



**TOMO Iib. PROGRAMAS DE ACTIVIDADES  
ACADÉMICAS – ASIGNATURAS OPTATIVAS  
*(Aprobadas a partir enero 2016)***

**POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

## ÍNDICE DE LOS PROGRAMAS

ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL.....	4
(PALEO) BIOINDICADORES LACUSTRES NEOTROPICALES.....	7
BIOTECNOLOGÍA ACUÍCOLA.....	11
CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TIERRA.....	15
CAMBIO GLOBAL Y CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA MEXICANA.....	19
CONDUCTA ANIMAL: ANIMALES ACUÁTICOS.....	23
DE LA REPRODUCCIÓN DE CORALES A LA RESTAURACIÓN DE ARRECIFES.....	26
ECOFISIOLOGÍA APLICADA.....	29
ECOLOGÍA DE ORGANISMOS MARINOS Y DULCEACUÍCOLAS.....	34
ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOGEOQUÍMICA MARINA.....	37
ESTIMACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	42
EVALUACIÓN DE COMUNIDADES BENTÓNICAS ARRECIFALES POR MEDIO DE VIDEOTRANSECTOS.....	45
GESTIÓN Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE ZONAS COSTERAS-MARINAS.....	53
HERRAMIENTAS GEOQUÍMICAS, ISOTÓPICAS Y MICROPALÉONTOLOGÍAS PARA EL ESTUDIO DEL CAMBIO GLOBAL (GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA SEDIMENTARIA).....	57
INDICADORES ECOLÓGICOS PARA ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS.....	61
INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA CON R APLICADA A LAS CIENCIAS DEL MAR.....	64
INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE SEÑALES E IMÁGENES APLICADO A LAS CIENCIAS DEL MAR.....	68
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SENSORES REMOTOS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA ZONA COSTERA.....	72
LIMNOECOLOGÍA: BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS EPICONTINENTALES.....	76
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ESTADÍSTICA.....	81

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN, PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TOXINAS MARINAS.....	84
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN LIMNOLÓGICA Y COSTERA.....	89
MÉTODOS NUMÉRICOS.....	94
MODELADO DE NICHOS ECOLÓGICOS Y ÀREAS DE DISTRIBUCIÓN.....	97
PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE SENSORES REMOTOS EN ZONAS COSTERAS Y OCEÁNICAS.....	102
PROCESOS HIDRODINÁMICOS QUE REGULAN LA PRODUCTIVIDAD PLANCTÓNICA EN EL OCÉANO.....	105
PROGRAMACIÓN EN PERL PARA APLICACIONES EN BIOINFORMÁTICA.....	110
RADIOCRONOLOGIA SEDIMENTARIA PARA EL ESTUDIO DEL CAMBIO GLOBAL Y CLIMÁTICO.....	113
SEMINARIO SOBRE SIMBIOSIS.....	116
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU VALOR ECONÓMICO.....	118
TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR PARA LA ECOLOGÍA MICROBIANA.....	122

## PROGRAMA DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

### 1) ENCABEZADO

#### PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO: (Señalar el campo de conocimiento del PCML en el cual se inserta; para uno o más campos de conocimiento).

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

### 11) SIN SERIACIÓN

#### 12) OBJETIVO GENERAL

El alumno conocerá las herramientas analíticas disponibles para la determinación cuantitativa y cualitativa de contaminantes en aire, agua y suelos-sedimentos. Aprenderá la aplicación de cada una de las técnicas analíticas a los distintos sistemas en el medio ambiente. El alumno será capaz de decidir el tipo de pre-tratamiento necesario para el análisis de una muestra ambiental. También conocerá los fundamentos y conceptos de aseguramiento de calidad al hacer un análisis ambiental con cualquiera de las técnicas analíticas.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. El alumno entenderá la importancia de generar datos de calidad y las herramientas a su alcance para generar y determinar la calidad de datos en el laboratorio.
2. El alumno conocerá las técnicas de análisis en el laboratorio más comunes y podrá experimentar algunas técnicas con el equipo especializado para ello.
3. El alumno identificará las distintas matrices ambientales y conocerá los retos analíticos en cada una de éstas. Asimismo entenderá cuales son las variables fisicoquímicas más importantes que se deben medir en cada una de las matrices ambientales.

### 13) TEMARIO:

Parte I. Fundamentos y conceptos de aseguramientos de calidad en el laboratorio analítico. (24 hrs teoría).

1. Conceptos generales. Tipos de errores, exactitud y precisión, población y muestreo (4 hrs teoría).
2. Medidas de tendencia central, de dispersión, intervalos de confianza cartas control. Ejercicios prácticos. (4 hrs teoría).
3. Pruebas de hipótesis, pruebas de valores aberrantes. Ejercicios prácticos. (4 hrs teoría).
4. Regresión lineal simple y su aplicación a curvas de calibración, cifras significativas. Ejercicios prácticos. (4 hrs teoría).
5. Características de desempeño del método. Parámetros de validación, controles de calidad internos. Reporte de resultados. (4 hrs teoría).
6. Examen. Plan de análisis y muestreo (PAM). (4 hrs teoría).

Parte II. Métodos instrumentales de análisis. (6 hrs teoría; 16 hrs práctica)

1. Técnicas de identificación. Espectrofotometrías; Métodos analíticos en campo. Métodos de Rayos X; Espectrometría de masas; métodos electroquímicos. (4 hrs práctica).
  - 1.1. Práctica de espectrofotometría ultravioleta. (4 hrs práctica).
2. Separación de compuestos.- Cromatografía de gases, electroforesis capilar. Cromatografía de líquidos. (4 hrs teoría).
  - 2.1. Práctica de cromatografía gases acoplada a espectrometría de masas. (4 hrs práctica).
3. Métodos básicos de pre-tratamientos de muestras.- Extracciones (agitación continua, soxhlet, ultrasónica, microondas), digestiones (ácidas, microondas, enzimáticos). (2 hrs teoría).
  - 3.1. Práctica preparación de muestras. (4 hrs práctica).

Parte III. Análisis fisicoquímico en los diferentes sistemas del medio ambiente. (18 hrs teoría)

1. Agua.- Desperdicios con demanda biológica de oxígeno; partículas suspendidas; agentes causantes de infecciones; agentes químicos inorgánicos y minerales, agentes orgánicos y aceites; sustancias radioactivas. (4 hrs teoría).
2. Aire.- Óxidos de carbono; óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, oxidantes fotoquímicos; partículas naturales y artificiales. (4 hrs teoría).
3. Suelos y sedimentos.- Plaguicidas, desechos radioactivos; metales; hidrocarburos. (4 hrs teoría).
4. Seminarios. Presentación y discusión de caso ambiental. (4 hrs teoría).
5. Exámen. (2 hrs teoría).

### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Analytical Methods Committee. Recommendations for the Definition, Estimation and Use of the Detection Limit. Analyst, February 1987, Vol. 112, 199-204, UK.
2. Eurachem. 1998. Métodos analíticos adecuados a su propósito. Guía de laboratorio para validación de métodos y tópicos relacionados. Traducido por CENAM.
3. IUPAC. 1995. Harmonized Guidelines for International Quality Control in Analytical Chemistry Laboratories. Pure and Appl. Chem. Vol. 67, No. 4, 649-666.
4. Miller J.C. y J.N. Miller. 1993. Estadística para química analítica. 2ª. Ed. Addison Wesley Iberoamericana. México.
5. Yaron B. y Calvet R. Soil Pollution: Process and Dynamics; Springer-Verlag; 1990.
6. Miller G.T. y Armstrong P.; Living in the Environment; Wadsworth International Group; Belmont, California; 1982.
7. Willard H.H.; Merrit L.L.; Dean J.A.; Settle F.A.; Métodos Instrumentales de Análisis; Grupo Editorial Iberoamericano; México; 1988.
8. Pérez-Bendito D. y Rubio S.; Environmental Analytical Chemistry, Volume 32; Elsevier Science 1st Edition; 1999.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Popek E.; Sampling and Analysis of Environmental Chemical Pollutants; Academia Press; San Diego California, USA; 2003.
2. Smith K.A. and Cresser M.S.; Soil and Environmental Analysis. Modern Instrumental Techniques; Marcel Dekker; Ney York, USA; 2004.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Una gran cantidad de proyectos de investigación involucra el trabajo en el laboratorio y aun cuando los alumnos tengan alguna experiencia en el laboratorio, no reconocen el control de calidad en la generación de datos. Asimismo, los alumnos (e inclusive los tutores) en pocas ocasiones tienen conocimiento de las técnicas analíticas a su alcance para lograr los objetivos de sus investigaciones en las distintas matrices ambientales. El curso está enfocado a dar a los alumnos herramientas para su investigación que involucre estudios en las distintas matrices ambientales. Es por ello que ésta materia se considera fundamental para una variedad de líneas de investigación.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor debe tener el grado mínimo de maestría o la experiencia laboral equivalente con conocimientos de química analítica y/o procesos biogeoquímicos de los contaminantes en las distintas matrices ambientales.

## **PROGRAMA DE (PALEO) BIOINDICADORES LACUSTRES NEOTROPICALES**

### 1) ENCABEZADO

#### **PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

### 2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **(PALEO) BIOINDICADORES LACUSTRES NEOTROPICALES.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intersemestral (intensivo previo, junio cada año).

### 6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_\_; Geología Marina \_\_; Limnología X; Oceanografía Física \_\_;  
Química Acuática: \_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

### 11) SIN SERIACIÓN

### 12) OBJETIVO GENERAL:

Introducir a los estudiantes a los principales grupos de bioindicadores lacustres (ostrácodos, cladóceros, diatomeas, tecamebas, quironómidos, polen, partículas de carbón, entre otros) que se utilizan en estudios actuales, paleolimnológicos y paleoclimáticos, por su excelente preservación en sedimentos lacustres y alta sensibilidad a cambios ambientales.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Proporcionar información básica (biología, ecología, distribución, morfología, taxonomía) y diferentes métodos de colecta en el campo para todos los bioindicadores utilizados en nuestro grupo de investigación, que incluyen los ostrácodos, cladóceros, diatomeas, tecamebas, quironómidos, polen, partículas de carbón, etc. A través del trabajo en el laboratorio los estudiantes se familiarizarán con los organismos actuales y fósiles de los distintos grupos de bioindicadores. Mediante presentaciones y discusiones de artículos científicos y trabajo en equipo, los estudiantes conocerán su aplicación en estudios actuales, paleoambientales, y paleoclimáticos. Dar a conocer las pruebas estadísticas más comunes en estudios actuales y paleoambientales, para así brindar a los estudiantes todas las herramientas para poder llevar a cabo estudios de este tipo.

### 13) TEMARIO:

- I. Introducción a los bioindicadores acuáticos y (paleo) limnología. (5 hrs)
- II. Ostrácodos. (6 hrs):
  1. Introducción al grupo: morfología, biología, ecología y distribución. (2 hrs)
  2. Los ostrácodos como indicadores (paleo) ambientales y (paleo) climáticos. (2 hrs)
  3. Práctica: Taxonomía, observación e identificación en el laboratorio. (2 hrs)
- III. Cladóceros. (6 hrs):
  1. Introducción al grupo: morfología, biología, ecología y distribución. (2 hrs)
  2. Los cladóceros como indicadores (paleo) ambientales y (paleo) climáticos. (2 hrs)
  3. Práctica: Taxonomía, observación e identificación en el laboratorio. (2 hrs)
- IV. Diatomeas. (6 hrs):
  1. Introducción al grupo: morfología, biología, ecología y distribución. (2 hrs)
  2. Las diatomeas como indicadores (paleo) ambientales y (paleo) climáticos. (2 hrs)
  3. Práctica: Taxonomía, observación e identificación en el laboratorio. (2 hrs)
- V. Tecamebas. (6 hrs):
  1. Introducción al grupo: morfología, biología, ecología y distribución. (2 hrs)
  2. Las tecamebas como indicadores (paleo) ambientales y (paleo) climáticos. (2hrs)
  3. Práctica: Taxonomía, observación e identificación en el laboratorio. (2 hrs)
- VI. Quironómidos. (6 hrs):
  1. Introducción al grupo: morfología, biología, ecología y distribución. (2 hrs)
  2. Los quironómidos como indicadores (paleo) ambientales y (paleo) climáticos. (2 hrs)
  3. Práctica: Taxonomía, observación e identificación en el laboratorio. (2 hrs)
- VII. Polen y partículas de carbón. (6 hrs)
  1. Teoría. (3 hrs)
  2. Práctica. (3 hrs)
- VIII. Técnicas utilizadas en el campo. (5 hrs)
- IX. Estadística, software R. (12 hrs)
  1. Introducción al uso de R.
  2. Principales pruebas estadísticas utilizadas en estudios (paleo) ecológicos.
- X. Lectura artículos científicos, discusión y presentación. (4 hrs)
- XI. Discusión y preguntas finales. (2 hrs)

### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Bennett K.D., K.J. Willis. 2001. Pollen. In J.P. Smol, H.J. Birks, W.M. Last (eds). Tracking environmental change using lake sediments. Volumen 3: Terrestrial, algal, and siliceous indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 5-32.
2. Borcard D., F. Gillet, y P. Legendre. 2011. Numerical Ecology with R. Springer, New York.
3. Cohen A. 2003. Paleolimnology. Oxford University Press, New York, New York
4. Dole-Olivier M.J., Galassi D.M.P., Marmonier P., Creuzé des Chatelliers M. (2000) The biology and ecology of lotic microcrustaceans. *Freshwater Biology* 44:63-91.
5. Caballero M., Rodríguez A., Vilaclara G., Ortega B., Roy P., Lozano S., (2013). Hydrochemistry, ostracods and diatoms in a deep, tropical, crater lake in western Mexico. *Journal of Limnology* 72(3):512-523 DOI: 10.4081/jlimnol.2013.e42
6. Donato M., Massaferro J. y Brooks S.J. 2008. Chironomid (Chironomidae: Diptera) checklist from Nahuel Huapi National Park, Patagonia, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67: 163–170.
7. Elías-Gutiérrez M., Kotov A.A., Garfias-Espejo. 2006. Cladocera (Crustacea: Ctenopoda, Anomopoda) from southern Mexico, Belize and northern Guatemala. *Zootaxa* 119:1-27.



8. Escobar J., M. Brenner, T.J. Whitmore, W.F. Kenney y J.H. Curtis. 2008. Ecology of testate amoebae (thecamoebians) in subtropical Florida lakes. *Journal of paleolimnology*, 40 (2): 715-731.
9. Legendre P. y L. Legendre. 1998. Numerical Ecology. Elsevier Scientific, Oxford.
10. Meisch C. 2000. Freshwater Ostracoda of western and central Europe. Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin.
11. Medioli F.S. y D.B. Scott. 1988. Lacustrine thecamoebians (mainly Arcellaceans) as potential tools for palaeolimnological interpretations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62: 361-386.
12. Nalepka D. y A. Walanus. 2003. Data processing in pollen analysis. *Acta Palaeobotanica* 43(1): 125-134.
13. Pérez L., J. Lorenschat, J. Massaferrero, C. Pailles, F. Sylvestre, W. Hollwedel, G.-O. Brandorff, M. Brenner, G. Islebe, M.S. Lozano, B. Scharf, A. Schwalb. 2013. Bioindicators of climate and trophic state in lowland and highland aquatic ecosystems of the northern Neotropics. *Revista de Biología Tropical*, 61 (2): 603-644.
14. Smol J., Birks H.J., Last W. 2001. Tracking environmental change using lake sediments, Vol. 4: Zoological indicators. 240 pp.
15. Szeroczynska K. y Sarmaja-Korjonen. 2007. Atlas of subfossil Cladocera from central and northern Europe. Friends of the Lower Vistula Society, Swiecie, Poland.
16. Walker I.R. 2007. The WWW Field Guide to Fossil Midges. (<http://www.paleolab.ca/wwwguide/>)
17. Whitlock C., C. Larsen. 2011. Charcoal as a fire proxy. In J.P. Smol, H.J. Birks, W.M. Last (eds). Tracking environmental change using lake sediments. Volumen 3: Terrestrial, algal, and siliceous indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 75-97.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Charman D.J. 2001. Biostratigraphic and palaeoenvironmental applications of testate amoebae. *Quaternary Science Reviews*, 20: 1753-1764.
2. Duigan C.A., 1992. The ecology and distribution of the littoral freshwater Chydoridae (Branchiopoda, Anomopoda) of Ireland, with taxonomic comments on some species. *Hydrobiologia* 241: 1-70.
3. Flössner D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leiden.
4. Pérez L., Lorenschat J., Brenner M., Scharf B., Schwalb A. 2010. Extant freshwater ostracodes (Crustacea: Ostracoda) from Lago Petén Itzá, Guatemala. *Revista de Biología Tropical* 58 (3):871-895.
5. Pérez L., Lorenschat J., Bugja R., Brenner M., Scharf B., Schwalb A. 2010. Distribution, diversity and ecology of modern freshwater ostracodes (Crustacea), and hydrochemical characteristics of Lago Petén Itzá, Guatemala. *Journal of Limnology* 69 (1):146-159.
6. Pérez L. 2010. Ostrácodos no-marinos de la Península de Yucatán como indicadores paleoambientales del Cuaternario tardío. Tesis para optar al grado de Doctora de Recursos Naturales, Instituto de Geología Ambiental, Universidad Técnica de Braunschweig, Braunschweig, Alemania, 264 pp.
7. Sweetman J.N. y Smol J.P. 2007. A guide to the identification of cladoceran remains (Crustacea: Branchiopoda) in Alaskan lake sediments. *Archiv für Hydrobiologie* (Supplement).

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   ; Seminarios   ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_\_\_; Examen final escrito X; Tareas y trabajos fuera del aula \_\_\_; Asistencia X; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos X; Participación en clase X; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

(Paleo) limnología, (paleo) ambientes, (paleo) clima, (paleo) indicadores, ecosistemas acuáticos neotropicales.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con el grado mínimo de maestría y conocer las bases teórico-práctica de estudios (paleo) limnológicos y específicamente el uso y aplicación de los indicadores biológicos y no-biológicos más importantes en reconstrucciones paleoambientales durante el Cuaternario tardío. Así mismo debe de estar familiarizado con la historia climática global y regional.

## PROGRAMA DE BIOTECNOLOGÍA ACUÍCOLA

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **BIOTECNOLOGÍA ACUÍCOLA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina   X  ; Geología Marina   ; Limnología   X  ; Oceanografía Física   ;  
Química Acuática:   .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Al finalizar el curso el estudiante reconocerá la biotecnología acuícola como una actividad multidisciplinaria y se introducirá en los diferentes conceptos que proporcionan las bases para la creación de las diferentes biotecnias de producción masiva y rentable de organismos acuáticos cultivados y con potencial uso, así como conocer los diferentes avances tecnológicos dentro de la producción intensiva.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Conocimientos en acuicultura.
2. Reconocimiento de la biotecnología en la acuicultura.
3. Conocer las aplicaciones de las innovaciones tecnológicas en la producción.

13) TEMARIO:

I. Introducción general a los principios de la acuicultura.

*1. Conceptos básicos de Acuicultura.*

- 1.1. Selección de sitio.
- 1.2. Sistemas de producción.
- 1.3. Parámetros de medición y control de los organismos cultivados.
- 1.4. Ingeniería acuícola.
- 1.5. Enfermedades.

## 1.6. Bioeconomía.

### II. Aspectos biotecnológicos de la acuicultura.

#### 1. *Nutrición acuícola.*

##### 1.1. Alimentos funcionales: Conceptos y definiciones.

1.1.1. Tipos de alimento.

1.1.2. Horarios de alimentación.

1.1.3. Criterios de alimento a escoger.

1.1.4. Formulación.

1.1.5. Forma de cuantificación.

##### 1.2. Fermentaciones.

##### 1.3. Requisitos de las cepas industriales.

##### 1.4. Mejora genética de cepas industriales.

##### 1.5. Prebióticos.

##### 1.6. Prebióticos.

##### 1.7. Nutraceuticos.

##### 1.8. Biomasa vegetal y microbiana.

##### 1.9. Proteínas unicelulares.

##### 1.10. Biopolímeros.

##### 1.11. Bioconservación.

##### 1.12. Tecnología enzimática y biocatalisis.

##### 1.13. Alimentos genéticamente modificados.

#### 2. *Biología de la reproducción.*

##### 2.1. Diferenciación sexual.

##### 2.2. Muda y reproducción.

##### 2.3. Reproducción y su control.

##### 2.4. Regulación ambiental.

##### 2.5. Mejoramiento genético.

#### 3. *Patología y mecanismos de defensa inmunológica del organismo.*

##### 3.1. Control de la calidad de agua y mejoras en las instalaciones de cultivo.

3.1.1. Filtros naturales y mecánicos.

3.1.2. Automatización.

3.1.3. Controles crítico.

##### 3.2. Introducción a la inmunología y endocrinología de peces y crustáceos.

##### 3.3. Características moleculares de microorganismos benéficos y patógenos.

##### 3.4. Toxinas y compuestos antitoxinas.

##### 3.5. Alimentos medicados.

### III. Innovaciones tecnológicas.

#### 1. *Especies comerciales y especies con potencial de cultivo.*

##### 1.1. Cultivo de crustáceos.

1.1.1. Peneidos.

1.1.2. Astácidos.

##### 1.2. Cultivo de peces.

1.2.1. Tilapia.

1.2.2. Trucha.

1.2.3. Cobia.

##### 1.3. Cultivo de anfibios.

1.3.1. Rana.

#### 2. Desarrollo del Cultivo de Especies Endémicas.

### IV. Biotecnología ambiental.

#### 1. Biorremediación de efluentes: acuicultura, pesqueros, aguas residuales.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of the association of Official Analytical Chemists, 14th edition. A.O.A.C., Arlington VA, 1141 pp.
2. Bailey N.T.J. (1981). Statistical methods in Biology. Edward Arnold, London, 216pp.
3. Baird D.J., Beveridge M.C.M., Kelly L.A. y Muir J.F. 1996. *Aquaculture and Water Resource Management*. Oxford, UK: Blackwell Science.
4. Bardach J.E., Ryther J.H. y Mclarney W.O. 1986. *Acuicultura - Crianza y Cultivo De Organismos Marinos y De Agua Dulce*. Mexico D.F., Mexico: AGT Editor.
5. Barnabé G. 1996. *Bases Biológicas y Ecológicas De La Acuicultura*. Zaragoza, Spain: Editorial Acribia.
6. Beauchamp T.L., J.F. Childress. 1999. Principios de ética biomédica. Masson, Barcelona.
7. Black K.D. 2001. *Environmental Impacts of Aquaculture*. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press/CRC Press.
8. Bulok J. y B. Kristiansen. 1987. Biotecnología Básica. Ed. Acribia, Zaragoza.
9. Chopra V., V. Malik, S. Bhat. 1999. Applied Plant Biotechnology. Science Publishers Inc., USA.
10. Crueger W. 1993. Biotecnología. Manual de microbiología industrial. Zaragoza: Acribia.
11. Endreb R. 1994. Plant Cell Biotechnology. Springer-Verlag.
12. Etxebarria X. 1995. Ética básica. Universidad de Deusto, Bilbao.
13. Gafo J. 1988. Fundamentación de la Bioética y Manipulación Genética. Universidad P. Comillas, Madrid.
14. Galindo E. 1988. Biotecnología: oportunidades y amenazas. Ciencia y Desarrollo. Revista de CONACYT. No. 80, 1-20.
15. George E.F. 1996. Plant Propagation by Tissue Culture. Vols. I y II. Exegeties Ltd.
16. Holdich D.M. y R.S. Lowery (Eds.), 1988. Freshwater crayfish, biology, management and exploitation. Croom Helm Press, London, 498 pp.
17. Huguenin J.E. y Colt J. 2002. *Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems*. 2nd edition. Amsterdam, Netherlands: Elsevier.
18. Huner J.V. y E.E. Brown. 1985. Crustacean and mollusk aquaculture in the United States. AVI. Publ. Co. Westpent, Connecticut, 315 pp.
19. Izquierdo-Rojo M. 2001. Ingeniería genética y transferencia génica. Madrid: Pirámide.
20. Kjellsson G., V. Simonsen. 1994. Methods for Risk Assessment of Transgenic Plants. Birkhäuser Verlag, Vol. I, II, III, IV, Berlín.
21. Lee B.H. 2000. Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Zaragoza: Acribia, Cop.
22. Lindsey K., M. Jones. 1989. Biotecnología Vegetal Agrícola. Editorial Acribia, Zaragoza.
23. McVey J.P. 1986. *Crustacean Aquaculture*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.
24. Morales J.C. 1983. *Acuicultura Marina Animal*. Madrid, Spain: Ediciones Mundi-Prensa
25. Morales M. y Bozada L. 1987. Algunos aspectos de la biología del acocil o camarón reculeador *Procambarus (Austrocambarus) llamasi* y consideraciones sobre su cultivo en el trópico húmedo mexicano. En: Bozada, L. (Ed.) Otros recursos alimenticios. Centro de Ecodesarrollo, Universidad de Veracruz. 201-211.
26. Osuna F.P. 2001. *Camaronicultura y Medio Ambiente*. Mexico, D.F., Mexico: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología / El Colegio de Sinaloa / Programa Universitario de Alimentos.
27. Pierik R.L.M. 1997. In vitro culture of Higher Plants. Kluwer Ac. Publ.
28. Pillay T.V.R. 1992. *Aquaculture and the Environment*. Oxford, UK: Fishing New Books.
29. Pullin R.S.V., Rosenthal H. y MacLean J.L. 1993. *Environment and Aquaculture in Developing Countries*. Manila, Philippines: ICLARM.
30. Stephen-Dahms A. 2004. Biotechnology: What it is, What it is not, and the challenges in reaching national or global consensus. Biochemistry and Molecular Biology

Education. 32(4): 271-278.

