad de Ciencias Marinas  
Profesor de Tiempo Completo  
FCM, CA de Biotecnología Acuícola Animal

Dr. Alejandro Cabello Pasini  
Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Botánica Marina

Nombre(s) y firma(s) de quién(es) evaluó/revisó(evaluaron/ revisaron) de manera colegiada el Programa de Unidad de Aprendizaje:

Dr. José A. Zertuche González  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Botánica marina

Dr. Jose Sandoval Gil  
Investigador de Tiempo Completo  
IIO, CA de Botánica marina