

OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA I

Asignatura colegiada, 7 créditos, impartida el tercer cuatrimestre de cada ciclo escolar.

El programa de la asignatura está organizado en cuatro módulos temáticos, bajo la responsabilidad, cada uno, de un investigador Cinvestav. Con el propósito de homogeneizar criterios y de contar con un referente común, la asignatura está organizada con base en el texto de referencia:

Lalli, CM y Parsons TR (1997). *Biological Oceanography, An Introduction*. 2nd ed. The Open University Set Book. Butterworth-Heinemann, Oxford.

Los investigadores, módulos y capítulos del programa, los cuales se corresponden a los capítulos del libro de referencia, son los siguientes:

Dr. José Quinatzin García Maldonado

CAPÍTULO 1. HISTORIA DE LA OCEANOGRAFÍA Y CLASIFICACIÓN DE LOS AMBIENTES Y ORGANISMOS MARINOS

- 1.1. Propiedades especiales que afectan la vida en el mar.
- 1.2. Clasificación de los ambientes y los organismos marinos.
- 1.3. Términos y conceptos ecológicos básicos.
 - 1.3.1. La selección r y k.
- 1.4. El desarrollo histórico de la Oceanografía Biológica.

CAPÍTULO 2. EL AMBIENTE ABIÓTICO

- 2.1 Radiación solar.
- 2.2 Temperatura.
- 2.3 Salinidad.
 - 2.3.1. Intervalos y distribución de la salinidad.
 - 2.3.2. Importancia biológica de la salinidad.
- 2.4 Densidad.

2.5 Presión.

2.6 Corrientes superficiales.

2.6.1. Importancia biológica de las corrientes.

Evaluación

Se considera la presentación de un examen (50%), un seminario relacionado con algunos de los tópicos (30%), tareas (20%).

Dr. Jorge Alfredo Herrera Silveira

3. PRODUCCIÓN PRIMARIA

3.1. Introducción al fitoplancton.

3.1.1. Grupos y especies.

3.1.2. Métodos de muestreo, colecta y análisis.

3.2. Producción y productividad.

3.3. Controles de la productividad (físicos, químicos y biológicos).

3.4. Productividad global.

3.4.1. Florecimientos algales nocivos: el caso Yucatán.

3.5. Otros productores primarios.

3.5.1. Manglares: ecología y restauración.

3.5.1.1 Métodos de muestreo, colecta y análisis.

3.5.1.2 Principios de restauración de manglares y Servicios ecosistémicos.

3.5.2. Pastos Marinos: Ecología.

3. 5.2.1 Métodos de muestreo, colecta y análisis.

3.6. Principios de eutrofización.

3.7. Ecosistemas costeros y sus impactos.

3.8. Cambio Climático, mitigación, adaptación, vulnerabilidad y carbono azul.

4. GENERALIDADES DEL ZOOPLANCTON

4.1. Clasificación.

4.2. Colecta.

4.3. Distribución vertical.

4.4. Zoogeografía.

Desarrollo del curso

Si bien el curso toma como base el libro del Lali y Parson (1997), se complementa con otros temas para enriquecer el contenido relacionado con los ecosistemas costeros, referencias que enriquecen la información (Day et al., 2012; Hemminga y Daurte, 2000; Kennish y Paerl 2010; Mitsch y Gosselink 2000, Lugo y Snedaker 1999).

El curso está conformado por sesiones teóricas, seminarios de artículos, prácticas de laboratorio o ensayos, y con posibilidades de una salida al campo (zona costera). El objetivo es el que el estudiante conozca los métodos y análisis más usados para el estudio de los productores primarios y zooplancton, así como la interpretación de resultados.

Trabajo de laboratorio/Ensayo

Si las condiciones lo permiten, se realiza una práctica de laboratorio de cada componente que son:

-Fitoplancton, Pastos marinos, Manglares, Productividad primaria, Zooplancton

En cada una de las prácticas los estudiantes tienen la oportunidad de analizar muestras y/o datos, para redactar un informe que integre los aspectos teóricos y prácticos de cada tema.

En cada práctica el estudiante recibe asesoría en cuanto al material, muestras, análisis y redacción de informe.

Sin embargo, si no hay posibilidades de hacer la práctica de laboratorio, se sustituye esta actividad con el desarrollo de un *Ensayo* por equipo. Este ensayo es una revisión bibliográfica del estado del conocimiento de los productores primarios (Fitoplancton, Pastos marinos, Manglares) en México. Se les proporciona las directrices del ensayo como: intervalo de años de la literatura, región o

regiones a analizar, temas específicos a abordar. El objetivo es que se entrenen en la búsqueda, análisis, síntesis de información, y redacción de este tipo de documentos. Al final del periodo de este módulo, entregan documento y se hace una presentación oral por grupo.