31. Timmons M.B. y Losordo T.M. 1994. *Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management*. Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Tokyo: Elsevier.
32. Tombs M.P. 1990. *Biotechnology in the food Industry*. Buckingham: Open University Press.
33. Walker J.M. 1997. *Biología molecular y biotecnología*. Acribia Ed. Zaragoza.
34. Wheaton F.W. 1982. *Acuacultura - Diseño y Construcción De Sistemas*. Mexico D.F., Mexico: AGT Editor.
35. Wickins J.F. y Lee D.O. 2002. *Crustacean Farming Ranching and Culture*. 2nd Edition. London: Blackwell Science.

#### 15) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar): Experimento Final:

Realizar investigaciones bibliográficas o documentales sobre los diversos procesos biotecnológicos.

1. Realizar búsquedas de información sobre empresas que se dedican a realizar procesos biotecnológicos de alimentos.
2. Realizar investigaciones de técnicas utilizadas en los procesos biotecnológicos.
3. Discusiones grupales del impacto de las diversas áreas de la biotecnología.
4. Visitas a empresas alimentarias que utilicen procesos biotecnológicos o desarrollen biotecnología
5. Realización de proyectos biotecnológicos.
6. Asistencia a conferencias y congresos de temática relacionada con la biotecnología.

#### 16) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

#### 17) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Sistemática, reproducción, nutrición, biología de la reproducción, etología, patología y negocios.

#### 18) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Biólogo o Biólogo Marino.

**PROGRAMA DE “CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TIERRA”**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **“CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TIERRA”**.

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_X\_;  
Química Acuática: \_X\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 6 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general del curso es que el alumno conozca los fundamentos básicos que le permitan comprender conceptos físicos relacionados con la atmósfera, el océano y cómo éstos se relacionan y afectan el clima de nuestro planeta. El énfasis de la primera parte del curso será la comprensión de los principios físicos básicos, y su aplicación al sistema Tierra. La última parte del curso explorará temas específicos del cambio global, como el calentamiento global y sus efectos sobre el clima futuro y el nivel del mar, acidificación de los océanos, y las posibles respuestas humanas tales como mitigación y adaptación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. El alumno conocerá los principales mecanismos de retroalimentación que existen en el sistema terráqueo.
2. El alumno aprenderá los conocimientos fundamentales relacionados con la teoría de sistemas los cuales relacionará con el sistema terráqueo.
3. El alumno conocerá los fundamentos básicos del balance radiativo así como de la circulación atmosférica, acuática así como la interacción entre la atmósfera y el océano.
4. El alumno aprenderá sobre los cambios climáticos observados en el sistema terráqueo en el largo plazo así como los observados más recientemente. Será

capaz de analizar la evidencia científica de estos cambios y de igual forma comprender tanto la perspectiva científica como la social.

5. El alumno será capaz de identificar perspectivas actuales como futuras relacionadas a cambios en el nivel medio del mar, acidificación de cuerpos de agua así como posibles soluciones técnicas al cambio climático.
6. El alumno desarrollará la habilidad de analizar casos relacionados a la mitigación y adaptación al cambio climático en relación con sistemas acuáticos.
7. El alumno será capaz, al término del curso, de desarrollar un proyecto de investigación final en base a los cambios climáticos observados en el sistema terráqueo con especial enfoque a los sistemas acuáticos.

Objetivos Formativos:

1. Contribuir al desarrollo de la capacidad de identificar, priorizar y aplicar conceptos o ideas claves en textos e informaciones de carácter científico.
2. Impulsar el desarrollo de hábitos, habilidades y estilos de aprendizaje propios de la naturaleza científica de su carrera.
3. Propiciar un aprendizaje significativo a largo plazo y útil en la solución de problemas y toma de decisiones.

### 13) TEMARIO:

#### Unidad I. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA TERRÁQUEO Y SISTEMA CLIMÁTICO.

Capítulo 1. El sistema terráqueo y sus mecanismos de retroalimentación. (1 semana)

1.1 Introducción al sistema terráqueo.

1.2 Mecanismos de retroalimentación (positivos y negativos) en el sistema terráqueo.

1.3 Principios de teoría de sistemas aplicados al sistema terráqueo y el clima.

Capítulo 2. Balance Radiativo. (1 semana)

2.1 Aspectos generales del balance radiativo global en la Tierra.

2.1 El efecto invernadero.

Capítulo 3. Circulación e interacción del océano con la atmósfera. (1 semana)

3.1 Circulación atmosférica.

3.2 Circulación oceánica.

3.3 Interacción océano-atmósfera (El Niño).

Capítulo 4. Ciclos biogeoquímicos. (1 semana)

4.1 Ciclo del carbono.

4.2 Ciclo del agua.

4.3 Ciclo del oxígeno.

Horas teóricas: 12

#### Unidad II. CAMBIO CLIMÁTICO.

Capítulo 5. Cambios climáticos observados. (2 semanas)

5.1 Regulación climática observada en el largo plazo.

5.2 Glaciaciones.

Capítulo 6. Cambios climáticos producto de actividades humanas. (3 semanas)

6.1 Cambios observados recientemente.

6.2 Evidencia científica del cambio climático.

6.3 Impactos, adaptación y mitigación al cambio climático.

6.4 Perspectivas científicas y sociales del cambio climático.

Horas teóricas: 15

#### Unidad III PERSPECTIVAS FUTURAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

Capítulo 7. Modificación del nivel del mar. (1 semana)

7.1 Cambios observados y esperados en el nivel medio del mar.

7.2 Diferentes escenarios esperados y su variabilidad en el planeta.

Capítulo 8. Modificación de las propiedades de cuerpos de agua. (1 semana)

8.1 Cambios observados y esperados debido a la acidificación del océano y otros cuerpos de agua.



- 8.2 Efectos del cambio de propiedades en los ecosistemas acuáticos.
- Capítulo 9. Soluciones técnicas al cambio climático –Geoingeniería- (1 semana)
  - 9.1 Secuestro de dióxido de carbono.
  - 9.2 Manejo de radiación solar incidente.
  - 9.3 Control de pH en cuerpos de agua (lagos).

Horas teóricas: 9

#### Unidad IV. ANÁLISIS DE CASOS RELACIONADOS A CAMBIO CLIMÁTICO.

- Capítulo 10. Análisis de casos relacionados al cambio climático. (2 semanas)
  - 10.1 Análisis de casos que aborden proyectos de adaptación, mitigación al cambio climático relacionados con sistemas acuáticos.
- Capítulo 11. Desarrollo y presentación de proyectos finales. (2 semanas)
  - 11.1 Asesorías para el desarrollo del proyecto final.
  - 11.2 Presentación y entrega de proyectos finales.

Horas teóricas: 12

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Kump L.R., Kasting J.F. y Crane R.G. (2009). The Earth System. Prentice Hall, Tercera Edición.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Bates B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds. 2008: El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 pp.
2. FAO. 2011: Climate change and aquatic genetic resources for food and agriculture: state of knowledge, risks and opportunities. [Roger Pullin and Patrick White].
3. IPCC. 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
4. IPCC. 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.
5. IPCC. 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
6. IPCC. 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   X  ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   X  ; Otras (especificar): Consulta de diversos sitios web para búsqueda de información.

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales X; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula X; Asistencia \_\_\_; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos X; Participación en clase X; Otros (especificar):

La acreditación se basará en las actividades realizadas individualmente, en exámenes parciales, en participación en clase para algunas de las actividades y en un trabajo final por equipo que se presentará en formato de seminario.

Las calificaciones globales serán: 50% exámenes parciales; 25% trabajo final en equipo; 15% participación en clase, 10% tareas y trabajos fuera del aula.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Biología Marina, Oceanografía Física, Química Acuática.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con el grado mínimo de licenciatura (o maestría) y conocer las bases teórico-prácticas del cambio climático en la Tierra así como sus efectos.

**PROGRAMA DE CAMBIO GLOBAL Y CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA MEXICANA**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **CAMBIO GLOBAL Y CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA MEXICANA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intersemestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Al término del curso, el alumno será capaz de comprender la relación entre el cambio global y el cambio climático; identificar las evidencias que demuestran la existencia del cambio climático en nuestros días, así como sus efectos en la zona costera de México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Distinguir la relación entre los fenómenos de cambio global, cambio climático y variabilidad climática.

1) Identificar las herramientas apropiadas para el estudio de las manifestaciones del cambio global

2) Analizar los efectos más relevantes del cambio climático en la zona costera de México.

13) TEMARIO:

1. Cambio global y cambio climático. (16 h)

1.1. Introducción general. (1 h)

1.2. Introducción al Cambio Global y Climático. (2 h)

1.3. Archivos ambientales - sedimentos y geoquímica sedimentaria. (2 h)

1.4. Bioindicadores y biomonitores. (2 h)

- 1.5. Radioactividad y fechado radiométrico de sedimentos. (2 h)
- 1.6. Registros sedimentarios del CG (ejemplos de caso). (2 h)
- 1.7. Cambios orbitales y efecto invernadero. (2 h)
- 1.8. ENSO y ODP. (2 h)
- 1.9. Preparativos para taller de R para el análisis de datos. (1 h)
2. Impactos del CG y CC en los ecosistemas costeros. (37 h)
  - 2.1. Condiciones fisicoquímicas. (7 h)
    - 2.1.1. Oscilaciones marinas y sus efectos frente al cambio global. (2)
    - 2.1.2. Eutrofización e hipoxia. (1 h)
    - 2.1.3. Elevación del nivel del mar y carbono azul. (2 h)
    - 2.1.4. Alteración del ciclo del carbono y acidificación de los océanos. (2 h)
  - 2.2. Comunidades biológicas. (18 h)
    - 2.2.1. Biodiversidad y CGC (organismos en general). (2 h)
    - 2.2.2. Biodiversidad y CGC (foraminíferos). (2 h)
    - 2.2.3. Biodiversidad y CGC (fitoplancton). (2 h)
    - 2.2.4. Cambio global y manglares. (2 h)
    - 2.2.5. Cambio climático y pesquerías. (1 h)
    - 2.2.6. Los manglares, su restauración y las pesquerías artesanales ante el cambio climático. (2 h)
    - 2.2.7. Efecto biológico de temperatura y acidificación en invertebrados. (4 h)
    - 2.2.8. Aves marinas como indicadores de condiciones ambientales. (1 h)
    - 2.2.9. Impactos del cambio climático sobre las poblaciones de las tortugas. (2 h)
  - 2.3. Tendencias del CG y CC. (11 h)
    - 2.3.1. Observatorios costeros del CG: modelo de monitoreo a largo plazo. (1 h)
    - 2.3.2. Sensores remotos como herramientas para monitorear el cambio global. (2 h)
    - 2.3.3. Tecnologías de la información para el estudio del CG y CC. (1 h)
    - 2.3.4. Cambio climático en el Golfo de California: una revisión. (2 h)
    - 2.3.5. La contaminación en el Golfo de California: una revisión. (2 h)
    - 2.3.6. Análisis de datos del observatorio de Mazatlán (trabajo en equipo). (3 h)
  - 2.4. Mitigación del cambio climático. (1 h)
    - 2.4.1. Sumideros naturales y geoingeniería. (1 h)
3. Actividades complementarias. (11 h)
  - 3.1. Lecturas obligatorias, tareas y trabajo fuera del aula. (8 h)
  - 3.2. Retroalimentación y clausura. (1 h)
  - 3.3. Examen final. (2 h)

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Booth D. T. (2017). The influence of incubation temperature on sea turtle hatchling quality. *Integr Zool.* doi:10.1111/1749-4877.12255.
2. Butt N., Whiting S. y Dethmers K. (2016). Identifying future sea turtle conservation areas under climate change. *Biological Conservation*, 204, 189-196. doi:10.1016/j.biocon.2016.10.012.
3. Camill P. 2010. Global Change. *Nature Education Knowledge* 3(10):49.
4. Hawkes L.A. y et al. (2014). The impacts of climate change on marine turtle reproductive success *Coastal Conservation: Cambridge University Press.*
5. Hays G.C., Broderick A.C., Glen F. y Godley B. J. (2003). Climate change and sea turtles: a 150-year reconstruction of incubation temperatures at a major marine turtle rookery. *Global Change Biology*, 9(4), 642-646. doi:10.1046/j.1365-2486.2003.00606.x
6. Howard R., Bell I. y Pike D.A. (2014). Thermal tolerances of sea turtle embryos: current understanding and future directions. *Endangered Species Research*, 26(1), 75-86. doi:10.3354/esr00636
7. Mazaris A.D., Kallimanis A.S., Pantis J.D. y Hays G.C. (2013). Phenological response of sea turtles to environmental variation across a species' northern range. *Proc Biol Sci*, 280(1751), 20122397. doi:10.1098/rspb.2012.2397

8. Ruiz-Fernández A.C., Sanchez-Cabeza J.A., Ontiveros Cuadras J.F., Páez Osuna F. 2014. Registros ambientales del cambio global. *Revista Ciencia y Desarrollo* 40, 273, 6-11. Versión en línea: <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/273/articulos/registros-ambientales-del-cambio-global.html>.
9. Pachauri R.K., Allen M.R., Barros V.R., Broome J., Cramer W., Christ R. y Dubash N.K. (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
10. Patel S.H., Morreale S.J., Saba V.S., Panagopoulou A., Margaritoulis D. y Spotila J.R. (2016). Climate Impacts on Sea Turtle Breeding Phenology in Greece and Associated Foraging Habitats in the Wider Mediterranean Region. *PLoS One*, 11(6), e0157170. doi:10.1371/journal.pone.0157170
11. Pike D. A. (2013). Climate influences the global distribution of sea turtle nesting. *Global Ecology and Biogeography*, 22(5), 555-566. doi:10.1111/geb.12025.
12. Poloczanska E.S., Limpus C.J. y Hays G.C. (2009). Vulnerability of Marine Turtles to Climate Change. In D. W. Sims, editor: *Advances in Marine Biology*, Vol. 56, Burlington: Academic Press, 2009, 151-211. 56, 151-211. doi:10.1016/s0065-2881(09)56002-6.
13. Santidrian Tomillo P., Genovart M., Paladino F.V., Spotila J.R. y Oro D. (2015). Climate change overruns resilience conferred by temperature-dependent sex determination in sea turtles and threatens their survival. *Glob Chang Biol*. doi:10.1111/gcb.12918.
14. Vitousek P.M. 1994. "Beyond Global Warming: Ecology and Global Change". *Ecology* 75(7), 1861-1876.
15. Waters C.N., Zalasiewicz J., Summerhayes C., Barnosky A.D., Poirier C., Gałuszka A., Cearreta A., Edgeworth M., Ellis E.C., Ellis M., Jeandel C., Leinfelder R., McNeill J.R., Richter D.B., Steffen W., Syvitski J., Vidas D., Wagleich M., Williams M., Zhisheng A., Grinevald J., Odada E., Oreskes N., Wolfe A.P. 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351, 6269, aad2622.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Páez-Osuna F., J.A. Sanchez-Cabeza, A.C. Ruiz-Fernández, R. Alonso-Rodríguez, A. Piñón-Gimate, J.G. Cardoso-Mohedano, F.J. Flores-Verdugo, J.L. Carballo-Cenizo, M.A. Cisneros-Mata, S. Álvarez-Borrego. 2016. Environmental status of the Gulf of California: a review of responses to climate change and climate variability. *Earth Science Reviews* 162, 253–268.
2. Cuellar-Martínez T., Ruiz-Fernández A.C., Sanchez-Cabeza J.A., Alonso-Rodríguez R. 2017. Sedimentary record of recent climate impacts on an insular coastal lagoon in the Gulf of California. *Quaternary Science Reviews* 160, 138–149. IF: 4.521pp.
3. Páez-Osuna F., S. Álvarez-Borrego, A.C. Ruiz-Fernández, J. García-Hernández, M. Jara-Marini, M.E. Bergés-Tiznado, A. Piñón-Gimate, M.F. Soto-Jiménez, R. Alonso-Rodríguez, M.G. Frías-Espéricueta, J.R. Ruelas-Inzunza, C. Green-Ruiz, C.C. Osuna-Martínez, JA Sanchez-Cabeza, 2017. Environmental status of the Gulf of California: a pollution review. *Earth Science Reviews* 166, 181–205.
4. Díaz Asencio M., Ruiz Fernández A.C., Alvarez Padilla E., Sánchez Cabeza J.A. 2016. Reconstrucción del cambio reciente del nivel del mar a partir de registros sedimentarios. *Revista Ciencia y Desarrollo* 42, 284. Versión en línea: <http://www.cienciaydesarrollo.mx/?p=articulo&id=168>.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual X; Ejercicios en clase X; Ejercicios fuera del aula \_\_\_; Seminarios X; Lecturas obligatorias X; Trabajos de investigación \_\_\_; Otras (especificar):

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_\_\_; Examen final escrito X; Tareas y trabajos fuera del aula X; Asistencia X; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase X; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Geoquímica isotópica y Geocronología; Cambio Global y Cambio Climático; Contaminación Acuática, Paleoceanografía, Biogeoquímica marina.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá contar con el grado mínimo de doctorado; tener bases teórico-prácticas del estudio de las manifestaciones del cambio global y climático en la zona costera. Se requiere de un profesor que cuente con conocimiento de métodos estadísticos para el análisis de datos mediante el programa R.

**PROGRAMA DE CONDUCTA ANIMAL: ANIMALES ACUÁTICOS**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **CONDUCTA ANIMAL: ANIMALES ACUÁTICOS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Entender y explorar cómo se genera la variedad de conductas de los animales, qué funciones tienen y qué condiciones les permiten evolucionar. Explorar cómo la conducta se relaciona con los problemas fundamentales de supervivencia y reproducción de los animales, así como con los problemas y cambios actuales del ambiente. Haremos especial énfasis en los animales acuáticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Conocer los mecanismos fisiológicos, genéticos y neurológicos que subyacen a los diferentes comportamientos.
2. Saber cuestionar la razón y fundamento del comportamiento, y las formas en que estos niveles de análisis interactúan.
3. Cómo enunciar y probar hipótesis sobre los mecanismos, la función y la evolución de la conducta.
4. Adquirir una cierta comprensión de los mecanismos neuronales y hormonales que regulan la conducta.

5. Indagar lo que implica la adecuación y cómo medirla en relación con el comportamiento.
6. Comprender las diferentes estrategias reproductivas y cómo pueden influir en la evolución de los sistemas de apareamiento y el cuidado parental.
7. Integrar los conocimientos para entender cómo los animales pueden responder a los cambios ambientales.

### 13) TEMARIO:

#### UNIDAD 1: ¿Cómo estudiar conducta? (7 horas)

- 1.1. Introducción a la conducta animal.
- 1.2. Historia de la etología y su aplicabilidad a animales acuáticos.
- 1.3. ¿Cómo medimos la conducta?
- 1.4. Elaborando preguntas de investigación en conducta.

#### UNIDAD 2: Ecología sensorial. (7 horas)

- 2.1. Modalidades: los mundos de la sensibilidad animal.
- 2.2. Filtros sensoriales.
- 2.3. Sistemas sensoriales y especiación.

#### UNIDAD 3: Movimiento, función estructural y mecanismos de locomoción. (7 horas)

- 3.1. Animales en el espacio.
- 3.2. Orientación, mecanismos de dispersión y aprendizaje espacial.
- 3.3. Sistemas motores: ¿Cómo se mueven los animales?

#### UNIDAD 4: Temporalidad de la conducta. (7 horas)

- 4.1. Historia de los ritmos biológicos.
- 4.2. Propiedades fundamentales de los ritmos circadianos.
- 4.3. Oscilación espontánea.
- 4.4. Conductas determinadas por sincronización fótica y no fótica.

#### UNIDAD 5: Plasticidad en la conducta. (7 horas)

- 5.1. Genes y conducta.
- 5.2. Hormonas y conducta.
- 5.3. Aprendizaje.

#### UNIDAD 6: Buscando comida evitando ser comida. (8 horas)

- 6.1. Forrajeo.
- 6.2. Conducta antidepredatoria y coevolución depredador/presa.
- 6.3. Parasitismo y control de la conducta por el huésped.

#### UNIDAD 7: Conductas reproductivas. (7 horas)

- 7.1. Estrategias reproductivas.
- 7.2. Sistemas de apareamiento.
- 7.3. Estrategias de cuidado parental.

#### UNIDAD 8: Interacciones entre individuos. (7 horas)

- 8.1. Cooperación.
- 8.2. Conflictos (padres e hijos, machos y hembras y hermanos).

#### UNIDAD 9: Modificaciones de la conducta por el ambiente. (7 horas)

- 9.1. Urbanización.
- 9.2. Contaminación.
- 9.3. Cambio climático.
- 9.4. Aplicaciones en el monitoreo ambiental.
- 9.5. Conducta de especies invasoras.



14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Alcock John. Animal behavior. Sinauer, 2013.
2. Yukusawa K. y Yasukawa K. Animal Behavior, How and Why Animals Do the Things They Do, ABC-CLIO LLC, 2013.
3. Shuster, Stephen M.; wade, Michael J. Mating systems and strategies. Princeton University Press, 2003.
4. Krebs, John R.; Davies, Nicholas B. (ed.). Behavioural ecology: an evolutionary approach. John Wiley and Sons, 2009.
5. Sillar, KeithT, Picton, Lawrence D. y Heitler, William J. The Neuroethology of Predation and escape. John Wiley and Sons, 2016.
6. Krause J., James R., Franks D. W. y Croft D. P. Animal Social Networks. Oxford Scholarship Online, 2015.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Lohmann Kenneth J., Lohmann Catherine M; Endres Courtney S. The sensory ecology of ocean navigation. Journal of Experimental Biology, 2008, vol. 211, no 11, 1719-1728.
2. Werry Jonathan M., et al. Reef-fidelity and migration of tiger sharks, *Galeocerdo cuvier*, across the Coral Sea. PLoS One, 2014, vol. 9, no 1, p. e83249.
3. Zantke Juliane, et al. Circadian and circalunar clock interactions in a marine annelid. Cell reports, 2013, vol. 5, no 1, 99-113.
4. André Michel, et al. Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. Frontiers in Ecology and the Environment, 2011, vol. 9, no 9, 489-493.
5. Gardiner Jayne M., Atema Jelle. Sharks need the lateral line to locate odor sources: rheotaxis and eddy chemotaxis. Journal of Experimental Biology, 2007, vol. 210, no 11, 1925-1934.
6. Saxena R. K.. Animal adaptations\_: Evolution of forms and functions. 2015 London ; New Delhi : MV Learning, 504 pp.
7. Noren S. R. Infant carrying behaviour in dolphins: costly parental care in an aquatic environment. Functional Ecology, 2008, vol. 22, no 2, 284-288.
8. Trumbo Stephen T. Patterns of parental care in invertebrates. The evolution of parental care, 2012, 81-100.
9. Lehtonen Topi K., et al. Species divergence and seasonal succession in rates of mate desertion in closely related Neotropical cichlid fishes. Behavioral ecology and sociobiology, 2011, vol. 65, no 4, 607-612.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase \_\_\_; Ejercicios fuera del aula \_\_\_; Seminarios \_X\_; Lecturas obligatorias \_X\_; Trabajos de investigación \_X\_; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_X\_; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula \_\_\_; Asistencia \_X\_; Seminario \_X\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase \_\_X\_; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Conducta y Ecofisiología animal

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Conocimientos de Ecología, Fisiología, Evolución y Conducta.

**PROGRAMA DE “DE LA REPRODUCCIÓN DE CORALES A LA RESTAURACIÓN DE ARRECIFES”**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: “DE LA REPRODUCCIÓN DE CORALES A LA RESTAURACIÓN DE ARRECIFES”.

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_\_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_\_; Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno conocerá sobre la reproducción de corales y entenderá su importancia en la restauración de arrecifes.

“De la reproducción de corales a la restauración de arrecifes” en un curso teórico-práctico ofrecido a nivel de posgrado desde el verano del 2015. El temario del curso cubre desde la ecología de corales hasta las técnicas más avanzadas e innovadoras de restauración de arrecifes. Dado que estas técnicas se han desarrollado desde hace 8 años en la UASA-PM y que en los años hemos estado llevando a cabo talleres a investigadores, estudiantes, alumnos, acuaristas profesionales y tomadores de decisiones en manejo de arrecifes tenemos claro que existe la necesidad de impartir un curso de este estilo. Los profesores invitados incluyen Dr. Carpizo Ituarte (UABC-Ensenada), Dr. Pedro Medina Rosas (UdeG-Puerto Vallarta), Dr. Daniel Gleason (Georgia Southern University) y Coordinado por la Dra. Anastazia Banaszak (UASA-PM). Todos los profesores cuentan con doctorado en el tema de reproducción de invertebrados, los factores que afecten a la reproducción y tienen experiencia de hace 3 años estar colaborando juntos en los veranos para estudiar la reproducción y cultivo de corales y su uso en programas de restauración en el Caribe Mexicano.

El alumno inscrito deberá contar con conocimientos básicos de biología y haber cursado biología marina (de preferencia en la UASA) y haber tomado o bien estar tomando el curso Arrecifes de Coral.

La estructura del curso permite que el alumno aprenda el concepto teórico y después aplica este conocimiento en el campo o bien en el laboratorio para obtener experiencia de primera mano.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. El alumno aprenderá sobre la ecología de arrecifes en particular los arrecifes Caribeños.
2. El alumno aprenderá sobre la biología de corales incluyendo todas las etapas de sus ciclos de vida y tipos de reproducción.
3. El alumno aprenderá sobre la problemática de cambio global y la reducción de cobertura coralina y el papel de restauración para contrarrestar las pérdidas.
4. El alumno aprenderá las técnicas para la captura de gametos, el cultivo de embriones y larvas hasta el asentamiento.
5. El alumno aprenderá las técnicas de restauración.

Asimismo se pretenden los siguientes objetivos formativos:

1. Propiciar el desarrollo de estructuras cognoscitivas y afectivas que contribuyan al análisis adecuado de su realidad y a la mejor comprensión de objetivos y contenidos de la materia.
2. Contribuir al desarrollo de la capacidad de identificar, priorizar y aplicar conceptos o ideas claves en textos e informaciones de carácter científico.
3. Impulsar el desarrollo de hábitos, habilidades y estilos de aprendizaje propios de la naturaleza científica de su carrera.
4. Propiciar un aprendizaje significativo a largo plazo y útil en la solución de problemas y toma de decisiones.
5. La adquisición y el fortalecimiento de actitudes y valores por parte del alumno como individuo, es decir, como persona con potencialidad de desarrollo.

#### 13) TEMARIO:

##### Unidad I. INTRODUCCIÓN A CORALES.

Capítulo 1. Ecología de arrecifes con enfoque en los arrecifes Caribeños. (4 horas)

Capítulo 2. Biología de corales. (4 horas)

Horas teóricas: 8

##### Unidad II. CICLOS DE VIDA DE CORALES.

Capítulo 3. Ciclos de vida de corales. (1 hora)

Capítulo 4. Reproducción de corales. (1 hora)

Capítulo 5. Tipos de reproducción. (1 hora)

Capítulo 6. Especies de desove masivo. (1/2 hora)

Capítulo 7. Especies de incubación interna. (1/2 hora)

Horas teóricas: 4

##### Unidad III. RESTAURACIÓN DE ARRECIFES A BASE DE RECLUTAS SEXUALES.

Capítulo 8. Problemática de cambio global y la reducción de cobertura coralinas. (2 hora)

Capítulo 9. Medidas para la restauración de arrecifes coralinos. (2 hora)

Capítulo 10. Técnicas de restauración (Fragmentación, Micro-fragmentación, Reclutas sexuales). (2 horas)

Capítulo 11. Ecología de Restauración. (1 hora)

Capítulo 12. Ética de Restauración. (1 hora)

Horas teóricas: 8

#### Unidad IV. TRABAJO PRÁCTICO EN LABORATORIO Y CAMPO.

Capítulo 13. Técnicas para la captura de gametos o larvas. (20 horas)

Capítulo 14. Etapas de desarrollo de corales. (4 horas)

Capítulo 15. Técnicas de cultivo de corales. (16 horas)

Capítulo 16. Técnicas de asentamiento de corales. (4 horas)

Horas teóricas: 44

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Bruckner A.W., Aronson R.B., Bruckner R.J. 2002. Endangered acroporid corals of the Caribbean. *Coral Reefs* 21: 41-42.
2. Frankham R., Ballou J.D. y Briscoe D.A. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*, Cambridge University Press: Cambridge.
3. Lirman D. 2000. Fragmentation in the branching coral *Acropora palmata* (Lamarck): growth, survivorship, and reproduction of colonies and fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 251:41–57.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Baums I.B., Miller M.W., Hellberg M.E. 2005. Regionally isolated populations of an imperiled Caribbean coral, *Acropora palmata*. *Molecular Ecology* 14: 1377–1390.
2. Baums I.B. 2008. A restoration genetics guide for coral reef conservation. *Mol Ecol* 17:2796–2811.
3. Rodriguez-Martinez R.E., Banaszak A., Mcfield M.D., Beltran-Torres A.U., Alvarez-Filip L. 2014. Assessment of *Acropora palmata* in the Mesoamerican Reef System. *PLoS ONE* 9(4): e96140.
4. Banaszak A. y Álvarez-Filip L. 2014. Diagnóstico y estado de conservación de las poblaciones de *Acropora* en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. Informe final. Programa de conservación de especies en riesgo. PROCER-CONANP. 57 pp.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   X  ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   X  ; Otras (especificar): Sitio web para intercambio de materiales y discusión de los temas.

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula   X  ; Asistencia   X  ; Seminario   ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ; Participación en clase   X  ; Otros (especificar): La acreditación se basará en las actividades realizadas individualmente, en participación en clase para algunas de las actividades y en un trabajo final por alumno que se presentará en formato de seminario.

Las calificaciones globales serán: 30% tareas parciales; 50% trabajo final; 20% participación en clase.

#### 18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Biología Marina.

## PROGRAMA DE ECOFISIOLOGÍA APLICADA

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **ECOFISIOLOGÍA APLICADA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intensivo.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Que el estudiante conozca los mecanismos de adaptación que los animales acuáticos han desarrollado para enfrentar las variaciones en los parámetros ambientales marinos en las que viven.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. En el caso de las especies cultivadas, el estudiante comprenderá cuales son los límites ambientales en donde el desempeño de los organismos es máximo y cuáles son los riesgos en que se incurren cuando las condiciones ambientales se encuentran por fuera de esos límites.

2. En el caso de las especies de interés ecológico el estudiante comprenderá los mecanismos fisiológicos que les han permitido a diversas especies de crustáceos, moluscos y peces habitar exitosamente la zona costera.

13) TEMARIO:

El propósito del presente curso teórico-práctico es conocer y analizar el desarrollo de la Ecofisiología como disciplina, actualizar aspectos metodológicos de la disciplina y discutir críticamente desde una perspectiva moderna, las aplicaciones potenciales de la ecofisiología, incluyendo los requerimientos de la sociedad actual de aplicar la generación de conocimientos a resolver problemas, muchos de ellos de orden productivo. La bioenergética será el enfoque central del curso con profundizaciones en aspectos puntuales, utilizando el

Balance de energía como ecuación integradora y la base para aplicaciones ante problemas asociados al medio ambiente y de la acuicultura. A diferencia del enfoque tradicional del desarrollo de tecnologías de cultivo que busca evaluar el producto final en términos de número y biomasa, la aproximación fisiológica a abordar en este curso permitirá al estudiante analizar las ventajas de poder obtener respuestas a las condiciones de cultivo muy tempranamente en el desarrollo de la tecnología, por medio de la cuantificación de parámetros clave de la fisiología de los organismos en cultivo.

Si bien se dará un énfasis en crustáceos, la aproximación fisiológica a discutir será aplicable a otros cultivos de invertebrados y vertebrados acuáticos.

Se consideran 72 horas para este curso de carácter intensivo, incluyendo teoría, actividades de discusión, laboratorios prácticos para el aprendizaje de metodologías y seminarios de investigación práctica a desarrollar por los (las) estudiantes durante los días del curso.

## 1. INTRODUCCION A LA ECOFISIOLOGIA: MODELO BIOENERGETICO Y FACTORES AMBIENTALES.

1.1. Introducción - Entrega de trabajos para lectura personal.

1.2. Definiciones. Aspectos generales de la ecofisiología y fisiología energética.

1.2.1. Modelo de balance de energía.

1.2.2. Adquisición de energía e índices de digestión aparente.

1.2.3. Energía metabolizable y excreción de productos nitrogenados.

1.2.4. Potencial de crecimiento y obtención de ATP.

1.3. Metodologías en fisiología energética.

1.3.1. Tasa de ingestión y estudios de digestibilidad.

1.3.2. Excreción de desechos nitrogenados.

1.3.3. Consumo de oxígeno y vías anaeróbicas de obtención de energía.

1.4. Factores ambientales y bioenergética.

1.4.1. Hambre y oferta de alimento en calidad y cantidad (pulsos de alimentación y Punto de no retorno, estimaciones indirectas de sustrato metabolizado por razón O/N y cuociente respiratorio RQ).

1.4.2. Energía derivada a mantención y homeostasis, a locomoción y actividad mecánica, acción dinámica específica y a crecimiento (niveles metabólicos, stress oxidativo, índices de tolerancia térmica y dependencia de oxígeno, costos de síntesis de compuestos).

1.4.3. Respuestas fisiológicas ante escenarios de cambio global (efectos de la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH).

## 2. MODELO BIOENERGETICO EN EL DESARROLLO DE TECNOLOGIAS DE CULTIVO.

2.1. Factores endógenos y bioenergética.

2.2. Hambre como condición fisiológica y su efecto en la bioenergética I.

2.3. Factores exógenos y bioenergética.

2.4. Fisiología embrionaria como respuesta a temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH.

2.5. Efectos de condiciones de cultivo sobre la respuesta fisiológica de larvas: alimentación, densidad de cultivo, grado de recambio de agua.

2.6. Aplicación del modelo de balance de energía en la determinación de la densidad de cultivo de juveniles y adultos.

2.7. Aproximación fisiológica en sistemas de recirculación.

2.8. Efectos fisiológicos en el transporte "in vivo" de crustáceos y otros invertebrados (emersión, condiciones de transporte).

## 3. LA ECOFIOLOGÍA DE LAS FASES LARVIARIAS DE CANGREJOS QUE HABITAN LA ZONA INTERMAREAL Y SUBMAREAL: LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS, LA ECOLOGÍA LARVARIA Y EL ÉXITO EN EL RECLUTAMIENTO.

3.1 Los factores del medio modulando el éxito de las fases larvarias.

3.2. Los mecanismos fisiológicos involucrados y la forma en que se acoplan a las variaciones ambientales.

3.3. La competencia por espacio en la zona inter y sub mareal.

3.4. La tolerancia al ambiente siempre cambiante: el ejemplo de la zona inter y submareal.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Anger K. 2001. The Biology of Decapod Crustacean Larvae. Crustacean Issues 14, AA Balkema Publishers, Lisse, 1-420.
2. Gilles R. (Ed in Chief). 1991. Advances in Comparative and Environmental Physiology. Vol. 7 Protein turnover – xenobiotic metabolism Lipoproteins. Springer Verlag, Heidelberg. 213 pp.
3. Hochachka P. y Somero. 2002. Biochemical adaptation. Mechanism and process in physiological evolution. Oxford University Press. Oxford, 466pp.
4. Lee D. y Wickins J. 1997. Cultivo de crustáceos. Acribia, Zaragoza, 450pp.
5. Randall, W. Burggren y K. French. 2002. Eckert Animal Physiology; Mechanisms and Adaptations, Fifth Edition . W.H. Freeman y Co., New York, 728pp.
6. Schmidt-Nielsen K. 1997. Animal physiology : - Adaptation and environment. 5 ed. New York : Cambridge University press, 612 pp.
7. Somero G. (Ed.). 1998. The Biology of Oxygen. Evolutionary, physiological and molecular aspects. The Company of Biologist Limited. Cambridge, 211 pp.
8. Vinogradov W., Kapp O. 1991. Structure and function of Invertebrate Oxygen Carriers. Springer-Verlag, New York. 352pp.
9. Wang L. (Ed). 1989. Advances in Comparative and Environmental Physiology. Vol. 4. Animal adaptation to Cold. Springer Verlag, Heidelberg. 441 pp.
10. Wieser W. 1986. Bioenergetik. Energietransformationen bei Organismen. Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart, 245 pp.
11. Wieser W., Gneiger E. 1989. Energy transformations in cells and Organisms. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 330 pp.
12. Willmer P., Stone G., Johnston I. 2000. Environmental Physiology of animals. Blackwell Science Ltd., London, 644 pp.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Claireaux G., Chabot D. 2016. Responses by fishes to environmental hypoxia: integration through Fry's concept of aerobic metabolic scope. J. Fish. Biol. 88, 232-251.
2. Cumillaf J.P., Blanc J., Paschke K., Gebauer P., Díaz F., Chimal M.E., Vázquez J., Rosas C. 2016. Thermoregulatory behaviour, respiratory metabolism and blood metabolites of the sub-polar–temperate estuarine crab *Hemigrapsus crenulatus* (Crustacea: Decapoda: Varunidae). Biol. Open 5, 220-228.
3. Deutsch C., Farrel A., Seibel B., Pörtner H.O., Huey R.B. 2015. Climate change tightens a metabolic constraint on marine habitats. Science 348, 1132-1135.
4. Farrell A.P. 2016. Pragmatic perspective on aerobic scope: peaking, plummeting, pejus and apportioning. J. Fish. Biol. 88, 322-343.
5. Glenn E., Comarazamy D., González J.E., Smith T. 2015. Detection of recent regional sea surface temperature warming in the Caribbean and surrounding region. Geophysical research letters 42, 6785–6792, doi:6710.1002/2015GL065002.
6. Gvoždík L., Kristín P. 2017. Economic thermoregulatory response explains mismatch between thermal physiology and behavior in newts. J. Exp. Biol. 10.1242/jeb.145573.
7. Lam V.W.Y. 2016. Projected change in global fisheries revenues under climate change Sci. Rep. 6, 32607; doi: 10.1038/srep32607.
8. Lefevre S. 2016. Are global warming and ocean acidification conspiring against marine ectotherms? A meta-analysis of the respiratory effects of elevated temperature, high CO2 and their interaction. Conservation Physiology 4.
9. Madeira C., Madiera D., Diniz M., Cabral H.N., Vinagre C. 2016a. Thermal acclimation in clownfish: An integrated biomarker response and multi-tissue experimental approach. Ecological Indicators 71, 280-292.

10. Madeira D., Costa P.R., Vinagre C., Diniz M., 2016b. When warming hits harder: survival, cellular stress and thermal limits of *Sparus aurata* larvae under global change. *Mar. Biol.* 163, 91- 105.
11. Mascaró M., Amaral-Ruiz M., Huipe-Zamora I., Martínez-Moreno G., Simoes N., Rosas C. 2015. Thermal tolerance and phenotypic plasticity in juvenile *Hippocampus erectus* Perry, 1810: Effect of acute and chronic exposure to contrasting temperatures *Journal Experimental Marine Biology and Ecology* 483, 112-119.
12. Nagelkerken I., Connell S. 2015. Global alteration of ocean ecosystem functioning due to increasing human CO2 emissions. . *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 112, 1327272-1327277.
13. Pratchett M.S., Cameron D.S., Donelson J., Evans L.H., Frisch A.J., Hobday A.J., Hoey A.S., Marshall N.A., Messmer V., Munday P.L., Pears R., Pecl G., Reynolds A., Scott M., Tobin A., Tobin R., Welch D.J., Williamson D.H., 2017. Effects of climate change on coral grouper (*Plectropomus* spp.) and possible adaptation options. *Rev Fish Biol Fisheries* DOI: 10.1007/s11160-016-9455-9.
14. Rezende E.L., Castañeda L.E., Santos M. 2014. Tolerance landscape in thermal ecology. *Functional Ecology* 28, 799-809.
15. Rodríguez-Fuentes G., Murúa-Castillo M., Díaz F., Rosas C., Caamal-Monsreal C., Sánchez A., Paschke K., Pascual C. 2017. Ecophysiological biomarkers defining the thermal biology of the Caribbean lobster *Panulirus argus*. *Ecological Indicators* in press, doi: 10.1016/j.ecolind.2017.03.011.
16. Sánchez-García A., Rodríguez-Fuentes G., Díaz F., Galindo-Sánchez C., Ortega K., Mascaró M., López E., Caamal-Monsreal C., Juárez O., Noreña-Barroso E., Re D., Rosas C. 2017. Thermal sensitivity of *O. maya* embryos as a tool for monitoring the effects of environmental warming in the Southern of Gulf of Mexico. *Ecological Indicators* 72, 574-585.
17. Seebacher F., C.R. W., Franklin C.E. 2014. Physiological plasticity increases resilience of ectothermic animals to climate change. *Nature Climate Change* 5, 61-66.
18. Simoes N., Ross R.D. 2016. An Indo-Pacific damselfish on an oil plataform in the southwest Gulf of México, Zenodo, doi: 10.5281/zenodo.58455.
19. Tepolt C.K., Somero G.N. 2014. Master of all trades: thermal acclimation and adaptation of cardiac function in a broadly distributed marine invasive species, the European green crab, *Carcinus maenas*. *J. Exp. Biol.* 217, 1129-1138.
20. Vinagre C., Leal I., Mendonca V., Madeira D., Narciso L., Diniz M., Flores A.A.V. 2016. Vulnerability to climate warming and acclimation capacity of tropical and temperate coastal organisms. *Ecol. Ind.* in press: doi: 10.1016/j.ecolind.2015.11.010.
21. Vinagre C., Madeira D., Mendonca V., Dias M., Roma J., Diniz M. 2014. Effect of temperature in multiple biomarkers of oxidative stress in coastal shrimp. *Journal of Thermal Biology* 41, 38-42.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   ; Ejercicios en clase   ; Ejercicios fuera del aula   ; Seminarios   ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   X  ; Otras (especificar):

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula   ; Asistencia   X  ; Seminario   X  ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ; Participación en clase   ; Otros (especificar):

#### 18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Ecofisiología de organismos marinos, Acuicultura, Ecología Marina.

#### 19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores son especialista en temas de Ecofisiología de organismos acuáticos. El Dr. Carlos Rosas y El Dr. Kurt Paschke ha realizado diversas investigaciones en el campo de las



adaptaciones que los organismos cultivados requieren para vivir en ambientes de cultivo. La Dra. Gebaüer ha trabajado en las adaptaciones fisiológicas involucradas en el reclutamiento de especies de crustáceos de interés para la comprensión de los mecanismos biológicos y ambientales que determinan el reclutamiento en los ambientes inter-mareales.

## **PROGRAMA DE ECOLOGÍA DE ORGANISMOS MARINOS Y DULCEACUÍCOLAS**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **ECOLOGÍA DE ORGANISMOS MARINOS Y DULCEACUÍCOLAS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina X; Geología Marina   ; Limnología X; Oceanografía Física   ;  
Química Acuática:   .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Al finalizar el curso el alumno será capaz de resolver modelos que interpreten: el crecimiento, el reclutamiento y la mortalidad natural y por pesca, con relación a parámetros físicos, químicos y geológicos, aplicando sus conocimientos sobre la dinámica de poblaciones tanto de organismos marinos como dulceacuícolas, así como las bases matemáticas correspondientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Composición por clases de tallas y grupos de edad de la población.
2. Factores aditivos de la población: crecimiento y reclutamiento.
3. Factores sustractivos de la población: mortalidad total, natural y por pesca.
4. Formulación de modelos sobre simulación y predicción de capturas.
5. Análisis matemáticos: Estimadores de densidad por kernel, polígonos de frecuencia e histogramas.

13) TEMARIO:

UNIDAD I (16 horas).

1. Historia de las pesquerías. Áreas pesqueras marinas. Regiones oceánicas de la Zona Económica Exclusiva de México. Mar Territorial. Estado actual y rendimiento de las pesquerías en México y el mundo. Características de las principales pesquerías.

2. Análisis de los patrones de distribución y abundancia de las especies sometidas a explotación comercial. Teoría de muestreo. Características de una muestra significativa. Obtención de parámetros merísticos y biológicos de una muestra.
3. Modelo Teórico de una población: factores aditivos: crecimiento y reclutamiento, factores sustractivos: mortalidad natural y por pesca. Estructura de la población por grupos de edad y por clases de tallas.
4. Determinación de los grupos de edad por medio del análisis de la distribución de frecuencia de tallas. Métodos de Petersen, Cassie y Bhattacharya.
5. Determinación de la edad por medio del análisis de los anillos de crecimiento en estructuras duras: otolitos, escamas, vértebras, espinas y opérculos.

#### UNIDAD II (16 horas).

1. Modelo de Ludwig von Bertalanffy, obtención de las constantes para el estudio del crecimiento en longitud, peso y compensatorio. Obtención de la longevidad. Análisis de los parámetros de crecimiento en relación a la temperatura y latitud. Diferencias del crecimiento entre sexos.
2. Desove. Características de las gonadas. Ciclo de madurez gonádica. Alimentación y desarrollo, régimen alimenticio y su variación con respecto a la edad. Variaciones estacionales en la composición de la dieta. Índice de reservas grasas. Factor de condición. Hábitos alimenticios.
3. Clases de reclutamiento y su estimación por medio del método del área de barrida. Selectividad de los artes de pesca. Talla media de selección y factor de selección.
4. Análisis de la mortalidad total, natural y por pesca. Modelos de series de tiempo y de rendimiento máximo sostenible.

#### UNIDAD III (16 horas).

1. Breve introducción al paquete estadístico Stata.
2. Breve introducción a la hoja de cálculo EXCEL.
3. Procedimientos Exploratorios para análisis de distribuciones datos univariados.
  - 3.1. Diagramas univariados de dispersión.
  - 3.2. Diagramas de puntos.
  - 3.3. Diagramas de tallo y hoja.
  - 3.4. Histogramas y polígonos de frecuencia.
4. Estimadores de densidad por kernel.
  - 4.1. Trazas de densidad.
  - 4.2. Estimadores simples de densidad.
  - 4.3. EDK de amplitud de banda variable.

#### UNIDAD IV (16 horas).

1. Breve introducción al paquete EDK2000.
2. Reglas prácticas para la elección de parámetros de suavización (número y ancho de intervalos).
  - 2.1. Para histogramas y polígonos de frecuencia.
  - 2.2. Para estimadores de densidad por kernel.
3. Caracterización de componentes gaussianos.
  - 3.1. Preparación de datos.
  - 3.2. Método de Bhattacharya: Programas bhattachplt y bhatgauc.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Salgado UIH, J.L. M. Gómez y B M. Peña. 2005. Métodos actualizados para análisis biológico-pesqueros. FES Zaragoza, UNAM. 240 pp.
2. Sokal R.R. y F.J. Rohlf. 1981. Biometry. W. Hoo. Freeman and Co. Publ. San Francisco, CA. 776 pp.
3. Sparre P. y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca, 2(306), 420 pp.

4. Sugunan V.V. 1997. Fisheries management of small water bodies in seven countries in Africa, Asia and Latin America. FAO Fisheries Circular. No. 933. Rome, FAO. 149 pp.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Everhart W.H. y W.D. Youngs. 1981. Principles of Fishery Science. Second Edition. Cornell University Press. 350 pp.
2. Fernando C.H. 1991. Impacts of fish introductions in Tropical Asia and America. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48 Suppl. 1: 24-32.
3. Granados L.C. 2002. Ecología de Peces. Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, 352 pp.
4. King M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books, Blackwell Science, Ltd., 341 pp.
5. Lagler F.K., J.E. Bardach, R.R. Miller y R.D. Passino. 1977. Ichthyology. Second Edition. John Wiley and Sons, 506 pp.

También se les proporcionarán a los alumnos los artículos científicos complementarios para cada tema para su discusión en clase.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar): Incorporación de ejercicios de clase al trabajo de Tesis de Maestría y Doctorado.

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Dinámica de poblaciones de organismos marinos, Dinámica trófica, Análisis Matemáticos, Manejo de paquetes estadísticos STATA y Genética de poblaciones.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores han de contar con un grado de posgrado, preferentemente doctorado, y ser expertos en las líneas de investigación mencionadas, además de tener experiencia docente.