Seminario

Para que el estudiante se familiarice con la búsqueda, lectura, síntesis y presentación de una investigación completa, cada estudiante selecciona un artículo publicado de los temas: Fitoplancton, Pastos marinos, Manglares, que no sea anterior a cinco años del presente. Al final del periodo de este módulo, se hace una presentación oral individual.

Evaluación

Examen: 30%; Practica de laboratorio o ensayo: 50%; Seminario articulo: 20%

Referencias

- Day, J.W., Kemp M., Yañez-Arancibia A., Byron C. 2012. Estuarine Ecology, 2nd Edition. John Wiley & Sons, 568p.
- Hemminga, M. A., and C. M. Duarte. 2000. Seagrass Ecology. Cambridge University Press, 298p.
- Kennish, M. J. and Paerl H.W. (Editors).Coastal Lagoons: Critical Habitats Of Environmental Change. CRC Press, Boca Raton, 558p.
- Lalli, CM & TR Parsons .1997. Biological Oceanography. An Introduction, (Second Edition).
- Phillips, R.C., and Mcroy, C.P. (Eds.).1990. Seagrass Research Methods. Unesco, Paris. 1990. 210 p.
- Snedaker S.C., and Snedaker J.G. (Eds.).1984. The Mangrove Ecosystem: Research Methods. Unesco, Paris, 251 p.
- William J., Mitsch, J., and Gosselink, G. (Eds.). 2007. Wetlands, 4th Edition, Wiley, 600 p.

Dr. Pedro Luis Ardisson Herrera

CAPÍTULO 7. BENTOS

7.1 Flora bentónica.

7.1.1. Medidas de producción bentónica primaria.

7.1.1 Medidas de producción primaria bentónica.

7.2 Fauna bentónica.

7.2.1. Sistemática y biología.

7.2.2. Muestreo y medidas de producción.

7.2.1 Sistemática y biología.

7.2.2 Muestreo y medidas de producción.

7.3. Determinantes de estructura de la comunidad bentónica.

CAPÍTULO 8. COMUNIDADES BENTÓNICAS

8.1 Ambientes intermareales.

8.1.1. Mareas.

8.1.2. Condiciones ambientales y adaptaciones de los organismos intermareales.

8.2 Costas rocosas intermareales.

8.2.1. Zonación.

8.2.2. Relaciones tróficas y el papel del pastoreo y la predación en la determinación de estructura comunitaria.

8.3 Bosques de *Kelp*.

8.4 Playas arenosas.

8.4.1. Características ambientales.

8.4.2. Composición de especies.

8.5 Estuarios.

8.6 Arrecifes coralinos.

8.6.1. Distribución y factores limitantes.

- 8.6.2. Estructura coralina.
- 8.6.3. Diversidad de especies.
- 8.6.4. Nutrición y producción.
- 8.6.5. Estimaciones de producción.
- 8.6.6. Formación y crecimiento.
- 8.6.7. Patrones de zonación.
- 8.7 Pantanos de manglar.
 - 8.7.1. ¿Qué son los manglares?
 - 8.7.2. Características ecológicas.
 - 8.7.3. Importancia y usos.
- 8.8 Ecología de mares profundos.
 - 8.8.1. Composición faunística.
 - 8.6.2. Diversidad de especies.
 - 8.6.3. Biomasa.
 - 8.6.4. Fuentes de alimento.
 - 8.6.5. Tasas de producción biológica.
 - 8.6.6. Perspectivas futuras.
- 8.9 Ventilas hidrotérmicas y emanaciones frías.
 - 8.9.1. Producción quimiosintética.
 - 8.9.2. Fauna de ventílas hidrotermales.
 - 8.9.3. Ventílas hidrotermales y emanaciones de agua fría.
 - 8.9.4. Características únicas de las comunidades ricas en sulfuros.

Desarrollo del curso

Adicionalmente al libro de referencia, el curso se complementa con otras referencias bibliográficas, básicas y recientes, para enriquecer el contenido de los Capítulos 7 y 8 que corresponden al tema del módulo Bentos; las referencias básicas se proporcionan en la sección de Referencias y las referencias recientes se proporcionarán en su momento para cada tema. La lectura y análisis del Capítulo 9, así como de otras secciones específicas del libro, las cuales se les indicará en su oportunidad, es deseable.

Los objetivos de este módulo del curso, acorde con los temas examinados, son (i) familiarizarse con la fauna y flora bentónicas, (ii) los ambientes en los que éstas se desarrollan y (iii) los factores, procesos y mecanismos que las regulan.