## **PROGRAMA DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOGEOQUÍMICA MARINA**

1) ENCABEZADO

### **PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOGEOQUÍMICA MARINA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El curso está diseñado para ofrecer al alumno los fundamentos básicos de los procesos biogeoquímicos y la importancia de la diversidad microbiana en la ecología y los ciclos de nutrientes en los ecosistemas marinos, así como su relación con las actividades humanas y las consecuencias de la alteración de la diversidad microbiana y del equilibrio biogeoquímico marino en el cambio climático global y el mantenimiento de los ecosistemas marinos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Conocer la taxonomía microbiana y la enorme diversidad metabólica de los microorganismos acuáticos.
2. Tener una visión global y actualizada de la importancia de las comunidades microbiana en el control de los ciclos de nutrientes de los ecosistemas marinos y su impacto en el equilibrio de la biosfera y en la dinámica global del planeta.
3. Conocer los principios fundamentales de la estructura, dinámica y distribución de las comunidades microbianas en los ecosistemas marinos, así como las interrelaciones entre las comunidades acuáticas y el medio en el cual viven.
4. Tener una visión general de la implicación de los microorganismos en el manejo sostenible de los ecosistemas marinos.

5. Analizar la literatura científica relacionada con la ecología microbiana y la biogeoquímica acuática.
6. Conocer los diferentes métodos de análisis de los ciclos de nutrientes y las nuevas técnicas para el estudio de la ecología microbiana acuática.
7. Diseñar estrategias y metodologías de análisis de las comunidades microbianas marinas para aplicar criterios conducentes a la posible resolución de problemas actuales ligados al cambio climático global, emisión de gases de efecto invernadero, eutrofización, zonas muertas y la contaminación de los sistemas marinos mexicanos, entre otros.

### 13) TEMARIO:

#### Unidad 1. Introducción. (6 horas)

- 1.1. ¿Qué es y para qué estudiar la comunidad microbiana acuática?
- 1.2. Diversidad y función de los microorganismos en los ecosistemas acuáticos.
- 1.3. Definiciones y clasificaciones.
- 1.4. Diversificación del metabolismo microbiano.

#### Unidad 2. Condiciones generales del ambiente marino. (7 horas)

- 2.1. Conceptos básicos: El ciclo hidrológico, el dominio pelágico, zonas eufótica y afótica, puntos de compensación y crítico, termoclina, pycnoclina, capas de agua.
- 2.2. Condiciones físicas: luz y temperatura.
- 2.3. Condiciones químicas: salinidad, oxígeno y nutrientes.
- 2.4. Dinámicas: corrientes, mareas, olas, surgencias, turbulencia.

#### Unidad 3. Clasificación taxonómica de los microorganismos acuáticos. (9 horas)

- 3.1. La biodiversidad microbiana como resultado del proceso evolutivo. Los dominios microbianos: Eukarya, Bacteria y Archaea.
- 3.2. Linajes del fitoplancton: Bacillariophyta (Diatomeas); Dinophyta (Dinoflagelados); Haptophyta (Cocolitofóridos y otros); Crisofíceas y silicoflagelados; Rafidofíceas; Criptofíceas; Algas verdes: Prasinofíceas, Clorofíceas y Euglenofíceas; Cianofitas o Cianobacterias (algas azul-verdes).
- 3.3. Linajes de procariontes más importantes en los sistemas acuáticos.
- 3.4. Los virus acuáticos.

#### Unidad 4. Características y ecología de las comunidades microbianas acuáticas. (10 horas)

- 4.1. Niveles de organización: Especie, población, comunidad, organización jerárquica.
- 4.2. Principios de la teoría ecológica. Diversidad, estabilidad.
- 4.3. Relaciones ecológicas entre los microorganismos. Competencia y cooperación.
- 4.4. Estructura y distribución de las comunidades microbianas acuáticas.
- 4.5. Composición bioquímica: razones C:N:P.
- 4.6. Pigmentos fotosintéticos.
- 4.7. Tasas de crecimiento.
- 4.8. Importancia de los grupos taxonómicos, grupos funcionales y fracciones de talla del fitoplancton.

#### Unidad 5. Ciclos biogeoquímicos. (8 horas)

- 5.1. Ciclo del Carbono. Metanogénesis en los ambientes acuáticos.
- 5.2. Ciclo del Nitrógeno. Fijación del nitrógeno, nitrificación, desnitrificación y anammox.
- 5.3. Ciclo del Azufre. Reducción de sulfatos y producción de sulfuro de hidrógeno. Oxidación del sulfuro y del azufre elemental. Compuestos orgánicos del azufre.
- 5.4. Ciclo del Hierro. Reducción y oxidación bacteriana del hierro. Producción de sideróforos por bacterias marinas.

#### Unidad 6. Productividad en los sistemas acuáticos. (8 horas)

- 6.1. Productividad Primaria: Conceptos de productividad, fotosíntesis, rendimiento fotosintético, biomasa. Microorganismos involucrados. Factores que afectan la producción primaria.
- 6.2. Productividad Bacteriana.
- 6.3. Cadenas tróficas microbianas acuáticas. Simbiosis, pastoreo y heterotrofia. La importancia de los virus en el control de las comunidades microbianas acuáticas.

Unidad 7. Métodos para el estudio de las comunidades microbianas acuáticas. (10 horas)

- 7.1. Técnicas de medición de la productividad primaria: Métodos de O<sub>2</sub> y <sup>14</sup>C. Otros métodos.
- 7.2. Cuantificación de clorofilas y pigmentos.
- 7.3. Análisis bioquímico de fitoplancton.
- 7.4. Análisis cualitativo: identificación de microorganismos.
- 7.5. Análisis cuantitativo: recuento de células microbianas.
- 7.6. Análisis, identificación y conteo por citometría de flujo, énfasis en picofitoplancton (*Prochlorococcus*, *Synechococcus* y células piceucariotas).
- 7.7. Técnicas de moleculares para el estudio de la ecología microbiana acuática: Métodos basados en PCR y secuenciación masiva. Casos de estudio

Unidad 8. Estructura y dinámica de las comunidades microbianas. (10 horas).

- 8.1. Sucesión y competencia.
- 8.2. Variaciones temporales. Florecimientos y mareas rojas.
- 8.3. Proceso de ensamblaje comunitario. Riqueza de especies.
- 8.4. Concepto de Unidad Taxonómica Operacional. Índices de diversidad
- 8.5. Estrategias de vida y asociaciones de organismos.
- 8.6. Paradoja del plancton.
- 8.7. Adaptaciones pigmentarias en distintos tipos de sistemas, el caso de *Synechococcus* sp.
- 8.8. Microbiología de las profundidades de los océanos. Chimeneas hidrotermales. Bioluminiscencia bacteriana.
- 8.9. Crecimiento microbiano en biopelículas. Relaciones entre colonización, adhesión y biopelículas.

Unidad 9. Distribuciones vertical, latitudinal y geográfica (6 horas)

- 9.1. Formación de parches.
- 9.2. Factores que afectan la distribución vertical.
- 9.3. Patrones de distribución: zonas costeras, oceánicas y de surgencia.
- 9.4. Biogeografía.

Unidad 10. Las comunidades microbianas en el control de los ciclos globales. (6 horas)

- 10.1. Importancia de los microorganismos en el mantenimiento del equilibrio geoquímico global.
- 10.2. Principales actividades antrópicas relacionadas con el cambio climático y otros cambios globales.
- 10.3. Consecuencias de la eutrofización.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Brodie J., Lewis J. 2007. Unravelling the algae. The past, present and future of algal systematics. The Syst. Assoc. Spec. Vol. Ser. 75. CRC Press. 376 pp
2. Libes S.M. 2009. An Introduction to Marine Biogeochemistry. 2<sup>a</sup> ed. John Wiley and Sons, Inc. 910 pp.
3. Madigan M.T., et al. 2015. Brock Biology of Microorganisms. 14<sup>a</sup> ed. Benjamin Cummings. 1032 pp.
4. Madsen E.L. 2015. Environmental Microbiology: From Genomes to Biogeochemistry. 14<sup>a</sup> ed. Wiley-Blackwell. 592 pp.

5. Overbeck J., Chrost R. 2011. Aquatic Microbial Ecology: Biochemical and Molecular Approaches. Brock Springer Series.
6. Pepper I.L., Gerba C.P., Gentry T.J. 2014. Environmental Microbiology. 3<sup>a</sup> ed. Academic Press. 728 pp.
7. Reynolds C. 2006. Ecology of Phytoplankton. EBC, Cambridge. 535 pp.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

##### Libros:

1. Falkowski P.G., Knoll A.H. 2007. Evolution of primary producers in the sea. Elsevier Academic Press. 441 pp.
2. Fenchel T., King G.M., Blackburn T.H. 2012. Bacterial biochemistry: The ecophysiology of mineral cycling. 3<sup>a</sup> ed. Elsevier Academic Press.
3. Granéli E., Turner J.T. 2006. Ecology of Harmful Algae. Springer. 413 pp.
4. Joint I. 2011. Molecular Ecology of Aquatic Microbes. Nato ASI Series.
5. Karlson B., Cusack C., Bresnan E. 2010. Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. IOC Manual and guides 55, UNESCO. Paris. 114 pp.
6. Mitchell R., Gu J.D. 2009. Environmental Microbiology. 3<sup>a</sup> ed. Wiley-Blackwell.
7. Srivastava M.L. 2008. Microbial Biochemistry. Alpha Science.
8. Worden A.Z., Not F. 2008. Ecology and diversity of picoeukaryotes. En: Kirchman, D.L. (Ed.). Microbial ecology of the Oceans. 2<sup>a</sup> ed. John Wiley and Sons, Inc. 159-205.

##### Artículos:

1. Buitenhuis E., et al. 2012. Picophytoplankton biomass distribution in the global ocean. Earth System Science Data Discussions, 5: 221-242.
2. Capone D.G., Hutchins D.A. 2013. Microbial biogeochemistry of coastal upwelling regimes in a changing ocean. Nature Geoscience, 6: 711-717.
3. de Vargas C., et al. 2015. Eukaryotic plankton diversity in the sunlit ocean. Science, 348 (6237): 1-11.
4. Hernández-Becerril D.U. 2014. Biodiversidad de algas planctónicas marinas (Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: S44-S53.
5. Johnson Z.I., Martiny A.C. 2015. Techniques for quantifying phytoplankton biodiversity. Annual Review of Marine Science, 7: 299-324.
6. Keeling R.E., Körtzinger A., Gruber N. 2010. Ocean deoxygenation in a warming world. Annual Review of Marine Science, 2: 199-229.
7. Not F., Siano R., Kooistra W.H.C.F., Simon N., Vaultot D., Probert I. 2012. Diversity and ecology of eukaryotic marine phytoplankton. Advances in Botanical Research, 64: 1-53.
8. Prosser J.I., Bohannan B.J.M., Curtis T.P. 2007. The role of ecological theory in microbial ecology. Nature Reviews Microbiology, 5: 384-392.
9. Simon N., Cras A.L., Foulon E., Lemée R. 2009. Diversity and evolution of marine phytoplankton. C.R. Biologies, 332: 159-170.
10. Sogin M.L., Morrison H.G., Huber J.A. 2006. Microbial diversity in the deep sea and the underexplored "rare biosphere". PNAS, 13: 12115–12120.
11. Suttle CA. 2007. Marine viruses: major players in the global ecosystem. Nature Reviews Microbiology, 5: 801-812.
12. Wright J.J., Konwar K.M., Hallam S.J. 2012. Microbial ecology of expanding oxygen minimum zones. Nature Reviews Microbiology, 10: 381-394.
13. Zehr J.P., Kudela R.M. 2011. Nitrogen cycle of the open ocean: from genes to ecosystems. Annual Review of Marine Science, 3: 197-225.



16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar): Sitio web para intercambio de materiales y discusión de los temas.

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

La evaluación se basará en las actividades realizadas por los alumnos (principalmente trabajos en parejas o pequeños equipos para fomentar la discusión y el intercambio de ideas), así como exámenes parciales, discusión de artículos de investigación, participación en clase y la elaboración de un proyecto final por equipo que se presentará en formato de seminario.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

El curso se inserta en las líneas de investigación de la biología marina, ecología microbiana, biogeoquímica, química, biología molecular y cambio climático.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores deberán de contar con el grado mínimo de Doctor y conocer las bases teórico-prácticas de la ecología de comunidades microbianas en sistemas acuáticos, así como contar con experiencia en docencia en cursos relacionados con microbiología.

## PROGRAMA DE ESTIMACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

1) ENCABEZADO

### PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **ESTIMACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina   X  ; Geología Marina   ; Limnología   X  ; Oceanografía Física   ;  
Química Acuática:   .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica-práctica

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Analizar los métodos utilizados para describir y cuantificar la diversidad de especies de las comunidades.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Reconocer el origen conceptual de la diversidad de especies y sus implicaciones en el estudio de la biodiversidad.
2. Analizar el problema de patrones y escalas en ecología, y las implicaciones en la estimación de la diversidad de especies.
3. Identificar y aplicar los métodos de estimación de diversidad de especies según los componentes.
4. Identificar y aplicar los métodos de descripción de la distribución de especies.
5. Analizar la relación entre riqueza de especies, abundancia de individuos y distribución.
6. Identificar métodos para describir la diversidad funcional.

13) TEMARIO:

Unidad I. Biodiversidad y Diversidad de especies. (4 horas teoría)

1. Retos y oportunidades para el estudio de la biodiversidad
2. Definiciones clave: Biodiversidad, Nicho de Hutchinson, Diversidad de Especies y sus componentes.

3. Importancia y estado del campo.

Unidad II. Escalas espaciales y temporales. (16 horas)

1. Escalas en ecología.
2. Inferencia estadística y aplicación de la teoría de muestreo.
3. Métodos para evaluar desempeño de muestreos en diversidad de especies.
4. Diseños de muestreo para detectar cambios en la diversidad de especies.

Unidad III. Estimación de Diversidad. (32 horas)

1. Estimación de riqueza de especies: alfa y gamma diversidad.
2. Estimadores de diversidad de especies: índices de diversidad.
3. Composición de especies y beta diversidad.

Unidad IV. Distribución de especies. (8 horas)

1. Relación especies comunes y raras.
2. Distribución de abundancia de especies (RAD; SAD).
3. Ajuste y evaluación empírica de modelos.
4. Ocurrencia y ocupación de especies.

Unidad V. Diversidad Funcional. (4 horas)

1. Definiciones generales.
2. Índices de rasgos y diversidad funcional.
3. Descomposición de la diversidad funcional.
4. Métodos.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Borcard D., Gillet F. y Legendre P. (2011) *Numerical Ecology with R*. Springer, New York.
2. Clarke K.R., Gorley R.N., Somerfield P.J. y Warwick R.M. (2014) *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 3rd edn. PRIMER-E, Ltd., Plymouth.
3. Magurran A.E. y McGill B.J. (2011) *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press Oxford.
4. Stevens M.H. (2009) *A Primer of Ecology with R*. Springer Science y Business Media.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Anderson M.J., Crist T.O., Chase J.M., Vellend M., Inouye B.D., Freestone A.L., Sanders N.J., Cornell H.V., Comita L.S., Davies K.F., Harrison S.P., Kraft N.J.B., Stegen J.C. y Swenson N.G. (2010) Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14, 19-28.
2. Baselga A. y Orme C.D.L. (2012) betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 808-812.
3. Chao A., Colwell R.K., Lin C.-W. y Gotelli N.J. (2009) Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. *Ecology*, 90, 1125-1133.
4. Chao A., Ma K.H. y Hsieh T.C. (2015) *SpadeR: Species prediction and diversity estimation with R. R package version 0.1.0*.
5. Colwell, R.K. y Elsensohn, J.E. (2014) EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37, 609-613.
6. Gotelli N.J., Anderson M.J., Arita H.T., Chao A., Colwell R.K., Connolly S.R., Currie D.J., Dunn R.R., Graves G.R., Green J.L., Grytnes J.-A., Jiang Y.-H., Jetz W., Kathleen Lyons S., McCain C.M., Magurran A.E., Rahbek C., Rangel T.F.L.V.B., Soberón J., Webb C.O. y Willig M.R. (2009) Patterns and causes of species richness: a general simulation model for macroecology. *Ecology Letters*, 12, 873-886.
7. Guerra-Castro E., Cruz-Motta J.J. y Conde J.E. (2011) Cuantificación de la diversidad de especies incrustantes asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* L. en el Parque Nacional Laguna de La Restinga. *Interciencia*, 36, 923-930.

8. Guerra-Castro E.J., Conde J.E. y Cruz-Motta J.J. (2016) Scales of spatial variation in tropical benthic assemblages and their ecological relevance: epibionts on Caribbean mangrove roots as a model system. *Marine Ecology Progress Series*, 548, 97-110
9. Gwinn D.C., Allen M.S., Bonvechio K.I., V. Hoyer M. y Beesley L.S. (2016) Evaluating estimators of species richness: the importance of considering statistical error rates. *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 294-302.
10. Legendre P. y De Cáceres M. (2013) Beta diversity as the variance of community data: dissimilarity coefficients and partitioning. *Ecology Letters*, 16, 951-963.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Oceanografía biológica, Biodiversidad, Ecología de ecosistemas marinos, Resiliencia y restauración de sistemas acuáticos, Sistemas arrecifales, Sistemas costeros, Ecología de comunidades, Macroecología e Impacto Ambiental.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores deberán contar con el grado de Doctor en ciencias biológicas o ecológicas, con especial conocimiento en las bases teórico-prácticas de estimar diversidad de especies en ecología de comunidades y macroecología a diferentes escalas espaciales y bajo diferentes contextos. Deberán contar con experiencia docente e investigativa en la materia que permita identificar las dificultades conceptuales, prácticas y computacionales que presentan los alumnos.

**PROGRAMA DE “EVALUACIÓN DE COMUNIDADES BENTÓNICAS ARRECIFALES POR MEDIO DE VIDEOTRANSECTOS”**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **“EVALUACIÓN DE COMUNIDADES BENTÓNICAS ARRECIFALES POR MEDIO DE VIDEOTRANSECTOS”.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Que el alumno adquiera los conocimientos y las habilidades necesarias para proponer, implementar, analizar e interpretar resultados de evaluaciones de comunidades bentónicas arrecifales sésiles en arrecifes coralinos del Atlántico Occidental, obtenidas por medio de videotransectos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Que el alumno se familiarice con la estructura geomorfológica y la zonación arrecifal de los arrecifes coralinos del Atlántico Occidental.
2. Que el alumno se familiarice con los componentes de las comunidades bentónicas sésiles de los arrecifes coralinos, con énfasis en los grupos taxonómicos de corales y algas.
3. Que el alumno aprenda a identificar los efectos de la variabilidad ambiental en la distribución espacial de los componentes de las comunidades bentónicas sésiles del arrecife.
4. Que el alumno conozca los procesos naturales y artificiales que influyen en el estado de condición de un arrecife.

Asimismo se pretenden los siguientes objetivos formativos:

1. Propiciar el desarrollo de estructuras cognoscitivas y afectivas que contribuyan al análisis adecuado de su realidad y a la mejor comprensión de objetivos y contenidos de la materia.
2. Contribuir al desarrollo de la capacidad de identificar, priorizar y aplicar conceptos o ideas claves en textos e informaciones de carácter científico.
3. Impulsar el desarrollo de hábitos, habilidades y estilos de aprendizaje propios de la naturaleza científica de su carrera.
4. Propiciar un aprendizaje significativo a largo plazo y útil en la solución de problemas y toma de decisiones.
5. La adquisición y el fortalecimiento de actitudes y valores por parte del alumno como individuo, es decir, como persona con potencialidad de desarrollo.

### 13) TEMARIO:

#### Unidad I. ¿Qué es un Arrecife Coralino? Horas teóricas: 7, Horas Prácticas 7

##### Capítulo 1. Corales y su fisiología.

- 1.1. Taxonomía de corales, octocorales e hidrocorales.
- 1.2. Morfología de un pólipo coralino.
- 1.3. Simbiosis con zooxantelas e importancia de los clados.

##### Capítulo 2. Reproducción.

- 2.1. Sexual.
  - 2.1.1. Eventos de desove masivos y sus implicaciones para la supervivencia.
- 2.2. Asexual.
  - 2.2.1. Fragmentación de colonias.

##### Capítulo 3. Calcificación y Crecimiento.

- 3.1. Extensión esquelética y densidad.
- 3.2. Implicaciones del crecimiento en la complejidad del hábitat.

##### Capítulo 4. Tipos y Distribución de Arrecifes Coralinos.

- 4.1. Arrecifes de borde, mesetas ó bancos, atolones y arrecifes de barrera.
- 4.2. Arrecifes someros tropicales.
- 4.3. Arrecifes mesofóticos.

##### Capítulo 5. Corales del Atlántico Occidental y Otros Componentes Importantes del Arrecife.

- 5.1. Especies constructoras de arrecifes vs. No constructoras.
- 5.2. Grandes grupos funcionales
  - Ejercicios con Guía de Identificación Visual de Organismos Bentónicos Arrecifales v. 3.0

#### Unidad II. Procesos Ecológicos en el Arrecife. Horas teóricas: 7

##### Capítulo 6. Zonación Arrecifal.

- 6.1. Geomorfología.
- 6.2. Efecto de variables ambientales en la distribución de las especies.
- 6.3. Plasticidad morfológica de especies coralinas.

##### Capítulo 7. Competencia entre Organismos Sésiles.

- 7.1. El espacio como factor limitante.
- 7.2. Cambios de fase, histéresis y estados alternativos.

##### Capítulo 8. Conectividad y Reclutamiento.

- 8.1. Corrientes oceánicas.
- 8.2. Dispersión y transporte larvario.
- 8.3. Arrecifes fuente y depósito.
- 8.4. Condiciones para el asentamiento larvario.

##### Capítulo 9. Funciones de los principales componentes arrecifales.

- 9.1. Corales.
- 9.2. Algas.
- 9.3. Peces.

- 9.4. Esponjas.
- 9.5. Invertebrados vágiles.
- 9.6. El componente perdido: Mamíferos marinos.

Unidad III. Presiones Naturales y Artificiales en el Arrecife. Horas teóricas: 10, Horas Prácticas 4

Capítulo 10. Temperatura y Blanqueamiento.

- 10.1. Monitoreo de temperatura local y global.
- 10.2. Causas fisiológicas del blanqueamiento.
- 10.3. Efectos del blanqueamiento.

Capítulo 11. Sedimentación, Materia Orgánica y Nutrientes.

- 11.1. Causas del incremento de contaminantes en el arrecife.
- 11.2. Monitoreo de tasas de sedimentación.
- 11.3. Evaluación de calidad de agua.
- 11.4. Efectos del incremento de contaminantes en el arrecife.

Capítulo 12. Enfermedades Coralinas.

- 12.1. Patógenos causantes y especies afectadas.
- 12.2. Efectos de las enfermedades coralinas.
- Ejercicio de Identificación de enfermedades coralinas y blanqueamiento.

Capítulo 13. Pesca.

- 13.1. Controles "Top-Down" de las comunidades bentónicas.
- 13.2. Efectos de la herbivoría (y de la reducción de esta).

Capítulo 14. Cambio Climático.

- 14.1. Extinciones masivas de arrecifes en la historia geológica.
- 14.2. Acidificación del océano.
- 14.3. Incremento en el nivel medio del mar.

Unidad IV. Caracterización y Evaluación de Comunidades Bentónicas Arrecifales Sésiles. Horas Teóricas: 7, Horas Prácticas 28.

Capítulo 15. Indicadores de Estado de Condición.

- 15.1. ¿Porque utilizar indicadores?
- 15.2. Estándares internacionales y que implica cada uno.
- 15.3. Rangos de indicadores en la región del Atlántico occidental.

Capítulo 16. Diseños Muestrales.

- 16.1. Tipos de Diseños y Aplicaciones.
- 16.2. Diseños asistidos por sistemas de información geográfica e imágenes de satélite.
- 16.3. Aplicaciones de modelos digitales batimétricos en planeación y logística de evaluación arrecifal.

Capítulo 17. Técnica de Análisis de Videotransectos.

- 17.1. Metodología en campo
- Ejercicios de captura y análisis de vídeos en computadora.
- Ejercicios de captura, construcción y depuración de bases de datos.

Capítulo 18. Análisis Espacial y Multivariado de Datos.

- Ejercicios de:
  1. Obtención de indicadores (cobertura, complejidad topográfica, riqueza y diversidad de especies, densidad de colonias coralinas).
  2. Generación de bases de datos georreferidas.
  3. Visualización de datos en sistemas de información geográfica.
  4. Integración de métodos multivariados (análisis aglomerativo jerárquico, análisis de redundancia, análisis de escalamiento multidimensional no-métrico, SIMPER y ANOSIM).

Capítulo 19. Interpretación de Resultados.

- 19.1. Integración de la información obtenida.

19.2. Respuesta a las interrogantes ¿Que tan bien o mal está mi arrecife? y ¿Comparado con qué?

19.3. Ronda de Discusión.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

\* Referencias consideradas como clásicas, con antigüedad superior a 10 años.

1. \*Done T. (1983), Coral Zonation: Its Nature and Significance. Chapter 7 In Perspectives in Coral Reefs. DJ Barnes (editor). Australian Institute of Marine Science Contribution No. 200. Hong Kong, 277 pp.
2. Dubinsky Z. y N. Stambler (Eds.), (2011), Coral Reefs an Ecosystem in Transition. Springer. 552 pp.
3. Evaluación de Comunidades Bentónicas Arrecifales, Guía de Campo y Laboratorio, (2012). PIESACOM, UMDI-Sisal, UNAM (Formato electrónico PDF, disponible en <http://realreefs.sisal.unam.mx>).
4. \*Glynn P. T. (1973). Aspects of the ecology of coral reefs in the Western Atlantic region. In: O.A. Jones; R. Endean (Ed.), Biology and Geology of Coral Reefs: 271-324. New York: Academic Press.
5. Guía de Identificación Visual de Organismos Bentónicos v.3.0, (2012). PIESACOM, UMDI-Sisal, UNAM. (Formato electrónico iBook o PDF, disponible en <http://realreefs.sisal.unam.mx/realreefs>).
6. Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection, (2002). Environmental Protection Agency, USA. PDF 166 pp. <http://epa.gov/quality/index.html>
7. Sheppard C.R.C., Davy S.K. y G.M. Pilling. (2009), The Biology of Coral Reefs, Oxford University Press. 339 pp.
8. Wilkinson C. (Ed.). (2004), Status of the Coral Reefs of the World, Australian Institute of Marine Science, 557 pp.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Adam T. C., R. J. Schmitt, et al. (2011). "Herbivory, Connectivity, and Ecosystem Resilience: Response of a Coral Reef to a Large- Scale Perturbation." Plos One 6(8): e23717.
2. Albright R. y C. Langdon (2011). "Ocean acidification impacts multiple early life history processes of the Caribbean coral *Porites astreoides*." Global Change Biology 17(7): 2478-2487.
3. \*Alcolado M., S. González y B. Martínez. (1998). "Protocolo para el monitoreo de bentos de los Arrecifes Coralinos. Acciones prioritarias para consolidar la protección en el Ecosistema Sabana-Camagüey". Instituto de Oceanología. 25 pp.
4. Alvarez-Fillip L., N.K. Dulvy, J. A. Gill, I.M. Côté y A.R. Watkinson (2009). "Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity" Proc. R. Soc. B 276, 3019-3025.
5. Anthony K. R. N., J. A. Maynard, et al. (2011). "Ocean acidification and warming will lower coral reef resilience." Global Change Biology 17(5): 1798-1808.
6. \*Aronson R.B., P.J. Edmunds, W.F. Precht, D.W. Swanson y D.R. Levitan (1994). "Large-scale, long-term monitoring of caribbean coral reefs: simple, quick, inexpensive techniques". Atoll Res. Bull. 421, 19pp.
7. \*Aronson R.B., D.W. Swanson. (1997). Video survey of coral reefs: uni and multivariate applications. En: Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, (2):1141-1146.
9. \*Aronson R.B., W.F. Precht. (2001). White-band disease and the changing face of Caribbean coral reefs. Hydrobiologia 460: 25-38.
10. Baker D.M., E. Jordán-Dahlgren, M.A. Maldonado y C. D. Harvell (2010). "Sea fan corals provide a stable isotope baseline for assessing sewage pollution in the Mexican Caribbean". Limnol. Oceanogr. 55(5), 2139-2149.
11. Baums I.B., M.W. Miller y M.E. Hellberg (2005). "Regionally isolated populations of an imperiled Caribbean coral, *Acropora palmata*". Mol Ecol 14:1377-1390.



12. Blanchon P., A. Eisenhauer, J. Fietzke y V. Liebetrau. (2009) Rapid sea-level rise and reef back-stepping at the close of the last interglacial highstand. *Nature* (458):881-885. doi:10.1038/nature07933
13. Blanchon P. (2010) Reef demise and back-stepping during the last interglacial, northeast Yucatan, *Coral Reefs* (29):481-498.
14. Blanchon P. (2011), *Geomorphic Zonation of Coral Reefs: Encyclopedia of Modern Coral Reefs*, 469-486.
15. Bongaerts P., T. Ridgway, E. Sampayo y O. Hoegh-Guldberg. (2010). Assessing the 'deep reef refugia' hypothesis: focus on Caribbean reefs. *Coral Reefs* 29 (2): 309-327.
16. Bradbury R. H. y R. M. Seymour, (2009). Coral reef science and the new commons, *Coral Reefs* DOI 10.1007/s00338-009-0540-6.
17. Bruno J. F., L. E. Petes, C. D. Harvell y A. Hettinger (2003). "Nutrient enrichment can increase the severity of coral diseases". *Ecology Letters* 6: 1056-1061.
18. Bruno J. F., H. Sweatman, W. F. Precht, E. R. Seig y V. G. W. Schutte (2009). "Assessing evidence of phase shifts from coral to macroalgal dominance on coral reefs". *Ecology*, 90 (6): 1478 - 1484.
19. Buddemeier et al. 2011. Modeling regional coral reef responses to global warming and changes in ocean chemistry: Caribbean case study. *Climatic Change* 109:375–397.
20. \*Carleton H.J., T.J. Done. (1995). Quantitative video sampling of coral reef benthos: large-scale application. *Coral Reefs*, (14):35-46.
21. \*Cervino J., T.J. Goreau, I. Nagelkerken, G.W. Smith, R. Hayes. (2001). "Yellow Band and Dark Spot Syndromes in Caribbean Corals: Distribution, Rate of Spread, Cytology, and Effects on Abundance and Division Rate of Zooxanthellae". *Hydrobiologia* 460pp. 53-63.
22. Cramer et al. (2012). Anthropogenic mortality on coral reefs in Caribbean Panama predates coral disease and bleaching. *Ecology Letters* 15:561-567.
23. Cróquer A., E. Weil. (2009). Changes in Caribbean coral disease prevalence after the 2005 bleaching event. *Dis. Aquat. Org.* 87:33-43.
24. Diaz M. y J. Madin. (2011). "Macroecological relationships between coral species' traits and disease potential." *Coral Reefs* 30(1): 73-84.
25. Edwards H. J., I. A. Elliott, et al. (2011). "How much time can herbivore protection buy for coral reefs under realistic regimes of hurricanes and coral bleaching?" *Global Change Biology* 17(6): 2033-2048.
26. Fabricius K. E., C. Langdon, et al. (2011). "Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations." *Nature Climate Change* 1(3): 165-169.
27. Fabricius K. E. (2005). "Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis". *Marine Pollution Bulletin* 50: 125–146.
28. Foster N. L., C. B. Paris, et al. (2012). "Connectivity of Caribbean coral populations: complementary insights from empirical and modelled gene flow." *Molecular Ecology* 21(5): 1143-1157.
29. Foley J. E., S.H. Sokolow, E. Girvetz, C.W. Foley y P. Foley (2005). "Spatial epidemiology of Caribbean yellow band syndrome in *Montastrea* spp. coral in the eastern Yucatan, Mexico". *Hydrobiologia* 548: 33-40.
30. Gardner T.A, Côté I.M., Gill J.A., Grant A. y A.R. Watkinson. (2003). Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals, *Science* (301) 958-960.
31. Gardner T.A, Côté I.M., Gill J.A., Grant A. y A.R. Watkinson (2003). Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals, *Science* (301) Supplemental On-Line Material.
32. Hoegh-Guldberg O., P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, D.C. Harvell, P. Sale, A.J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C.M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R.H. Bradbury, A. Dubi y M. Hatziolos. (2007). "Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification". *Science* 318: 1737– 1742.
33. Hoegh-Guldberg O. (2011). "Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change." *Regional Environmental Change* 11: S215-S227.
34. Hoegh-Guldberg O. (2012). "The adaptation of coral reefs to climate change: Is the Red Queen being outpaced?" *Scientia Marina* 76(2): 403-408.

35. Hughes T., D. Bellwood, et al. (2011). "Shifting base-lines, declining coral cover, and the erosion of reef resilience: comment on Sweatman et al. (2011)." *Coral Reefs* 30(3): 653-660.
36. Huntington B. E., M. Karnauskas, et al. (2011). "Corals fail to recover at a Caribbean marine reserve despite ten years of reserve designation." *Coral Reefs* 30(4): 1077-1085.
37. \*Jackson J.B.C. (1997) Reefs since Columbus. *Coral Reefs* 16, Suppl.: S23-S32.
38. \*Jackson J.B.C. y 19 autores más (2001). Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems, *Science* (293) 629-638.
39. \*Koop K., D. Booth, A. Broadbent, J. Brodie, D. Bucher, D. Capone, J. Coll, W. Denninson, M. Erdmann, P. Harrison, O. Hoegh-Guldberg, P. Hutchings, G.B. Jones, A. W. D. Larson y D. Yellowlees. (2001). "ENCORE: The effect of nutrient enrichment on coral reefs. Synthesis of results and conclusions". *Marine Pollution Bulletin* (42): 91-120.
40. Lamb J. B. y B. L. Willis (2011). "Using Coral Disease Prevalence to Assess the Effects of Concentrating Tourism Activities on Offshore Reefs in a Tropical Marine Park." *Conservation Biology* 25(5): 1044-1052.
41. Lang J.C. (2003). "Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Assessment (AGRRA) Program". *Atoll research bulletin* no. 496. 625.
42. Lesser y Slattery. (2011). Phase shift to algal dominated communities at mesophotic depths associated with lionfish (*Pterois volitans*) invasion on a Bahamian coral reef. *Biological Invasions* 13 (8):1855-1868.
43. \*Lessios H.A., J.D. Cubit, D.R. Robertson, M.J. Shulman, M.R. Parker, S.D. Garrity y S.C. Levings (1984). "Mass mortality of *Diadema Antillarum* on the Caribbean coast of Panama". *Coral Reefs*. Springer-Verlag. 3:173-182.
44. \*Lessios H.A. (1988). "Mass mortality of *Diadema Antillarum* in the Caribbean: What have we learned?". *Rev. Ecol. Syst.* 19: 371-393.
45. \*Lessios H.A., M.J. Garrido y B.D. Kessing (2001). "Demographic history of *Diadema Antillarum*, a keystone herbivore on Caribbean reefs". *Proc. R. Soc. Lond. B.* Vol. 268. No 1483, pp. 2347-2353.
46. Lirman D., S. Schopmeyer, et al. (2011). "Severe 2010 Cold- Water Event Caused Unprecedented Mortality to Corals of the Florida Reef Tract and Reversed Previous Survivorship Patterns." *Plos One* 6(8): e23047.
47. Locker et al. (2010). Geomorphology of mesophotic coral ecosystems: current perspectives on morphology, distribution, and mapping strategies. *Coral Reefs* 29:329–345.
48. Lowe P. K., J. F. Bruno, et al. (2011). "Empirical Models of Transitions between Coral Reef States: Effects of Region, Protection, and Environmental Change." *PLoS ONE* 6(11): e26339.
49. \*Marubini F. y P.S. Davies (1996). "Nitrate increases zooxanthellae population density and reduces skeletogenesis in corals". *Marine Biology* 127: 319–328.
50. \*Marubini F. y M.J. Atkinson (1999). "Effects of lowered pH and elevated nitrate on coral calcification". *Marine Ecology Progress Series* 188: 117-121.
51. McClanahan T. R., N. A. Muthiga, et al. (2011). "Testing for top-down control: can post-disturbance fisheries closures reverse algal dominance?" *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 21(7): 658-675.
52. Mumby P. J., R. S. Steneck, et al. (2012). "Fishing down a Caribbean food web relaxes trophic cascades." *Marine Ecology- Progress Series* 445: 13-24.
53. Norström A.V.; Nyström M.; Lokrantz J.; Folke C. (2009) Alternative states on coral reefs: Beyond coral-macroalgal phase shifts. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 376, 295–306.
54. \*Osborne K.W., G. Oxley. (1997). Sampling benthic communities using video transects. En: S. English, C. Wilkinson y V. Baker. (Eds.). *Survey Manual For Tropical Marine Resources*. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 363-376.
55. Palmer C. V., E. S. McGinty, et al. (2011). "Patterns of coral ecological immunology: variation in the responses of Caribbean corals to elevated temperature and a pathogen elicitor." *Journal of Experimental Biology* 214(24): 4240-4249

56. Pandolfi J. M., S. R. Connolly, et al. (2011). "Projecting Coral Reef Futures Under Global Warming and Ocean Acidification." *Science* 333(6041): 418-422.
57. Pandolfi J. M., S. R. Connolly, et al. (2011). "The Future of Coral Reefs Response." *Science* 334(6062): 1495-1496.
58. Patterson K.L., J.W. Porter, K.E. Ritchie, S.W. Polson, E. Mueller, E.C. Peters, D.L. Santavy y G.W. Smith (2002). "The etiology of white pox, a lethal disease of the Caribbean elkhorn coral, *Acropora palmata*". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99, 8725–8730.
59. Raymundo L., S. Courtney y C. Harvell (2008). *Coral disease handbook. Guidelines for assesment, monitoring and management, Coral Reef Targeted Research and Capacity Building for Management Program, Australia*, 114 pp.
60. Richards A., J.M. Cervino, V. Karachun, E.A. Lorence, E. Bartels, K. Huguen, G.W. Smith y T.J. Goreau (2008). "Coral Yellow Band Disease; current status in the Caribbean, and links to new Indo-Pacific outbreaks". *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008*. 236-240.
61. Rosenberg E. y A. Kushmaro (2011). "Microbial Diseases of Corals: Pathology and Ecology". *Earth and Environmental Science. Coral Reefs: An Ecosystem in Transition*. (5): 451-464.
62. Sutherland K.P., J.W. Porter, J.W. Turner, B.J. Thomas, E.E. Looney, T.P. Luna, M.K. Meyers, J. C. Futch y E.K. Lipp. (2010). "Human sewage identified as likely source of white pox disease of the threatened Caribbean elkhorn coral, *Acropora palmata*". *Environ Microbiol.*12(5): 1122–1131.
63. Szmant A.M. (2002). "Nutrient Enrichment on Coral Reefs: Is it a major cause of coral reef decline?". *Estuaries*. Vol. 25, No 4b, p. 743-766.
64. Riegl B. M., S. J. Purkis, et al. (2011). "Present Limits to Heat- Adaptability in Corals and Population-Level Responses to Climate Extremes." *Plos One* 6(9): e24802.
65. Ruiz-Moreno D., B. L. Willis, A.C. Page, E. Weil, A. Cróquer, B. Vargas-Angel, A. G. Jordan-Garza, E. Jordán-Dahlgren, L. Raymundo, y C.D. Harvell. (2012). Global coral disease prevalence associated with sea temperature anomalies and local factors. *Diseases of Aquatic Organisms* Vol. 100: 249–261.
66. Selig E.R., K.S. Casey, y J.F. Bruno. (2010). New insights into global patterns of ocean temperature anomalies: implications for coral reef health and management. *Global Ecology and Biogeography* 19:397-411.
67. Vermeji Mark J.A., I.V. Moorselaar, S. Engelhard, C. Hörnlein, S.M. Vonk y P.M. Visser P.M. (2010). "The Effects of Nutrient Enrichment and Herbivore Abundance on the Ability of Turf Algae to Overgrow Coral in the Caribbean". *PLoS ONE*. Vol. 5, Issue 12, 1-8.
68. Veron J.E., O. Hoegh-Guldberg, T.M. Lenton, J-M- Lough, D.O. Obura, P. Pearce-Kelly, C.R. Sheppard, M. Spalding, M.G. Stafford-Smith y A.D. Rogers (2009). "The coral reef crisis: The critical importance of <350 ppm CO<sub>2</sub>". *Marine Pollution Bulletin* 58 (1428–1436 pp.). ELSEVIER.
69. Veron J.E.N. (2011). *Ocean Acidification and Coral Reefs: An Emerging Big Picture*. *Diversity* 3(2): 262-274.
70. Voss J. D. y Richardson L. L. (2006). "Nutrient enrichment enhances black band disease progression in corals". *Coral Reefs* (25): 569-576.
71. Weil E., A. Cróquer, I. Urreiztieta. (2009). Yellow band disease compromises the reproductive output of the Caribbean reef-building coral *Montastraea faveolata* (Anthozoa, Scleractinia). *Dis Aquat Org* 87:45-55.
72. Weil et al. (2012). Extended geographic distribution of several Indo- Pacific coral reef diseases. *Diseases of Aquatic Organisms* 98:163-170.
73. \*Wilkinson CR (Ed.) (1998) "Status of Coral Reefs of the World: 1988". Australian Institute of Marine Science, Australia 184 pp.
74. \*Wilkinson CR (Ed.) (2000) "Status of Coral Reefs of the World: 2000". Australian Institute of Marine Science, Australia 363 pp.
75. Wilkinson C.R. (2002). "Status of Coral Reefs of the World: 2002". Australian Institute of Marine Science, Australia, 378 pp.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral X; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase \_\_\_; Ejercicios fuera del aula \_\_\_; Seminarios \_\_\_; Lecturas obligatorias X; Trabajos de investigación X; Otras (especificar): Material didáctico interactivo y Website interactivo RealReefs: <http://realreefs.sisal.unam.mx/>

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales X; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula \_\_\_; Asistencia X; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase \_\_\_; Otros (especificar): Reporte final y evaluación de ejercicios.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Biología Marina.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con Doctorado y dominar las bases teórico-prácticas de ecología, caracterización y evaluación de arrecifes coralinos en el Atlántico Occidental.

**PROGRAMA DE GESTIÓN Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE ZONAS COSTERAS-MARINAS**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **GESTIÓN Y ESTRATEGIAS DE MANEJO DE ZONAS COSTERAS-MARINAS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno conocerá los fundamentos básicos de la gestión ambiental y analizará cómo se integran conocimientos de las disciplinas científicas más significativas sobre la estructura y funcionamiento de los sistemas costeros y marinos para crear capacidades de gestión que atiendan sus retos socio-ambientales emergentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

El alumno conocerá con qué principios y elementos clave se toman decisiones (gestión) en el contexto socio-ambiental de zonas costeras y marinas.

El alumno conocerá y analizará las diferentes definiciones de manejo costero y oceánico (tipos de estrategias), y las principales características de éstas a través de la historia.

El alumno describirá las características de los distintos tipos de uso de las zonas costeras y oceánicas y los impactos sobre éstas; con ello será capaz de identificar los retos ambientales a los que se enfrentan.

El alumno conocerá y describirá las características básicas de la integración en el manejo costero, la elaboración de un programa de manejo y la evaluación del mismo.

El alumno conocerá las principales estrategias de manejo costero y oceánico en diferentes escalas espaciales y bajo diferentes enfoques (planeación del uso de suelo, evaluación de Impacto Ambiental, etc.)

Asimismo se pretenden los siguientes objetivos formativos:

Impulsar el desarrollo de capacidades de síntesis, integración y análisis de información que le permitan identificar áreas de oportunidad en el conocimiento científico aplicado al manejo.

Propiciar el desarrollo de estructuras cognitivas que favorezcan la integración sistémica de la información científica multidisciplinaria.

Propiciar un aprendizaje significativo a largo plazo y útil en la solución de problemas y toma de decisiones de los retos ambientales de las zonas costeras y oceánicas.

El fortalecimiento de actitudes y valores por parte del alumno como individuo y profesional comprometidos con su sociedad.

Contribuir al desarrollo de la capacidad de identificar, priorizar y aplicar conceptos o ideas claves en textos e informaciones de carácter científico.

### 13) TEMARIO:

Unidad 1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS COSTEROS Y OCEÁNICOS DESDE LA GESTION Y EL MANEJO. Horas por unidad 9.

- 1.1 Definiciones de zona costera y oceánica.
- 1.2 Características de la zona costera y oceánica.
- 1.3 Breve reseña histórica del manejo costero y oceánico.
- 1.4 Importancia de las zonas costeras y oceánicas en el contexto internacional.

Unidad 2: RETOS EN LA GESTION Y EL MANEJO COSTERO y OCEÁNICO.

Horas por unidad 9.

- 2.1 Crecimiento poblacional.
- 2.2 Usos de la zona costera:
  - 2.2.1 Explotación de recursos (pesqueros, forestales, gas, petróleo, mineros).
  - 2.2.2 Infraestructura (transportación, puertos, protección de línea de costa, zonas de descarga).
  - 2.2.3 Turismo y recreación.
  - 2.2.4 Protección de la biodiversidad.
- 2.3 Impactos del uso humano:
  - 2.3.1 Contaminación (industrial, drenaje, pluvial).
  - 2.3.2 Cambio climático y riesgos costeros.

Unidad 3: CONCEPTOS SOBRE GESTIÓN Y MANEJO COSTERO Y OCEÁNICO (MC).

Horas por unidad 10.

- 3.1 Manejo costero.
  - 3.1.1 ¿Qué es manejo costero?
  - 3.1.2 ¿Qué es integración en el manejo costero?
  - 3.1.3 Conceptos de manejo costero.
- 3.2 Programas de manejo costero.
- 3.3 Evaluación y monitoreo de los programas de manejo costero.
- 3.4. Marco DPSIR de indicadores de impacto y de gestión en costa y océano.

Unidad 4: PRINCIPALES ELEMENTOS DE GESTION Y MANEJO COSTERO Y OCEÁNICO. Horas por unidad 12.

- 4.1 Políticas y Administrativas:
  - 4.1.1 Políticas públicas internacionales y nacionales.
  - 4.1.2 Arreglos Administrativos para el manejo costero y oceánico.
  - 4.1.3. Enlace del gobierno con los sectores privado y social.
- 4.2 Normativas.
  - 4.2.1 Regulación y aplicación n de la ley.
  - 4.2.2 Guías y regulaciones.

#### 4.3 Sociales:

- 4.3.1 Prácticas tradicionales.
- 4.3.2 Manejo comunitario y colaborativo.
- 4.3.3 Creación de capacidades.
- 4.3.4 Manejo recreacional y turismo.

#### Unidad 5: ESTRATEGIAS PARA LA GESTION Y EL MANEJO COSTERO Y OCEÁNICO.

Horas por unidad 12.

##### 5.1 Planeación.

- 5.1.1 Planeación económica.
- 5.1.2 Planeación sectorial.
- 5.1.3. Planeación del uso de suelo.

##### 5.2 Mares regionales.

- 5.3 Exclusión o restricción litoral.
- 5.4 Evaluación del impacto ambiental.
- 5.5 Evaluación y manejo de riesgo ambiental.
- 5.6 Análisis de los recursos visuales y paisaje.
- 5.7 Áreas de Protección crítica.
- 5.8 Herramientas económicas.

#### Unidad 6: CASOS DE GESTIÓN Y MANEJO COSTERO Y OCEÁNICO.

Horas por unidad 12.

- 6.1 Elección de casos de estudio según intereses profesionales.
- 6.2 Desglose de retos de manejo.
- 6.3 Determinación de elementos de gestión.
- 6.4 Elección de estrategias de manejo potenciales.
- 6.5 Presentación de caso de estudios integral.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA: \*

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA: \*

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   X  ; Otras (especificar):

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   X  ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula   X  ; Asistencia   X  ; Seminario   X  ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ; Participación en clase   ; Otros (especificar):

Exposición de seminarios por los alumnos	Porcentaje
<u>  X  </u> ; <u>  X  </u> ; Actividad	
Participación activa en clase (exposición de temas y discusiones)	20%
Tareas y trabajo en el aula	20%
Examen final escrito	20%
Reporte escrito y exposición de un estudio de caso	40%

#### 18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

En Gestión ambiental (GA) de recursos y zonas costero-marinas:

Análisis de instrumentos y mecanismos de GA de actividades y usos actuales y emergentes de la zona costero-marina en la región sureste del Golfo de México, y contribuir a su desarrollo.

Diseño de métodos de evaluación cualitativos y cuantitativos sobre marcos legales y administrativos para el manejo de zonas costero-marinas con enfoque ecosistémico.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores que impartirán este curso tienen la formación académica que dará soporte al contenido que se abordará en la siguiente propuesta de curso.



**PROGRAMA DE HERRAMIENTAS GEOQUÍMICAS, ISOTÓPICAS Y  
MICROPALEONTOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DEL CAMBIO GLOBAL  
(GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA SEDIMENTARIA).**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **HERRAMIENTAS GEOQUÍMICAS, ISOTÓPICAS Y MICROPALEONTOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DEL CAMBIO GLOBAL (GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA SEDIMENTARIA).**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intensivo.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_\_; Geología Marina \_X\_; Limnología \_X\_; Oceanografía Física \_\_;  
Química Acuática: \_X\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El objetivo principal es que el alumno conozca la utilidad y las bases de la interpretación del desequilibrio de las series radiactivas y de las concentraciones de metales pesados en núcleos sedimentarios, con el propósito de reconstruir las tendencias de la contaminación por metales pesados en sistemas acuáticos lacustres, costeros y marinos. Con este objetivo, se espera contribuir a desarrollar las capacidades del estudiante para realizar correctamente el análisis e interpretación de mediciones radiométricas y de composición elemental, de fechado de sedimentos ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{14}\text{C}$ ), de la procedencia de los elementos metálicos, y las tendencias de la contaminación por metales pesados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Dar a conocer las definiciones básicas relacionadas con el término Cambio Global.
2. Reforzar con ejercicios prácticos el entendimiento de técnicas básicas de estadística descriptiva que se usarán en el curso, y su uso en MS Excel.
3. Revisar los fundamentos básicos del origen y procesos relevantes de los trazadores radioactivos en el ambiente.
4. Dar a conocer el origen de los metales pesados y radionúclidos en el ambiente.