El presente módulo totaliza del orden de 18 horas en 11 sesiones teóricas. A esto se adicionan 4 horas de sesiones prácticas de laboratorio - por semana -, en conformidad con el número de créditos que otorga la asignatura.

Para la asimilación adecuada del curso, es imperativo que la materia relativa a cada sesión se prepare con antelación a la fecha prevista para su análisis y discusión.

Facilidades de laboratorio

Laboratorio de Bentos (G-23).

Personal de apoyo: Auxiliar Académico: Ma. Teresa Herrera Dorantes y colaboradores.

Horario: El indicado en el programa de clases para el cuatrimestre vigente (sesiones teóricas); el horario de las sesiones prácticas se define de común acuerdo entre los estudiantes y el responsable del módulo, en función del número de estudiantes y la disponibilidad del laboratorio.

Actividades

Las actividades prácticas consisten en el análisis de temas complementarios a los temas abordados en las sesiones teóricas con el propósito de familiarizarse con el procesamiento de muestras, la identificación taxonómica de especies, las estimaciones de biomasa y producción y las adaptaciones de las especies a su hábitat. La información obtenida permitirá responder a preguntas de investigación relevantes sobre el tema.

Evaluación del curso

Participación (15%), Tareas individuales (15%), Tareas de grupo (20%), Prácticas de laboratorio (20%), Examen (30%). Si las condiciones sean propicias, se efectuará una salida de trabajo de campo en zona costera.

Referencias clásicas

- Benedetti-Cecchi L. 2006. Understanding the consequences of changing biodiversity on rocky shores: How much have we learned from past experiments? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 338: 193–204
- Blackall LL, Wilson B, van Oppen MJH. 2015. Coral—the world’s most diverse symbiotic ecosystem. *Molecular Ecology* 24: 5330–5347
- Danovaro R, Snelgrove PVR, Tyler P. 2014. Challenging the paradigms of deep-sea ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 29: 465-475
- Dauvin J-C. 2018. Twenty years of application of Polychaete/Amphipod ratios to assess diverse human pressures in estuarine and coastal marine environments: A review. *Ecological Indicators* 95: 427–435
- Defeo O, McLachlan A, Schoeman DS, Schlacher TA, Dugan J, Jones A, Lastra M, Scapini F. 2005. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 1–12
- Downing JA. 2014. Limnology and oceanography: two estranged twins reuniting by global change. *Inland Waters* 4: 215-232
- Dolbeth M, Cusson M, Sousa R, Pardal MA. 2012. Secondary production as a tool for better understanding of aquatic ecosystems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 69: 1230-1253
- Elliott, J.M. 1983. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication No 25. Titus Wilson & Son Ltd Kendal. The Ferry House, Ambleside.
- Eleftheriou, A (ed.). 2013. *Methods for the study of marine benthos*. Fourth Edition. Wiley-Blackwell, Chichester.

- Ellison AM. 2008. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research* 59: 2–15
- Estes JA, Tinker MT, Williams TM, Doak DF. 1998. Killer whale predation on sea otters linking oceanic and nearshore ecosystems. *Science* 282: 473-476
- Gambi MC, Dappiano M (Eds). 2004. *Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study*. Società Italiana di Biologia Marina. Genova.
- Kintisch E. 2013. A Sea Change for U.S. Oceanography. *Science* 339: 1138-1143
- Menge BA, Lubchenco J, Bracken MES, Chan F, Foley MM, Freidenburg TL, Gaines SD, Hudson G, Krenz C, Leslie H, Menge DNL, Russell R, Webster MS. 2003. Coastal oceanography sets the pace of rocky intertidal community dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 12229-12234
- Schrope M. 2007. Killer in the kelp. *Nature* 445: 703-705
- Snelgrove P. 2002. Marine communities. *Nature, Encyclopedia of Life Sciences*. Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group. pp. 1-8.
- Flannery E, Przeslawski R. 2015. Comparison of sampling methods to assess benthic marine biodiversity: Are spatial and ecological relationships consistent among sampling gear? *Record* 2015/07. Geoscience Australia, Canberra.