5. Definir los cuidados básicos para la recolección y submuestreo de núcleos sedimentarios para el estudio del Cambio Global.
6. Dar a conocer los métodos radiométricos más relevantes para el fechado con  $^{210}\text{Pb}$
7. Dar a conocer la metodología para el cálculo de fechados con el método de  $^{210}\text{Pb}$ .
8. Revisar los métodos comúnmente utilizados en la literatura para evaluar el grado de contaminación y procedencia de los metales pesados en núcleos sedimentarios.

### 13) TEMARIO:

1. Cambio Global. (1 h)
    - 1.1. Introducción general.
  2. Estadística. (8 h)
    - 2.1. Expresión de magnitudes.
    - 2.2. Cálculo de incertidumbres.
    - 2.3. Correlación y regresión.
    - 2.4. La función exponencial.
  3. Radioactividad. (5 h)
    - 3.1. Estructura y estabilidad nuclear.
    - 3.2. Ley de la desintegración radioactiva.
    - 3.3. Equilibrio radioactivo.
    - 3.4. Series radiactivas naturales.
    - 3.5. Desequilibrio de las series.
  4. Metales pesados y radionúclidos en sedimentos. (7 h)
    - 4.1. Origen de los metales y radionúclidos en sedimentos.
    - 4.2. Composición elemental en sedimentos.
    - 4.3. Variables sedimentológicas que regulan la composición elemental en sedimentos.
  5. Muestreo de un núcleo sedimentario. (6 h)
    - 5.1. Recolección.
    - 5.2. Corte de un núcleo.
    - 5.3. Preparación de muestras (práctica de laboratorio).
  6. Métodos radiométricos para el fechado con  $^{210}\text{Pb}$ . (6 h)
    - 6.1. Espectrometría alfa.
    - 6.2. Espectrometría gamma.
    - 6.3. Medición alfa y gamma (práctica de laboratorio).
  7. Aplicaciones. (16 h)
    - 7.1. Fechado con  $^{210}\text{Pb}$ . (9 h)
      - 7.1.1. Configuración y recolección de la información.
      - 7.1.2. Constantes y masas.
      - 7.1.3. Concentraciones.
      - 7.1.4. Modelo CF.
      - 7.1.5. Modelo CFCS.
      - 7.1.6. Resultados.
    - 7.2. Fechado con  $^{14}\text{C}$ . (4 h)
      - 7.2.1. Principios básicos.
      - 7.2.2. Ejercicio.
    - 7.3. Corroboración de geocronologías recientes. (3 h)
      - 7.3.1. Perfiles cronoestratigráficos de  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{239,240}\text{Pu}$ .
      - 7.3.2. Ejercicio.
  8. Contaminación por metales pesados. (15 h)
    - 8.1. Factores de enriquecimiento.
    - 8.2. Asociación entre metales y variables sedimentológicas.
      - 8.2.1. Análisis de correlación.
    - 8.3. Fuentes de contaminación.
      - 8.3.1. Análisis de factores y Análisis de Componentes Principales.
- Examen.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Ruiz-Fernández A.C., Asencio Díaz M., Sánchez-Cabeza J.A. 2012. Radiocronología de sedimentos costeros utilizando 210Pb: modelos, validación y aplicaciones Eds. J.A. Sánchez-Cabeza, M. Díaz-Asencio, Ana Carolina Ruiz-Fernández. Organismo Internacional de Energía Atómica. Vienna, STI/PUB/1538.
2. Sánchez-Cabeza J.A., Ruiz-Fernández A.C., 2012. 210Pb sediment radiochronology: an integrated formulation and classification of dating models. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 82, 183–200.
3. Sánchez-Cabeza J. A., Ana-Carolina Ruiz-Fernández, Jorge Feliciano Ontiveros Cuadras, Libia Hascibe Pérez Bernal, Carolina Olid. 2014. Monte Carlo uncertainty calculation of 210Pb chronologies and accumulation rates of sediments and peat bogs. *Quaternary Geochronology* 23, 80–93.
4. Salmien R. (ed.). 2005. *Geochemical Atlas of Europe. Part 1 Background information, Methodology and Maps.* Forum of the European Geological Surveys (FOREGS). ISBN 9516909132 (electronic version). <http://www.gtk.fi/publ/foregsatlas/>.
5. Ruiz-Fernández Ana Carolina, Joan-Albert Sanchez-Cabeza, Carlos Alonso-Hernández, Víctor Martínez-Herrera, Libia Hascibe Pérez-Bernal, Michel Preda, Claude Hillaire-Marcel, Janine Gastaud J., Alberto José Quejido-Cabezas. 2012. Effects of land use change and sediment mobilization on coastal contamination (Coatzacoalcos River, Mexico). *Continental Shelf Research* 37, 57–65.
6. Ruiz-Fernández A. C., M. Maanan, J.A. Sánchez-Cabeza, L.H. Pérez Bernal, P. López Mendoza, A. Limoges. 2014. Cronología de la sedimentación reciente y características geoquímicas de sedimentos de la laguna de Alvarado, Veracruz (Golfo de México). *Ciencias Marinas* 40, 4, 291-303.
7. Ruiz-Fernández A. C., Sánchez-Cabeza J. A., Serrato de la Peña J. L., Perez-Bernal L. H., Cearreta- A., Flores-Verdugo F., M. L. Machain-Castillo, Chamizo E., García-Tenorio R., Queralt I., Dunbar R. B., Mucciarone D.A., Diaz-Asencio M. Accretion rates in coastal wetlands of the southeastern Gulf of California and their relationship with sea level rise. *The Holocene*. DOI: 10.1177/0959683616632882.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Ontiveros-Cuadras J.F., A.C. Ruiz-Fernández, J.A. Sánchez-Cabeza, L.L. Wee-Kwong, L.H. Pérez-Bernal. 2012. Geochemical fractionation of 210Pb in oxic estuarine sediments (Coatzacoalcos River, Gulf of Mexico). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 292, 3, 947-956.
2. Ontiveros-Cuadras J.F., Ruiz-Fernández A.C., Sanchez-Cabeza J.A., Pérez-Bernal L.H., Sericano J.L, Preda M., Wee Kwong L. Liong, Páez-Osuna F. 2014. Trace element fluxes and natural potential risks from 210Pb-dated sediment cores in lacustrine environments at the Central Mexican Plateau. *Science of the Total Environment* 468-469, 677–687.
3. Armstrong-Altrin J.S., Machain-Castillo M.L., Rosales-Hoz L., Carranza-Edwards, Sanchez-Cabeza J.A., Ruiz-Fernández A.C. 2015. Provenance and depositional history of continental slope sediments in the Southwestern Gulf of Mexico unraveled by geochemical analysis. *Continental Shelf Research* 95, 1, 15–26.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   X  ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   ; Otras (especificar):

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   X  ; Examen final escrito   X  ; Tareas y trabajos fuera del aula   ; Asistencia   X  ; Seminario   ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ; Participación en clase   X  ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Geoquímica isotópica y Geocronología; Cambio Global y Cambio Climático; Contaminación Acuática.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con el grado mínimo de maestría; y conocer las bases teórico-prácticas del fechado por métodos radiométricos, la geoquímica de metales pesados; y métodos estadísticos (estadística descriptiva y multivariada).

## **PROGRAMA DE INDICADORES ECOLÓGICOS PARA ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS**

### 1) ENCABEZADO

#### **PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

### 2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **INDICADORES ECOLÓGICOS PARA ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

### 11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno conocerá y analizará los indicadores que se emplean para establecer la condición de los ecosistemas costeros y marinos a partir de las variables que determinan la calidad e integridad del hábitat así como aquellas relacionadas con el desempeño de las poblaciones y comunidades.

Al final del curso, el alumno identificará los procesos que son utilizados en la implementación de indicadores ambientales y ecológicos.

El alumno será capaz de evaluar el estado de condición de un ecosistema costero a través del uso de indicadores ecológicos y ambientales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. La ruta metodológica necesaria para construir un indicador ecológico.
2. Los indicadores que sugieren condiciones o estados de perturbación de ambientes acuáticos.
3. La condición de ecosistemas representativos de ambientes costeros de México.

13) TEMARIO:

1. Generalidades.
  - 1.1 ¿Qué es un indicador?
  - 1.2 ¿Para qué sirven los indicadores?

- 1.3 Indicadores cualitativos y cuantitativos.
- 1.4 Índices e indicadores.
- 1.5 ¿Cómo generar un índice biótico?
- 2. Indicadores ambientales.
  - 2.1 Calidad de agua.
  - 2.2 Calidad de suelos/sedimentos.
  - 2.3 Calidad de aire. Índices de calidad de aire.
- 3. Indicadores ecológicos.
  - 3.1 Parámetros poblacionales.
    - 3.1.1 Presencia / ausencia.
    - 3.1.2 Crecimiento y desarrollo, natalidad, mortalidad, índice de malformaciones.
    - 3.1.3 Estructura de edades.
    - 3.1.4 Reproducción: proporción de sexos, índice gonadosomático, madurez sexual, calidad de los productos gonádicos: calidad espermática y viabilidad de ovocitos, tamaño y número de puestas, porcentaje de fertilización, porcentaje de eclosión, sobrevivencia de juveniles, nivel de hormonas sexuales, histopatología de gonadas.
    - 3.1.5 Métodos de estudio de las dietas.
    - 3.1.6 Amplitud de nicho.
    - 3.1.7 Traslape de nicho.
    - 3.1.8 Preferencias alimentarias.
  - 3.2 Parámetros comunitarios.
    - 3.2.1 Interacciones bióticas.
      - 3.2.1.1. Competencia.
      - 3.2.1.2. Parasitismo.
      - 3.2.1.3. Depredación.
    - 3.2.2 Índices de diversidad.
      - 3.2.2.1. Riqueza de especies.
      - 3.2.2.2. Diversidad alfa.
      - 3.2.2.3. Diversidad beta.
      - 3.2.2.4. Equidad.
      - 3.2.2.5. Curvas de acumulación.
    - 3.2.3 Especies indicadoras.
  - 3.3 Ecosistemas.
    - 3.3.1 Ciclos de materia.
      - 3.3.1.1. Materia orgánica.
      - 3.3.1.2. Eutroficación.
      - 3.3.1.3. Estrés hídrico.
      - 3.3.1.4. Salinidad.
    - 3.3.2 Alteración de ecosistemas.
      - 3.3.2.1. Índices de integridad biótica.
      - 3.3.2.2. Indicadores de restauración.
      - 3.3.2.3. Indicadores de éxito (estructural y funcional).
      - 3.3.2.4. Indicadores de contaminación.
      - 3.3.2.5. Bioacumulación / Bioconcentración.
- 4. Casos de estudio.
  - 4.1. Manglares.
  - 4.2. Lagunas costeras.
  - 4.3. Pastos marinos.
  - 4.4. Arrecifes.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Amiard-Triquet C., Amiard J.C., P.S. Rainbow. 2013. Ecological Biomarkers. Indicators of Ecotoxicological Effects. CRC Press. Florida, E.U.

2. Begon M., Townsend C.R., J.L. Harper. 2006. Ecology from individuals ecosystems. 4ª Edición. Blackwell publishing. U. K. 738 pp.
3. Bortone S. A. 2005. Estuarine indicators. CRC Press. Florida, E.U.
4. Krebs C. 1999. Ecological Methodology. 2<sup>nd</sup> ed. Addison-Wesley Educational Publishers Inc. 620 pp.
5. Rombouts I., Beaugrand G., Artigas L.F., Dauvin J.C., Gevaert F., Goberville E., Kopp D., Lefebvre S., Luczac C., Spilmont N., Travers-Trolet M., Villanueva M.C. and Kirby R. 2013. Evaluating marine ecosystem health: Case studies of indicators using direct observations and modelling methods. Ecological indicators. 24: 353-365.
6. Smith T. M., Smith R. L. 2007. Ecología. Pearson Education. Madrid, España. 776 pp.
7. Tiner R. W. 1999. Wetland Indicators. A Guide to Wetland Identification, Delineation, Classification, and Mapping. CRC Press. Florida, E.U.
8. You-Gan w. 2013. Environmental Health--physical, Chemical and Biological Factors. Nova Science Publishers, Inc. N. Y., E.U.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Aguilar-Ibarra A. 2005. Los peces como indicadores de la calidad ecológica del agua. Revista Digital Universitaria. 6(8): 2-14.
2. Bellinger E. G., D. S. Sigeo. 2015. Freshwater algae : identification, enumeration and use as bioindicadores. John Wiley and Sons. Reino Unido.
3. Clements W. H., M. C. Newman. 2002. Community Ecotoxicology. John Wiley and Sons. Reino Unido.
4. Córdova-Avalos A; Alcántara-Carbajal JL; Guzmán-Plazola R; Mendoza-Martínez GD; González- Romero V. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la reserva de la biosfera pantanos de centla, tabasco. Universidad y Ciencia. 25(1): 1-22.
5. Graca M. A. y Coimbra C.N. 1998. The elaboration of indices to assess biological water quality. A case study. Water research. 32(2): 380-392.
6. Johnston R., Segerson K., Schultz E.T., Besedin E.Y. y Ramachandran M. 2011. Indices of biotic integrity in stated preference valuation of aquatic ecosystem services. Ecological Economics. 70: 1946-1956.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar): Experimento Final.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Ciencias ambientales.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Mínimamente maestría, preferentemente con doctorado en ciencias ambientales, con especialidad en Ecología y/o ecotoxicología.

**PROGRAMA DE “INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA CON R APLICADA A LAS CIENCIAS DEL MAR”**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: “**INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA CON R APLICADA A LAS CIENCIAS DEL MAR**”.

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Entender los fundamentales teóricos que permitan plantear y resolver problemas de programación en R y utilizar herramientas estadísticas para explorar, analizar e interpretar los resultados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Los alumnos adquirirán los conocimientos básicos para formular y resolver problemas que involucren programación en R.
2. Organizar, analizar, y visualizar datos de distinta naturaleza estadística utilizando el software R.
3. Aplicar conceptos de estadística y programación en R para probar hipótesis estadísticas que suelen formar parte de los análisis de datos en las varias disciplinas de las ciencias del mar.

Asimismo se pretenden los siguientes objetivos formativos:

1. Propiciar el desarrollo de estructuras cognoscitivas y afectivas que contribuyan al análisis adecuado de su realidad y a la mejor comprensión de objetivos y contenidos de la materia.



2. Contribuir al desarrollo de la capacidad de identificar, priorizar y aplicar conceptos o ideas claves en textos e informaciones de carácter científico.
3. Impulsar el desarrollo de hábitos, habilidades y estilos de aprendizaje propios de la naturaleza científica de su carrera.
4. Propiciar un aprendizaje significativo a largo plazo y útil en la solución de problemas y toma de decisiones.
5. La adquisición y el fortalecimiento de actitudes y valores por parte del alumno como individuo, es decir, como persona con potencialidad de desarrollo.

13) TEMARIO (64 hrs):

1. Introducción a R. (1 hr teoría, 1 h práctica).
  - 1.1 El entorno R.
  - 1.2 Programas relacionados. Documentación.
  - 1.3 Estadística con R.
  - 1.4 Distribuciones de R.
  - 1.5 Ayuda sobre funciones y capacidades.
  - 1.6 Órdenes de R. Mayúsculas y minúsculas.
  - 1.7 Ejecución de ordenes desde un archivo y redirección de la salida
  - 1.8 Almacenamiento y eliminación de objetos.
  - 1.9 Librerías de R.
2. Manipulaciones simples: números y vectores. (2 hrs teoría, 2 hrs práctica).
  - 2.1 Vectores y asignaciones.
  - 2.2 Aritmética de vectores.
  - 2.3 Generación de secuencias regulares.
  - 2.4 Valores missing.
  - 2.5 Vectores lógicos.
  - 2.6 Vectores de cadenas de caracteres (strings).
  - 2.7 Indexación de vectores.
  - 2.8 Coerción de tipos.
  - 2.9 Otros tipos de objetos en R.
3. Arrays, matrices, listas y data frames. (2 hrs teoría, 2 hrs práctica).
  - 3.1 Arrays.
  - 3.2 Indexación de arrays.
  - 3.3 La función array.
  - 3.4 Facilidades con matrices.
  - 3.5 Listas.
  - 3.6 Data frames.
  - 3.7 Trabajando con data frames: attach y detach.
  - 3.8 Factores.
4. Lectura de datos de ficheros externos. (2 hrs teoría, 2 hrs práctica).
  - 4.1 La función read.table().
  - 4.2 La función data().
  - 4.3 La librería foreign.
5. Introducción a la estadística básica y gráficos. (3 hrs teoría, 3 hrs práctica).
  - 5.1 Estadísticos resumen.
  - 5.2 Gráficos para una variable.
  - 5.3 Estadísticos resumen por grupos.
  - 5.4 Gráficos para datos agrupados.
  - 5.5 Tablas.
  - 5.6 Gráficos para tablas.
6. Distribuciones de probabilidad. (2 hrs teoría, 3 hrs práctica).

- 6.1 Distribuciones de probabilidad.
- 6.2 Gráficos para distribuciones de probabilidad.
- 6.3 Generación de muestras aleatorias.
- 6.4 Estudio de la distribución de un conjunto de datos.
- 6.5 Estimación de densidades.
- 7. Programación en R. (6 hrs teoría, 6 hrs práctica).
  - 7.1 Agrupación de expresiones.
  - 7.2 Ejecución condicional: if.
  - 7.3 Ejecución repetitiva (bucles): for, repeat y while.
  - 7.4 Creación de nuevas funciones.
  - 7.5 Definición de nuevos operadores binarios.
  - 7.6 Nombres de argumentos y valores por defecto.
- 8. Pruebas paramétricas más importantes. (6 hrs teoría, 6 hrs práctica).
  - 8.1 Regresión simple.
  - 8.2 Regresión Múltiple.
  - 8.3 Análisis de Varianza (ANOVA).
  - 8.4 Análisis de Covarianza (ANCOVA).
- 9. Modelos Lineales Generalizados (GLM). (4 hrs teoría, 4 hrs práctica).
  - 9.1 Modelos con error Poisson.
  - 9.2 Modelos con error Binomial.
- 10. Aplicaciones a la ecología. (4 hrs teoría, 4 hrs práctica).
  - 10.1 Exploración y extracción de datos.
  - 10.2 Medidas de asociación y matrices.
    - 10.2.1 Jaccard.
    - 10.2.2 Braycurtis.
    - 10.2.3 Sorensen.
  - 10.3 Análisis de cluster.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Notas sobre R: Un entorno de programación para Análisis de Datos y Gráficos Versión 1.0.1 (2000-05-16)
2. Borcard D., Gillet F., Legendre P., Numerical ecology with R, Springer 2011; ISBN 978-1-4419-7975-9.
3. Crawley M. 2007. The R book, Wiley Ltd. and Sons, Chichester, UK.
4. Delgaard P. 2008. Introductory Statistics with R. Statistics and Computing. Springer; 2nd edition.
5. Everitt B.S. y Hothorn T. 2006. A handbook of statistical analysis using R. Chapman and Hall, Florida.
6. Quinn P. y Keough M. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge, New York.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Boyles J.G., Aubrey D.P., Cooper B.S., Cox J.G., Coyle D.R., Fisher R.J., Hoffman J.D., Storm J.J. (2008) Statistical confusion among graduate students: Sickness or symptom. Journal of Wildlife Management 72: 1869-1871.
2. Geedey C.K. y Dudycha J.L. (2004) The stats guy. Frontier in Ecology and the Environment 2: 49-50.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   X  ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   ; Otras (especificar): Sitio web para intercambio de materiales ([www.sisal.unam.mx/labeco/docencia](http://www.sisal.unam.mx/labeco/docencia)).

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar): Participación en el taller de cómputo

La acreditación se basará en las actividades realizadas individualmente, en exámenes parciales, en participación en clase para algunas de las actividades y en un trabajo final por equipo que se presentará en formato de seminario.

Las calificaciones globales serán: Entrega en tiempo y forma de las tareas asignadas: 30 %; Exámenes teórico-prácticos a problemas selectos 40%; Proyecto final a problemas reales: 30%.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Todas las mencionadas.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Dada la amplitud y la profundización que se desea en cada uno de los temas, los profesores deben tener una sólida formación matemática, estadística y amplia experiencia en programación, así como en el desarrollo y uso de software especializado R.

**PROGRAMA DE INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS COMPUTACIONAL DE SEÑALES E  
IMÁGENES APLICADO A LAS CIENCIAS DEL MAR**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS  
COMPUTACIONAL DE SEÑALES E IMÁGENES APLICADO A LAS CIENCIAS DEL  
MAR.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina   X  ; Geología Marina   X  ; Limnología   X  ; Oceanografía Física   X  ;  
Química Acuática:     .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El objetivo es desarrollar habilidades que permitan analizar y posteriormente implementar algoritmos de cómputo para el análisis de secuencias de datos (señales e imágenes) en general, particularmente haciendo énfasis en datos de origen marino o afines.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. El alumno aprenderá los conceptos básicos del análisis de señales e imágenes. Conocerá sus propiedades y características fundamentales.
2. El alumno desarrollará habilidades para plantear y resolver problemas de análisis básico de señales e imágenes, con especial énfasis en temas de aplicación de ciencias del mar.
3. El alumno será capaz, al término del curso, de plantear algoritmos y procesos de análisis básicos para señales e imágenes utilizando los conceptos estudiados en el curso, en particular para datos de origen medioambiental.
4. El alumno desarrollará su capacidad de pensamiento crítico para analizar señales e imágenes.

Así mismo, se pretenden los siguientes objetivos formativos:

5. Propiciar el desarrollo de estructuras cognoscitivas y afectivas que contribuyan al análisis adecuado de su realidad y a la mejor comprensión de objetivos y contenidos de la materia.
6. Contribuir al desarrollo de la capacidad de identificar, priorizar y aplicar conceptos o ideas claves en textos e informaciones de carácter científico.
7. Impulsar el desarrollo de hábitos, habilidades y estilos de aprendizaje propios de la naturaleza científica de su carrera.
8. Propiciar un aprendizaje significativo a largo plazo y útil en la solución de problemas y toma de decisiones.
9. La adquisición y el fortalecimiento de actitudes y valores por parte del alumno como individuo, es decir, como persona con potencialidad de desarrollo.

### 13) TEMARIO:

Unidad I. Introducción al concepto de Señales.

Capítulo 1. Características de una señal. (12 horas: 8 hrs teoría y 4 hrs práctica)

- 1.1 Clasificación de las señales.
- 1.2 Conceptos de amplitud, frecuencia y fase de señales periódicas.
- 1.3 Representación matemática y gráfica de las señales.

Capítulo 2. Señales en el dominio del tiempo. (12 horas: 8 hrs teoría y 4 hrs práctica)

- 2.1 Señales continuas y discretas.
- 2.2 Operaciones básicas con las señales.
- 2.3 Concepto de sistema y convolución de señales.
- 2.4 Señales como series temporales.
- 2.5 Señales y parámetros de origen marino.

Unidad II. Elementos básicos para el tratamiento y el análisis de señales.

Capítulo 3. Señales en el dominio de la frecuencia. (12 horas: 6 hrs teoría y 6 hrs práctica)

- 3.1 Concepto de espectro y ancho de banda.
- 3.2 Representación gráfica de una señal en el dominio de la frecuencia (Transformada de Fourier).
- 3.3 Análisis de señales y sistemas en el dominio de la frecuencia.

Capítulo 4. Técnicas básicas de preprocesamiento de señales (8 horas: 4 hrs teoría y 4hrs práctica).

- 4.1 Filtros y amplificación de señales (Análisis temporal y frecuencial).
- 4.2 Métodos de eliminación de ruido.
- 4.3 Análisis estadístico de señales.

Unidad III. Introducción Básica al análisis de Imágenes.

Capítulo 5 Conceptos básicos y técnicas de preprocesamiento de imágenes (14 horas: 8 hrs teoría y 6 hrs práctica).

- 5.1 Conceptos y términos básicos de una imagen digital.
- 5.2 Imágenes y sus dimensiones.
- 5.3 Técnicas básicas de preprocesamiento (Histograma, realce, filtrado).

Capítulo 6. Introducción al análisis morfológico (6 horas: 3 hrs teoría y 3 hrs práctica).

- 6.1 Morfología matemática.
- 6.2 Análisis morfológico.

### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Sanjit K. Mitra, "Digital signal processing: a computerbased approach," 3rd ed. McGrawHill, 2006.
2. Rafael C. González y Richard E. Woods, "Digital Image Processing," Third Edition. Pearson PrenticeHall. 2008.
3. Martin Vetterli, Jelena Kovacevic y Vivek Goyal, "Foundation of Signal Processing" (disponible gratis: <http://www.fourierandwavelets.org/>).
4. Alan V. Oppenheim y Ronald W. Shafer, "DiscreteTime Signal Processing," 3rd Ed., Prentice Hall, 2009.

5. William Menke, Joshua Menke, "Environmental Data Analysis with MatLab," 1st Edition, Elsevier, 2011.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky y S. Hamid, "Signals and Systems," 2nd Ed., Prentice Hall, 1996.
2. Arthur P. Cracknell, "Remote Sensing Applications in Marine Science and Technology" NATO ASI Series, Vol. 6, 1983.
3. Artículos de investigación publicados en revistas reconocidas nacionales e internacionales.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase \_X\_; Ejercicios fuera del aula \_X\_; Seminarios \_\_\_; Lecturas obligatorias \_\_\_; Trabajos de investigación \_X\_; Otras (especificar):

El curso está diseñado para que se lleve a cabo de forma presencial extensiva o intensiva.

Para lograr los objetivos propuestos, se ha de tener presente lo siguiente:

1. El curso está organizado en 6 capítulos, mismos que se desarrollarán en forma secuencial.
2. Cada capítulo presenta su propósito, objetivos de aprendizaje, contenidos, metodología (actividades de aprendizaje), criterio de evaluación y acreditación. Los capítulos están planeados para ser desarrollados entre 2 y 3 semanas (de 8 a 12 horas en modo intensivo).
3. Las clases se realizarán utilizando actividades de aprendizaje como: exposiciones magisteriales; discusiones en grupo y trabajo en equipo; resolución de ejercicios y uso de software; proyecto de investigación práctico y bibliográfico.
4. El desarrollo de cada unidad va apoyado con el desarrollo de un proyecto relacionado con el tema.
5. Para cada capítulo se incluyen documentos de lectura o de trabajo (documentos, presentaciones, artículos, capítulos de libros, etc.) como soportes para la realización de actividades de aprendizaje. Adicionalmente, se podrá indicar bibliografía de referencia para que el alumno consulte con el fin de complementar los temas.
6. Las actividades serán realizadas en el salón de clases o como trabajo en casa.
7. Posteriormente se revisarán en el grupo y se realizarán comentarios.
8. Los alumnos contarán con diversos recursos didácticos en los cuales se podrán apoyar para desarrollar sus actividades y lograr los objetivos de aprendizaje:
  - 8.1. Programa del curso.
  - 8.2. Actividades de aprendizaje.
  - 8.3. Material de lectura.
  - 8.4. Software: Matlab.
  - 8.5. Equipo de cómputo: centro de cómputo y/o computadora personal.

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_\_\_; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula \_X\_; Asistencia \_\_\_; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_X\_; Participación en clase \_X\_; Otros (especificar):

La evaluación se llevará a cabo a lo largo del transcurso del curso.

La acreditación se basará en las actividades individuales, ejercicios prácticos y proyectos.

Las calificaciones globales serán: 30% Actividades desarrolladas 70% Proyectos.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Análisis de señales e imágenes aplicado al estudio de procesos de línea de costa, estimación de parámetros ambientales, análisis de impacto ambiental, así como

caracterización morfológica para clasificación de especies a partir de imágenes y reconstrucciones digitales tridimensionales.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con el grado mínimo de maestría y conocer las bases teórico prácticas de procesado de señales e imágenes

**PROGRAMA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SENSORES  
REMOTOS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA ZONA COSTERA**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
Y SENSORES REMOTOS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA ZONA  
COSTERA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_X\_; Limnología \_\_\_\_; Oceanografía Física \_X\_;  
Química Acuática: \_\_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno aplicará los fundamentos básicos involucrados en la obtención, procesamiento y análisis de imágenes obtenidas a través de plataformas remotas. Así mismo, utilizará técnicas modernas para la generación y análisis de mapas temáticos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramientas para la descripción, manejo y conservación de la zona costera.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Obtener, manejar, analizar y presentar información espacial mediante el uso de SIG en combinación con sensores remotos. Unidades I y II.
2. Identificar el potencial y utilizará los SIG y sensores remotos como herramientas para la descripción, manejo y conservación de los recursos costeros. Unidades III, IV y V.
3. Aplicar métodos cuantitativos para la caracterización espacial de los recursos costeros, a través de un caso de estudio. Unidad VI.



### 13) TEMARIO:

#### UNIDAD I (14 horas).

1. Sistemas de Información Geográfica
  - 1.1. Introducción a la cartografía, proyecciones y sistemas de coordenadas.
  - 1.2. Visualización y SIG.
  - 1.3. Datos espaciales y atributos.
  - 1.4. Formatos raster, polígonos, puntos, líneas y poli-líneas.
  - 1.5. Georeferenciación y ortorectificación de imágenes.

#### UNIDAD II (14 horas).

1. Sensores remotos
  - 1.1. Radiación solar.
  - 1.2. Satélites y sensores aerotransportados útiles para el estudio de la zona costera.
  - 1.3. Características espaciales, radiométricas, espectrales y temporales de los sistemas remotos.
  - 1.4. Fuentes de obtención de imágenes y niveles de procesamiento.
  - 1.5. Georeferenciación y ortorectificación.
  - 1.6. Correcciones geométricas y radiométricas.
  - 1.7. Corrección de la columna de agua.

#### UNIDAD III (14 horas).

1. Mapeo temático de la zona costera.
  - 1.1. Importancia de la escala y resolución.
  - 1.2. Caracterización del hábitat costero mediante modelos jerárquicos.
  - 1.3. Clasificaciones supervisadas y no supervisadas.
  - 1.4. Análisis de firmas espectrales.
  - 1.5. Incertidumbre de la clasificación.
  - 1.6. Casos de estudio.

#### UNIDAD IV (4 horas).

1. Ecología del paisaje.
  - 1.1. Mosaico del paisaje.
  - 1.2. Tamaño, fragmentación y forma de los parches.
  - 1.3. Diversidad del paisaje.
  - 1.4. Manejo integral de la zona costera.

#### UNIDAD V (14 horas).

1. Vulnerabilidad costera por tormentas extremas.
  - 1.1. Caracterización de agentes forzantes.
  - 1.2. Caracterización de la costa.
  - 1.3. Respuesta de la costa a los agentes forzantes.
  - 1.4. Implementación de índice de vulnerabilidad.
  - 1.5. Mapeo del índice de vulnerabilidad.

#### UNIDAD VI (4 horas).

1. Casos de estudio
  - 1.1. Presentación de temas de interés particular desarrollados durante el curso.

### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Getting to Know ArcGIS Desktop: The Basics of ArcView, ArcEditor, and ArcInfo Updated for ArcGIS 9 (Getting to Know series), 550 p., Esri Press; Second Book and CD-ROM ed (June 1, 2004).
2. Getting to Know ArcGIS Desktop: The Basics of ArcView, ArcEditor, and ArcInfo Updated for ArcGIS 9 (Getting to Know series), 550 p., Esri Press; Second Book and CD-ROM ed (June 1, 2004),

3. Green, E. P., P. J. Mumby, et al. 2000. Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
4. ERDAS. 1999 ERDAS,Field Guide 5<sup>th</sup> Ed. ERDAS, Inc. USA, 672 p.
5. ESRI. 2010. ArcMap help manual. ESRI.
6. Schowengerdt, R. A. 2007. Remote Sensing Models and Methods for Image Processing. USA, Elsevier, Inc.
7. Andy Mitchell. 1999. The ESRI Guide to GIS Analysis Volume 1: Geographic Patterns & Relationships. ESRI Press, 186 p

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Andrefouët S., Kramer P., Torres-Pulliza D., Joyce K. E., Hochberg E.J., Garza-Pérez R., Mumby P.J., Riegl B., Yamano H., White W., Zubia M., Brock J.C., Phinn S.R. and F.E. Muller-Karger. 2003. Multi-sites evaluation of IKONOS data for classification of tropical coral reef environments. Remote Sensing of Environment 88 (2003) 128–143 p.
2. Chapman, B. and J. R. Turner. 2004. Development of a Geographical Information System for the marine resources of Rodrigues. Journal of Natural History 38: 2937-3957 p.
3. CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
4. Harborne, A. R., P. J. Mumby, et al. 2006. Modelling the beta diversity of coral reefs. Ecology 87(11): 2871-2881 p.
5. Mumby, P. J. and A. J. Edwards. 2002. Mapping marine environments with IKONOS imagery: enhanced spatial resolution can deliver greater thematic accuracy. Remote Sensing of Environment 82: 248-257 p.
6. Rioja-Nieto, R. and C. Sheppard. 2008. Effects of management strategies on the landscape ecology of a Marine Protected Area. Ocean & Coastal Management 51(5): 397-404 p.
7. Sheppard, C. R. C., K. Mathenson, et al. 1995. Habitat mapping in the Caribbean for management and conservation: use and assessment of aerial photography. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 5: 277-298 p.
8. Mendoza, E.T. & Jiménez, J.A. 2009). Regional geomorphic vulnerability analysis to storms for Catalan beaches".Proceedings of the Institution of Civil Engineering: Maritime Engineering, ICE. 162, 3, 127–135 p.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   ; Seminarios   ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   X  ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula   X  ; Asistencia   ; Seminario   ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ; Participación en clase   X  ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Ecología y dinámica espacio-temporal del paisaje. Caracterización y mapeo de hábitat. Manejo y conservación de recursos costeros. Análisis de riesgo y vulnerabilidad de la zona costera.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor debe contar con el grado mínimo de maestría y conocer las bases teórico-prácticas para el uso y análisis de imágenes obtenidas a través de distintas plataformas. Así mismo, debe de tener una amplia experiencia en el uso de Sistemas de Información Geográfica para el estudio de la zona costera, así como experiencia docente.

**PROGRAMA DE LIMNOECOLOGÍA: BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LOS SISTEMAS  
ACUÁTICOS EPICONTINENTALES**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **LIMNOECOLOGÍA: BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA  
DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS EPICONTINENTALES.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_\_; Geología Marina \_\_; Limnología X; Oceanografía Física \_\_;  
Química Acuática: \_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno será capaz de enunciar la diversidad biológica de los sistemas lacustres y de analizar los procesos bióticos como determinantes de la dinámica y estructura de los sistemas acuáticos continentales dentro del marco conceptual y operativo de la ecología moderna como una ciencia descriptiva, explicativa, y predictiva, asentada en los conceptos centrales de la teoría evolutiva (ecología evolutiva).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analizar las relaciones entre las distintas disciplinas científicas desde las cuales se aborda el estudio de los procesos biológicos en los lagos: la limnología, la ecología y la evolución.
2. Describir el papel de la diversidad genética y de las características ecofisiológicas en la estructuración de los patrones y dinámicas a nivel poblacional y comunitario.
3. Identificar los principales componentes de la biota en los sistemas lacustres a través de sus características morfofisiológicas relevantes que permiten entender su papel trófico en las comunidades.
4. Analizar las propiedades de las poblaciones acuáticas, las interacciones que se llevan a cabo entre ellas y los procesos evolutivos que las han modelado.

5. Analizar las particularidades de la estructura y procesos que se verifican en las comunidades lacustres.
6. Describir la dinámica ecológica de los sistemas lacustres, integrando los conocimientos adquiridos a lo largo del curso.

13) TEMARIO:

UNIDAD I. Limnología, ecología y evolución. (4 horas)

1. Limnología y ecología acuática.
2. La naturaleza científica de la ecología de los sistemas acuáticos epicontinentales.
3. Selección natural y adaptación.
4. Eficiencia biológica y adecuación.
5. La ecología evolutiva como un vehículo para entender los sistemas acuáticos.

UNIDAD II. El individuo en su hábitat. (4 horas)

1. Requerimientos individuales.
2. Factores abióticos y adaptaciones de los organismos.

UNIDAD III. Biodiversidad. (16 horas)

1. Espectro de tamaños de los organismos acuáticos.
2. Biodiversidad y el concepto de especie.
3. La biota acuática.
4. Virus.
5. Organismos procariontes y eucariontes.
6. Grupos ecológicos.

UNIDAD IV. Poblaciones. (6 horas)

1. Características de las poblaciones.
2. Regulación del crecimiento poblacional.
3. Variabilidad genética y fenética.
4. Utilización de la energía.
5. Importancia del tamaño corporal.
6. Eficiencia biológica y estrategias de la historia de vida.
7. Distribución, dispersión y colonización.
8. Metapoblaciones, efecto insular y flujo genético.
9. Procesos microevolutivos.

UNIDAD V. Interacciones consumidor-recurso. (6 horas)

1. ¿Qué es un recurso?
2. Tipos de recursos.
3. Tipos de "alimentación".
4. Consumo de recursos (respuesta funcional).
5. Regulación de la abundancia y el crecimiento de los consumidores por la disponibilidad de los recursos (respuesta numérica).
6. Crecimiento poblacional.
7. Estrategias  $r$  y  $K$ .

UNIDAD VI. Interacciones interespecíficas. (10 horas).

1. Tipos de interacciones interespecíficas.
2. El nicho ecológico y el principio de exclusión competitiva.
3. Teoría mecanicista de competencia por recursos.
4. Interacciones directas de la competencia.
5. Interacciones depredador-presa y parásito-huésped.
  - 5.1. La depredación y el parasitismo como factores ecológicos y evolutivos.
  - 5.2. Plasticidad fenotípica.
  - 5.3. Defensas inducidas por los consumidores.
6. Interacciones de competencia y depredación.

- 6.1. Hipótesis de la eficiencia por tamaño.
- 6.2. Evolución de las estrategias de la historia de vida.
- 6.3. Migración vertical diaria.
- 7. Simbiosis.

UNIDAD VII. Comunidades y redes tróficas. (10 horas).

- 1. Propiedades de las comunidades.
- 2. Mecanismos de regulación de las comunidades.
  - 2.1. Cadenas y redes tróficas.
  - 2.2. Control ascendente vs. control descendente.
  - 2.3. Cascada trófica.
  - 2.4. Circuito microbiano.
- 3. Sucesión estacional de las comunidades.
- 4. Metacomunidades.

UNIDAD VIII. Ecología de ecosistemas, biodiversidad y conservación (8 horas).

- 1. Diversidad, riqueza de especies y factores que la regulan.
  - 1.1. Hipótesis de la proporción de recursos.
  - 1.2. Hipótesis de las perturbaciones intermedias.
- 2. Patrones de diversidad y función del ecosistema.
- 3. Biodiversidad vs. Productividad.
  - 3.1. La paradoja de la productividad.
  - 3.2. Biodiversidad y estabilidad.
- 4. El concepto de ecosistema.
  - 4.1. Acoplamiento de hábitat.
  - 4.2. Ciclos biogeoquímicos de nitrógeno, fósforo, hierro y otros.
  - 4.3. Flujo de energía.
- 5. Comparación de la productividad de los ecosistemas.
- 6. Perturbación antropogénica: Eutrofización, contaminación, acidificación y cambio climático, especies exóticas.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- 1. Atlas R.M. y R. Bartha. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Pearson Publicación, S.A. Madrid, España.
- 2. Begon M., Townsend C.R. y J. L. Harper. 2006. Ecology. From individuals to ecosystems. 4th Ed. Blackwell Publishing.
- 3. Brönmark y Hansson. 2007. The biology of lakes and ponds. Oxford University Press.
- 4. Lampert W. y U. Sommer. 2007. Limnoecology. The ecology of rivers and lakes. Oxford University Press.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

\* REFERENCIAS CONSIDERADAS CLÁSICAS

- 1. Abrams P.A. 2000. The evolution of predator-prey interactions: theory and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31: 79-105.
- 2. Andersen T., P.J. Færøvig y D.O. Hessen. 2007. Growth rate versus biomass accumulation: Different roles of food quality and quantity for consumers. *Limnology and Oceanography* 52(5): 2128–2134.
- 3. Atlas R.M. y R. Bartha. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Pearson Publicación, S.A. Madrid, España.
- 4. \*Azam F., Fenchel T., Field J.G., Gray J.S., Meyer-Reil L. y F. Thingstad. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series* 10: 257-263.
- 5. \*Barker J. y M.R.W. Brown. 1994. Trojan horses of the microbial world: protozoa and the survival of bacterial pathogens in the environment. *Microbiology* 140: 1253-1259.
- 6. Björn C.R., C. Guill y U. Brose. 2008. Food-web connectance and predator interference dampen the paradox of enrichment. *Oikos* 117: 202-213.

7. Bohonak A.J., y D.G. Jenkins. 2003. Ecological and evolutionary significance of dispersal by freshwater invertebrates. *Ecology Letters* 6: 783-796.
8. \*Chase J.M. 2000. Are there real differences among aquatic and terrestrial food webs? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 408-412.
9. Chase J.M. y M.A. Leibold. 2002. Spatial scale dictates the productivity–biodiversity relationship. *Nature* 416: 427-430.
10. De Meester L., A. Gómez, B. Okamura y K. Schwenk. 2002. The Monopolization Hypothesis and the dispersal-gene flow paradox in aquatic organisms. *Acta Oecologica* 23: 121-135.
11. Decaestecker E., S. Gaba, J.A.M. Raeymaekers, R. Stoks, L. Van Kerckhoven, D. Ebert, and L. De Meester. 2007. Host–parasite ‘Red Queen’ dynamics archived in pond sediment. *Nature* 450: 870-874.
12. \*Fenchel T. 1987. *Ecology of protozoa: The biology of free-living phagotrophic protists*. Springer-Verlag, USA.
13. Gliwicz Z. M. 2002. On the different nature of top-down and bottom-up effects in pelagic food webs. *Freshwater Biology* 47: 2296–2312.
14. Hairston N.G. Jr., S.P. Ellner, M.A. Geber, T. Yoshida y J.A. Fox. 2005. Rapid evolution and the convergence of ecological and evolutionary time. *Ecology Letters* 8: 1114-1127.
15. Hay M.E., J.D. Parker, D.E. Burkelipe, *et al.* 2004. Mutualisms and aquatic community structure: the enemy of my enemy is my friend. *Annual Review of Ecology and Systematics* 35: 175-197.
16. \*Hoppe H.G. 1983. Significance of exoenzymatic activities in the ecology of brackish water: measurements by means of methylumbelliferyl substrates. *Marine Ecology Progress Series* 11: 299-308.
17. Kaunzinger M.K. y P.J. Morin. 1998. Productivity controls food-chain properties in microbial communities. *Nature* 395: 495-497.
18. Kingsolver J.G., Pfenning, D.W. y M.R. Servedio. 2002. Migration, local adaptation and the evolution of plasticity. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 540-541.
19. Kerfoot W.C. y L.J. Weider. 2004. Experimental paleoecology (resurrection ecology): Chasing Van Valen's Red Queen hypothesis. *Limnology and Oceanography* 49: 1300-1316.
20. \*Lampert W. 1997. Zooplankton research: the contribution of limnology to general ecological paradigms. *Aquatic Ecology* 31: 19-27.
21. Lee C.E. 2002. Evolutionary genetics of invasive species. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 386-391.
22. Lee M.S.Y. 2003. Species concepts and species reality: salvaging a Linnaean rank. *Journal of Evolutionary Biology* 16: 179-188.
23. Leibold M.A., M. Holyoak, N. Mouquet, *et al.* 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters* 7: 601-613.
24. Little T.J., K. Watt, y D. Ebert. 2006. Parasite-host specificity: experimental studies on the basis of parasite adaptation. *Evolution* 60: 31-38.
25. Murdoch W.W., C.J. Briggs y R.M. Nisbet. 2003. *Consumer-resource dynamics*. Princeton University Press, New Jersey, USA.
26. Nelson W.A., E. McCauley, y F.J. Wrona. 2005. Stage-structured cycles promote genetic diversity in a predator-prey system of *Daphnia* and algae. *Nature* 433: 413-417.
27. Okun N., J. Brasil, J.L. Ataide y I.A.S. Costa. 2007. Omnivory does not prevent trophic cascades in pelagic food webs. *Freshwater Biology* doi:10.1111/j.1365-2427.2007.01872.x
28. Ortega-Mayagoitia E., Rojo C. y M. A. Rodrigo. 2002. Factors masking the trophic cascade in shallow eutrophic wetlands: Evidence from a microcosm study. *Archiv für Hydrobiologie* 155: 43-63.
29. Scheffer M., y E.H. van Nes. 2006. Self-organized similarity, the evolutionary emergence of groups of similar species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103: 6230-6235.

30. Schindler D.E. y M. D. Scheuerell. 2002. Habitat coupling in lake ecosystems. *Oikos* 98: 177–189.
31. Schmid B. 2002. The species richness–productivity controversy. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 113-114.
32. Sommer U. 1999. Competition and coexistence. *Nature* 402: 366-367.
33. \*Sommer U., Gliwicz Z.M., Lampert W. y A. Duncan. 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Archiv für Hydrobiologie* 106: 433-471.
34. Sommer U. y B. Worm. 2002. Competition and Coexistence. *Ecological Studies* v. 161. Springer-Verlag, Berlin.
35. Stelzer C. P. 2005. Evolution of rotifer life histories. *Hydrobiologia* 546: 335-346.
36. Stevens H.H. y C.E. Steiner. 2006. Effects of predation and nutrient enrichment on a food web with edible and inedible prey. *Freshwater Biology* 51: 666–671.
37. \*Taylor F.J.R. 1990. Symbiosis in marine protozoa. En: Capriulo G.M. (ed) *Ecology of marine protozoa*. Oxford University Press, New York, USA, 283-306.
38. Thorp J.H. y A.P.Covich. 2001. *Ecology and clasification of the North American freshwater invertebrates*. 2<sup>nd</sup>. ed. Academic Press.
39. Tollrian R. y C. D. Harvell. 1999. *The ecology and evolution of inducible defenses*. Princeton University Press, New Jersey, USA.
40. Van De Meutter, F. L. De Meester y R. Stoks. 2007. Metacommunity structure of pond macroinvertebrates: effects of dispersal mode and generation time. *Ecology* 88: 1687-1695.
41. Van der Gucht K., K. Cottenie, K. Muylaert, N. Vloemans, S. Cousin, S. Declerck, E. Jeppesen, J. M. Conde-Porcuna, K. Schwenk, G. Zwart, H. Degans, W. Vyverman y L. De Meester. 2007. The power of species sorting: Local factors drive bacterial community composition over a wide range of spatial scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 104: 20404-20409
42. Weithoff G., Walz N. y U. Gaedke 2001. The intermediate disturbance hypothesis-species diversity of functional diversity? *Journal of Plankton Research* 23: 1147-1155.
43. Worm B., H.K. Lotze, H. Hillebrand, y U. Sommer. 2002. Consumer versus resource control of species diversity and ecosystem functioning. *Nature* 417: 848-851.
44. Yoshida T., L.E. Jones, S.P. Ellner y N.G. Jr. Hairston (2006) Mechanisms for consumer diversity. *Nature* 439: E1-E2.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar):

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

#### 18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Dada la amplitud del temario, esta actividad se inserta en cualquier línea de investigación en ecología de ambientes lacustres.

#### 19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá contar con nivel mínimo de maestría y tener experiencia docente y en investigación en alguna rama de la ecología de sistemas lacustres con énfasis en ecología funcional y evolutiva.



**PROGRAMA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ESTADÍSTICA**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ESTADÍSTICA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Al final del curso el alumno será capaz de diseñar un proyecto de investigación científico, evitando las posibles fuentes de error.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Discutir los conceptos de: teoría, objetividad, empirismo, racionalidad, modelaje matemático. Valorar otras características de la investigación científica. Criticar la visión positivista de la ciencia.
2. Analizar el concepto de Causalidad y las dificultades para su valoración.
3. Conocer y comprender la posición del falsacionismo metodológico y el papel de la aleatorización, bloqueo y pruebas de significancia en el mismo.
4. Analizar y discutir los conceptos de Validez Externa e Interna en las investigaciones.
5. Analizar los criterios de clasificación de las investigaciones, según: a) Seguimiento de elementos, b) Fuentes de información, c) Grado de intervención el fenómeno y d) Propósito de la investigación.

6. Analizar la elaboración de protocolos de investigación según la estructura de los criterios de clasificación.
7. Conocer, comprender y aplicar los principios básicos del diseño y análisis estadístico. Se pretende que los alumnos con los conocimientos básicos que tengan de la estadística, no la utilicen como una herramienta, ya que, con un adecuado proyecto de investigación, la estadística se convierte en un complemento importante para minimizar errores de interpretación y extrapolación.