Dra. Ma. Eugenia Vega-Cendejas

CAPÍTULO 5. FLUJO DE ENERGÍA Y CICLOS MINERALES

5.1. Cadenas alimenticias y transferencia de energía

5.2. Tramas alimenticias

5.2.1. Loop mibrobial

5.3. Producción secundaria

5.3.1. Estudios de campo

5.3.2. Oceanografía biológica experimental

5.4. Producción marina y terrestre

5.5. Ciclos minerales: nitrógeno, carbono, sílice

CAPÍTULO 6. NECTON Y OCEANOGRAFÍA PESQUERA

6.1. Crustáceos nectónicos

6.2. Cefalópodos nectónicos

6.3. Reptiles marinos

6.4. Mamíferos marinos

6.5. Aves marinas

6.6. Peces marinos

6.6.1. Migraciones de peces

6.7. Pesquería y oceanografía pesquera

6.7.1. Capturas mundiales y manejo pesquero

6.7.2. Fluctuaciones en la abundancia de los stocks pesqueros

6.8. Maricultura

Desarrollo del curso

El curso toma como base el libro del Lali y Parson (1997) y se complementa con otras referencias que enriquecen la información (Herfman et al., 1997; Carrier et al., 2004; Miller, 2005; Belgrano et al., 2006, Morell, 2019, Mender, 2024).

Está conformado por sesiones teóricas, una salida al campo (zona costera), cuando esto es posible, que tiene como objetivo que los estudiantes se familiaricen con la obtención de registros hidrológicos, realización de metodologías de campo para el estudio de cada uno de los componentes bióticos, integración de resultados y análisis de información con la entrega de un reporte al final del curso.

Sin embargo, cuando esto no es posible por cuestiones de presupuesto, se trata de que los estudiantes se familiaricen con algunas metodologías de laboratorio. Para ello se les proporcionan

ejemplares de peces de una localidad determinada. Los ejemplares deben de ser identificados a nivel de especie utilizando las claves específicas (Fischer 1978; Whitehead 1985; Castro-Aguirre and Espinosa-Pérez 1996; Hoese and Moore 1998; McEachran and Fechhelm 1998, 2005; Castro-Aguirre et al. 1999; Carpenter 2002a; Carpenter 2002b), y su clasificación sistemática de acuerdo con Esmeyer (2024). Posteriormente realizan el registro individual del peso y longitud estándar, junto con la elaboración de las bases de datos correspondiente. Para ello se les proporciona la asesoría en cuanto al análisis taxonómico y ecológico de las poblaciones registradas y su integración con los otros componentes de la comunidad y zona de estudio. Esta parte se realiza en el laboratorio de Taxonomía y Ecología de Peces con el apoyo de la Biól. Mirella Hernández de Santillana y la M. en C. María Blanqueto. En el caso de que no se haya realizada salida al campo, los estudiantes analizan los contenidos estomacales de los algunos ejemplares de las especies identificadas, cuantificando numéricamente y por peso las presas registradas a la categoría taxonómica más bajo posible. Con esta información, los estudiantes realizan un reporte el cual es considerado para su evaluación.

Evaluación

Para una evaluación global y no subjetiva, se considera la presentación de un examen (35%), un seminario relacionado con algunos de los tópicos del temario (30%), y una práctica de campo o bien el trabajo del laboratorio con la entrega de su reporte final (35%).

Referencias básicas

Belgrano A., U. M Scharler, J. Dunne, y R. Ulanowicz (Eds.). 2006. Aquatic Food webs. An ecosystem approach. Oxford.

Castro-Aguirre JL, Espinosa-Pérez H. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo Sistemático de las Rayas y Especie Afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D. F.

Carpenter KE (Ed). 2002a. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome. FAO, pp. 601-1374.

- Carpenter KE (Ed). 2002b. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. FAO, pp. 1375-2127.
- Carrier, C. J., J. A. Musick y M. R. Heithaus. (Eds.). 2004. Biology of sharks and their relatives. CRC Press, New York, Washington.
- Castro-Aguirre JL, Espinosa-Pérez H, Schmitter-Soto JJ. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Ed. Limusa, México.
- Fischer W. 1978. FAO Species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic. Vols. I-V. FAO, Rome
- Helfman, S. G., B. B. Collete y D. E. Facey. 1997. The diversity of fishes. Blackwell Science.
- Hoese HD, Moore RH. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico: Texas, Louisiana and Adjacent Waters. Texas A&M University Press, USA.
- Lalli, CM & TR Parsons .1997. Biological Oceanography. An Introduction, (Second Edition).
- McEachran JD, Fechhelm JD (2005) Fishes of the Gulf of Mexico. Volume II, Scorpaeniformes to Tetraodontiformes. Austin, University of Texas Press.
- Mender, S. 2024. Biological Oceanography: An Introduction. Elsevier Science. Tercera Edición
- Miller, Ch. 2005. Biological Oceanography. Blackwell Publishing.
- Morell, V. 2019. Becoming a Marine Biologist. Simon & Schuster.
- Nelson JS. 2006. Fishes of the world. John Wiley & Sons, USA.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & R. van der Laan (eds) 2025. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, sp.
(<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).
Electronic version accessed 26/febrero/2025.
- Whitehead PJP. 1985. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. FAO Rome, Pt. 1: 303p