13) TEMARIO:

1. Ciencia, Metodología y Estadística, una visión general. (4 horas)
2. Objetividad Intersubjetiva. "Hechos Científicos". (4 horas)
3. Determinismo e Indeterminismo. Características de la "Nueva Filosofía de la Ciencia". (4 horas)
4. Validez Externa. Muestras aleatorias y a "conveniencia". Extrapolación. (2 horas)
5. Causalidad Probabilística. (2 horas)
6. El Falsacionismo condicionado. Apoyo a hipótesis científicas. Explicaciones Alternativas. Factores de Confusión y su control. Papel de la aleatorización, el análisis estadístico, la formación de bloques y la homogenización. (10 horas)
7. Criterios generales para la realización de una Investigación científica. (2 horas)
8. Criterios para clasificar proyectos o investigaciones científicas. Estudios Prospectivos y Retrospectivos; Observacionales y Experimentales; Transversales y Longitudinales; Descriptivos y Comparativos. (6 horas)
  - 8.1. Estudio de Encuesta Descriptiva. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.2. Encuesta Comparativa. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.3. Revisión de Casos. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.4. Perspectiva Histórica. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.5. Casos y Controles. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.6. Una cohorte. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.7. Varias cohortes. Características, Ventajas y Desventajas.
  - 8.8. Experimento. Características, Ventajas y Desventajas. (8 horas)
9. Generalidades y uso de la aplicación de la Estadística Descriptiva y de Inferencia en la investigación científica. (22 horas)

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Figueroa M. Arturo. 2013. Introducción a La Metodología Experimental. Editorial Pearson Educación. 168 pp.
2. Kerlinger Fred N. y Howard B. Lee. 2000. Investigación del Comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias sociales. McGraw Hill, 4a edición, México.
3. Niño Rojas V. 2011. Metodología de la Investigación: Diseño y Ejecución. Ediciones de la U. Bogotá, Colombia.
4. Méndez R. Ignacio, Delia Namihira. 2011. Laura Moreno y Cristina Sosa. "El protocolo de Investigación. Lineamientos para su elaboración y Análisis". Editorial Trillas.
5. Méndez Ramírez Ignacio, Hortensia Moreno M. Ignacio Méndez Gómez-Humaran y Chiharu Murata. Objetividad, Probabilidad y Población. Serie Monografías. Vol. 15, No. 32, IIMAS-UNAM, (2013).
6. Turner A. David. 2015. Teoría de la Educación, México D.F, Siglo XXI Editores. 202 pp.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Feyrabend Paul K. 1991. Diálogos sobre el conocimiento. Cátedra. Colección Teorema.
2. Steve Fuller. 2006. KUHN vs. POPPER. The struggle for the Soul of Science. Icon Books 240 pp.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar): Clasificación de artículos.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Oceanografía Biológica, Química, Geológica y Física.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El Profesor tiene la Maestría en Oceanografía Biológica, y la Especialidad en Estadística Aplicada, además cuenta con una amplia y sólida experiencia en el campo de la Metodología de la Investigación y en Estadística Aplicada, así como un conocimiento especializado y a profundidad de las herramientas y conceptos teóricos que se abordan durante el curso.

**PROGRAMA DE MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN, PURIFICACIÓN Y  
CARACTERIZACIÓN DE TOXINAS MARINAS**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN,  
PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TOXINAS MARINAS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_\_; Geología Marina \_\_; Limnología \_\_; Oceanografía Física \_\_;  
Química Acuática: X.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno conocerá las principales técnicas analíticas para la purificación de un analito extraído de una fuente marina, las herramientas analíticas para la correcta caracterización de dicho analito, así como las bases de datos más ampliamente utilizadas para realizar un análisis de correlación del compuesto con estructuras previamente reportadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. El estudiante aprenderá los fundamentos para la extracción de analitos de interés farmacológico a partir de organismos marinos.
2. El estudiante se familiarizará con las principales técnicas de cuantificación y concentración de compuestos orgánicos y de origen protéico.
3. El estudiante entenderá las bases teóricas y diversos aspectos prácticos de los métodos y técnicas más comunes para la purificación de diversos analitos.
4. El estudiante conocerá las principales estrategias para la caracterización química de diversos analitos.

13) TEMARIO:

I. Introducción a la Toxicología (2hrs) RAE.

1. Objetivo: Reconocer y comprender los aspectos generales de los animales marinos venenosos, biología y componentes de sus venenos.

- 1.1. Importancia del estudio de animales marinos.
- 1.2. Animales marinos venenosos (Phylum Cnidaria).
- 1.3. Mecanismo de inyección de veneno.
- 1.4. Toxinas.

II. Obtención de un extracto (2hrs) JFLP.

2. Objetivo: Capacitar al estudiante en la comprensión de los diferentes tipos de obtención de un extracto.
- 2.1. Extracciones acuosas.
- 2.2. Extracciones con solventes orgánicos.

III. Características generales de moléculas orgánicas de bajo peso molecular aisladas de organismos marinos (6hrs) ELS y MCC.

3. Objetivo: Identificar las características estructurales y fisicoquímicas de moléculas orgánicas de bajo peso molecular con actividad biológica aisladas de organismos marinos.
- 3.1. Generalidades y conceptos básicos de metabolitos secundarios de origen marino.
- 3.2. Alcaloides.
- 3.3. Poliéteres.
- 3.4. Esteroides.
- 3.5. Terpenoides.

IV. Técnicas de purificación de moléculas orgánicas de bajo peso molecular (6hrs) ELS y AHM.

4. Objetivo: Conocer las distintas técnicas de purificación utilizadas en la purificación de compuestos orgánicos.
- 4.1. Procesos de reparto líquido-líquido.
- 4.2. Cromatografía de baja presión.
- 4.3. Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC).

V. Técnicas de caracterización de moléculas orgánicas de bajo peso molecular (6hrs) ELS, AHM, MCC.

5. Objetivo: Conocer las principales técnicas utilizadas en la caracterización estructural de compuestos orgánicos.
- 5.1. Cromatografía de capa fina, preparativa y columna.
- 5.2. Espectroscopia de IR y UV.
- 5.3. Espectrometría de masas.
- 5.4. Resonancia magnética nuclear.

VI. Actividades Biológicas de moléculas de bajo peso molecular (2hrs) UHG.

6. Objetivo: Definir los fundamentos teóricos de las pruebas biológicas que se realizan con las toxinas de origen orgánico aisladas en organismos marinos.
- 6.1. Pruebas electrofisiológicas.
- 6.2. Actividad antioxidante.
- 6.4. Actividad antimicrobiana.
- 6.5. Ensayos de neurotoxicidad.
- 6.6. Determinación de dosis letal mínima.

VII. Importancia y aplicaciones de toxinas marinas de bajo peso molecular (2hrs) UHG.

7. Objetivo: Conocer las aplicaciones biotecnológicas de las toxinas marinas de bajo peso molecular.
- 7.1. Bioconjugados.
- 7.2. Desarrollo de nuevos fármacos y terapias.
- 7.3. Elucidación de mecanismos de acción de toxinas.

VIII. Características generales de péptidos y proteínas (4hrs) UHG.

8. Objetivo: Conocer las características estructurales y fisicoquímicas de péptidos y proteínas con actividad biológica.

8.1. Aminoácidos y enlace peptídico.

8.2. Estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

8.3. Interacciones no covalentes.

8.4. Efecto de las condiciones fisicoquímicas sobre la actividad de un péptido/proteína.

8.5. Interacción péptido/proteína-ligando.

IX. Técnicas de purificación de péptidos y proteínas (4hrs) MCC, AHM, JFLP.

9. Objetivo: Conocer las distintas técnicas de purificación de péptidos y proteínas.

9.1. Ultracentrifugación.

9.2. Cromatografía de exclusión molecular.

9.3. Cromatografía de intercambio iónico.

9.4. Precipitación con sales.

9.5. Cromatografía de interacción hidrofóbica.

9.6. Cromatografía de fase reversa y normal.

9.7. Electroforesis capilar y en gel.

X. Técnicas de caracterización de péptidos y proteínas (10hrs) AHM, MCC, UHG, SARG, RAE.

10. Objetivo: Conocer las principales técnicas utilizadas en la caracterización estructural de toxinas de naturaleza proteica.

10.1. Electroforesis en geles desnaturizantes y nativos.

10.2. Isoelectroenfoque y electroforesis bidimensional en gel.

10.3. Espectrometría de masas MALDI-TOF.

10.4. Espectrometría de masas ESI-qTOF.

10.5. Secuenciación por espectrometría de masas.

10.6. Cristalización de macromoléculas y difracción de rayos X.

XI. Herramientas bioinformáticas en el estudio de toxinas marinas de origen peptídico (4hrs) UGH.

11. Objetivo: Conocer las distintas bases de datos y herramientas bioinformáticas utilizadas en el estudio de toxinas.

11.1. Principales bases de datos y exploradores de búsqueda para proteínas.

11.2. Herramientas bioinformáticas para análisis teórico.

11.3. Consideraciones en el análisis estructural de toxinas.

XII. Actividades Biológicas de toxinas de origen peptídico y proteínas (2hrs) UHG.

12. Objetivo: Entender los fundamentos teóricos de las pruebas biológicas que se realizan con las toxinas de origen peptídico/proteico aisladas en organismos marinos.

12.1. Actividad PLA<sub>2</sub>.

12.2. Actividad proteolítica.

12.3. Actividad citolítica.

12.4. Ensayos de neurotoxicidad.

12.5. Ensayos de miotoxicidad.

12.6. Determinación de dosis letal mínima.

12.7. Pruebas electrofisiológicas.

XIII. Importancia y aplicaciones de toxinas marinas de origen peptídico (2hrs) MCC.

13. Objetivo: Conocer las aplicaciones biotecnológicas de las toxinas marinas de naturaleza proteica.

13.1. Desarrollo de nuevos fármacos y terapias.

13.2. Desarrollo de antitoxinas y vacunas.

13.3. Elucidación de mecanismos de acción de toxinas.

XIV.- Discusión de artículos (10 hrs) RAE, JFLP, AHG, MCC, UHG, ELS.

14. Objetivo: Integrar los conocimientos adquiridos a lo largo del semestre para poder entender la utilización de las distintas técnicas en el estudio de toxinas marinas. (Se asignará un artículo por alumno).

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Marine Toxins as Research Tools. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Press. 2009
2. Protein Purification Techniques: a practical approach. Oxford University Press. 2001
3. Scopes RK (1994). Protein purifications: principles and practice. 3<sup>a</sup> ed. Springer-Verlag, New York.
4. Landers, J.P. (ed.) (1994) Handbook of capillary electrophoresis. CRC Press, Boca Ratón, USA.
5. Bioquímica Mathwes-Van Holde-Aher. Addison Wesley Ed. 2002
6. Lehninger Principles of Biochemistry. Nelson y Cox. Worth Publishers. 2000
7. Methods in Enzymology Vol. 463. (2009) Guide to Purification, 2Ed. John N. Abelson y Melvin I. Simon.
8. Protein Purification. Protocols. Second Edition. (2004) Edited by Paul Cutler.
9. Interpretation Mass Spectra. (1993) 4ta Ed. Fred. W. McLafferty
10. Métodos de Investigación Fitoquímica. (1988). Dr. Xorge Alejandro Domínguez. Ed. Limusa S.A. de C.V.
11. Protein purification protocols. Methods in Molecular Biology, Vol. 244. 2nd edition. Cutler P., Ed., Humana Press, Totowa NJ, 2004.
12. Peptide characterization and application protocols. Methods in Molecular Biology, Vol. 386. Fields G.B., Ed., Humana Press, 2007.
13. HPLC of peptides and proteins: Methods and protocols. Methods in Molecular Biology, Vol. 251. Marie-Isabel Aguilar, Ed., Humana Press, 2004.
14. Proteins, peptides and amino acids source book. White J.S. y Chong White Dorothy, Eds., Humana Press, 2002.
15. Applied electrospray mass spectrometry. Pramanik Birebdra N. Ganguly A.K. y Gross M.L., Eds., Marcel Dekker, Inc., 2002.
16. A guide to protein isolation: Focus on structural biology. 2nd edition. Dennison C., Ed., Kluwer Academic Publishers, 2003.
17. Protein sequencing protocols. Methods in Molecular Biology. Smith B.J., Ed., Humana Press, 2003.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Orellana Gabriel, et al. "Validation of a confirmatory method for lipophilic marine toxins in shellfish using UHPLC-HR-Orbitrap MS." *Analytical and bioanalytical chemistry* 406.22 (2014): 5303-5312.
2. Wang Qin, et al. "An improved functional assay for rapid detection of marine toxins, saxitoxin and brevetoxin using a portable cardiomyocyte-based potential biosensor." *Biosensors and Bioelectronics* 72 (2015): 10-17.
3. Boundy Michael J., et al. "Development of a sensitive and selective liquid chromatography–mass spectrometry method for high throughput analysis of paralytic shellfish toxins using graphitised carbon solid phase extraction." *Journal of Chromatography A* 1387 (2015): 1-12.
4. Botana Luis M., et al. "Derivation of toxicity equivalency factors for marine biotoxins associated with Bivalve Molluscs." *Trends in Food Science & Technology* 59 (2017): 15-24.
5. Sable Rushikesh, Pravin Parajuli, and Seetharama Jois. "Peptides, Peptidomimetics, and Polypeptides from Marine Sources: A Wealth of Natural Sources for Pharmaceutical Applications." *Marine Drugs* 15.4 (2017): 124 pp.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (Problemas de integración):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Química Acuática.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Mínimo nivel de maestría, con experiencia general en técnicas de purificación y caracterización, que pueda demostrar con constancias o proyectos de investigación relacionados en el área de desarrollo profesional.



## PROGRAMA DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN LIMNOLÓGICA Y COSTERA

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN LIMNOLÓGICA Y COSTERA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Curso Intensivo.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica-práctica

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno aprenderá cómo planear, organizar y realizar un muestreo, así como a utilizar los diferentes métodos para medir parámetros fisicoquímicos y obtener muestras biológicas en los ecosistemas costeros influenciados por la presencia de ríos. Obtendrá las habilidades fundamentales para clasificar, conservar y procesar muestras de campo, analizar e interpretar los datos obtenidos para realizar un informe de muestro.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Planear y desarrollar la logística necesaria para realizar un muestreo.
2. Implementar medidas básicas de seguridad personal para las salidas de campo.
3. Medir parámetros fisicoquímicos *in situ* en ecosistemas costeros influenciado por los ríos.
4. Utilizar diferentes métodos de medición, muestreo y clasificación de muestras biológicas.
5. Registrar, almacenar y procesar muestras, así como analizar los datos obtenidos en el campo y generar un informe de salida.

13) TEMARIO:

UNIDAD I. Preparación de muestreo ambiental. (5 horas)

1. ¿Cuál es la pregunta científica? ¿Cuáles son los índices que medir?

2. La zona costera y su interacción con los ríos: los límites de la oceanografía y la limnología.
3. Diseño del muestreo: cobertura espacial, temporal y significancia estadística.
4. Mapas y herramientas de posicionamiento.
5. Escalas de precisión y replicabilidad.
6. Medidas precautorias de seguridad personal.
7. Registro de información y sistemas conservación de muestras.
8. Construcción de una base de datos ambiental y bitácoras.

UNIDAD II. Medición parámetros fisicoquímicos con equipos especializados. (7 horas)

1. Variaciones de los parámetros fisicoquímicos en ambientes acuáticos.
2. Sondas de conductividad, temperatura y profundidad (CTD) y multiparamétricas.
3. Sondas fijas de medición de parámetros fisicoquímicos.
4. Análisis exploratorios de los datos de campo.

UNIDAD III. Métodos de muestreo de manglares. (8 horas)

1. Hidrología y biogeoquímica de los manglares.
2. Medición de parámetros *in situ*: muestras de agua y sedimentos.
3. Transporte y conservación de muestras.
4. Análisis de laboratorio de muestras agua.

UNIDAD IV. Métodos de muestreo de fitoplancton. (8 horas)

1. Fundamentos de ecología del fitoplancton: productividad primaria en el océano.
2. Composición básica del fitoplancton en áreas costeras.
3. Florecimientos Algales Nocivos (FAN): preparación del muestreo y toma de datos.
4. Equipos de muestreo: redes, botellas y colectores.
5. Muestreo de organismos: preservación, almacenamiento y concentración de muestras.
6. Análisis cuantitativo de fitoplancton.

UNIDAD V. Métodos de muestreo de zooplancton. (8 horas)

1. Ecología del zooplancton.
2. Preparación de un muestreo de zooplancton: material y medidas de seguridad.
3. Sistemas de recolección de zooplancton: redes, botellas, arrastre y colectores automáticos.
4. Fijación, conservación y conteo de muestras.
5. Análisis cualitativos y cuantitativos.
6. Separación de zooplancton por grupos taxonómicos.

UNIDAD VI. Métodos de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. (8 horas)

1. Estudios poblacionales en macroinvertebrados bentónico en ambientes estuarinos.
2. Métodos de muestreo y cuantificación de poblaciones de macroinvertebrados en diferentes tipos de hábitats costeros.
3. Influencia del ambiente y del hábitat sobre la distribución de macroinvertebrados bentónicos.
4. Ecología de comunidades de macroinvertebrados bentónicos.
5. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en un ambiente de praderas de pastos marinos.

UNIDAD VII. Métodos de muestreo de ictiofauna de ambientes estuarinos. (8 horas)

1. Fundamentos en el monitoreo de peces de distintos tipos de hábitats costeros.
2. Formas del cuerpo y su relación con el hábitat.
3. Artes de captura de la ictiofauna en los hábitats costeros.
4. Estructura de la comunidad de peces de ambientes estuarinos.
5. Formas del cuerpo de los peces, su identificación taxonómica e interacciones con otros organismos (endo y ecto-parásitos).

UNIDAD VIII. Métodos de monitoreo de aves costeras. (7 horas)

1. Fundamentos en el monitoreo de aves costeras: anátidos, rapaces y carroñeras, playeras, gaviotas y charranes, garzas y passerinas de costa.
2. Identificación taxonómica: guías de campo y herramientas digitales.
3. Métodos de muestreo (transectos, puntos).
4. Identificación taxonómica.
5. Herramientas bioinformáticas para la caracterización ecológica de las comunidades orníticas.

UNIDAD IX. El Cambio Climático y Global. (5 horas)

1. Efectos y causas del Cambio Climático y Global.
2. Calidad de agua.
3. Gestión Costera.
4. Generación informes de campo.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Buckland S. T., Burt M. L., Rexstad E. A., Mellor M., Williams A. E., y Woodward, R. (2012). Aerial surveys of seabirds: the advent of digital methods. *Journal of Applied Ecology*, 49(4), 960–967. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02150.x>
2. Castellani C., y Edwards M. (Eds.). (2017). *Marine Plankton: A Practical Guide to Ecology, Methodology, and Taxonomy*. Oxford University Press.
3. Chabot D., y Bird D. M. (2015). Wildlife research and management methods in the 21st century: Where do unmanned aircraft fit in? 1. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 3(4), 137–155. <http://doi.org/10.1139/juvs-2015-0021>.
4. Eleftheriou A. (Ed.). (2013). *Methods for the study of marine benthos*. John Wiley and Sons. Crete, Greece.
5. Flannery E. y 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.
6. Karlson B., Cusack C., y Bresnan E., Eds. (2010). *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO. Paris, 110 pp.
7. Libes S. (2011). *Introduction to marine biogeochemistry*. Academic Press. Sudbury, USA.
8. Matsumura-Tundisi Takako. 2011. *Limnology*. Boca Raton: CRC Press.
9. Millero F. J. (2013). *Chemical Oceanography, Fourth Edition*. CRC press. Boca Raton, Florida, USA.
10. Moreno-Casasola P. y D. Infante Mata. (2016). Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos. *Costa Sustentable no 5*. INECOL-OIMT-CONAFOR. 132 pp.
11. Morrissey J., y Sumich J. L. (2011). *Introduction to the biology of marine life*. Jones y Bartlett Publishers. London. UK.
12. Nelson J. S., Grande T. C., y Wilson M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley and Sons. New York.
13. Oksanen J., Blanchet F. G., Kindt R., Legendre P., Minchin P. R., O'Hara R. B., ... y Wagner H. (2015). *Vegan: Community ecology package*. R package version 2.3-5. 2016. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
14. Wells M. L., Trainer V. L., Smayda T. J., Karlson B. S., Trick C. G., Kudela R. M., Cochlan W. P. (2015). Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future. *Harmful Algae*, 49, 68-93. doi: 10.1016/j.hal.2015.07.00

**Clásica:**

1. De Bernardi R. D. (1984). *Methods for the estimation of zooplankton abundance. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters*, 2nd ed. IBP Handbook, 17, 59-86.

2. Granados-Barba A., Weiss V. S., y Ramírez R. B. (2000). Métodos de muestreo en la investigación oceanográfica. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
3. Harris R., Wiebe P., Lenz J., Skjoldal H. R., y Huntley M. (Eds.). (2000). ICES zooplankton methodology manual. Academic press. London. UK.
4. Karlson B., Cusack C., y Bresnan E., Eds. (2010). Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO. Paris, 110 pp.
5. Paxton J.R., y Eschmeyer W. (2003) Encyclopedia of Fishes: A Comprehensive Guide by international Experts, 2nd ed., Fog City Press, San Francisco, CA.
6. Reid G. K., y Wood R. D. (1976). Ecology of inland waters and estuaries. D. Van. Nostrand Company. Van Nostrand, New York, USA.
7. Schreiber E. A., y Burger J. (Eds.). (2001). Biology of marine birds. CRC Press. Boca Raton, Florida. USA.
8. Wells M. L., Trainer V. L., Smayda T. J., Karlson B. S., Trick C. G., Kudela R. M., Cochlan W. P. (2015). Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future. Harmful Algae, 49, 68-93. doi: 10.1016/j.hal.2015.07.009
9. Wetzel R.G., 2001. Limnology: Lake and river ecosystems. Academic Press. San Diego, USA.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Downing J. A. (2014). Limnology and oceanography: two estranged twins reuniting by global change. Inland Waters, 4(2), 215-232.
2. Falkowski P.G. (2003). Biogeochemistry of Primary Production in the Sea. En: Schlesinger, Ed. Treatise on Geochemistry. Vol. 8. Elsevier, Amsterdam, pp. 158 – 213.
3. Gallardo Torres A., Badillo Alemán M., y Loera Pérez J. (2012). Catálogo de peces de la costa norte de Yucatán. UNAM, México.
4. Marshall A. J., y Williams W. D. (2014). Zoología. Invertebrados. Reverté. Malaga, España.
5. McKinney R. A., Raposa K. B., y Kutcher T. E. (2010). Use of urban marine habitats by foraging wading birds. Urban Ecosystems, 13(2), 191–208. <http://doi.org/10.1007/s11252-009-0111-1>
6. Reguero M. (2007). Catálogo ilustrado de moluscos del Golfo de México y Mar Caribe. UNAM, México.
7. Ruiz-Luna A., Berlanga-Robles CA, y Hernández-Guzmán R. (2011). Modelación de humedales Costeros de Marismas Nacionales. Clasificación, Hidrología y diversidad. Editorial Académica Española. 231 pp.
8. Vernet M., y Smith R. C. (2007). Measuring and modeling primary production in marine pelagic ecosystems. En: Fahey T.J. y A.K. Knapp. Principles and Standards for Measuring Primary Production, Long-term ecological research network series LTER. 142-174.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase \_X\_; Ejercicios fuera del aula \_X\_; Seminarios \_\_\_; Lecturas obligatorias \_\_\_; Trabajos de investigación \_\_\_; Otras (especificar):

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_X\_; Examen final escrito \_X\_; Tareas y trabajos fuera del aula \_X\_; Asistencia \_X\_; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase \_X\_; Otros (especificar):

#### 18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Biología marina, Química acuática y Limnología.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con posgrado y conocer las bases teórico-prácticas de los métodos y procesamiento de muestras ambientales o biológicas en sistemas acuáticos costeros influenciados por ríos, además de tener experiencia docente.

## PROGRAMA DE MÉTODOS NUMÉRICOS

1) ENCABEZADO

### PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **MÉTODOS NUMÉRICOS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina ; Geología Marina ; Limnología ; Oceanografía Física ; Química Acuática: .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Complementaria de elección.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El propósito del curso es el de entender los fundamentales teóricos que permitan al alumno plantear y resolver la solución numérica a problemas analíticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Que el alumno adquiriera los conocimientos básicos para formular y resolver numéricamente ecuaciones lineales.
2. Que el alumno adquiriera la habilidad para organizar, analizar y visualizar datos numéricos.

Asimismo se pretenden los siguientes objetivos formativos:

1. Propiciar el desarrollo de estructuras mentales que permitan comprender un problema y diseñar mentalmente la estrategia para resolverlo.
2. Impulsar el desarrollo de hábitos de orden y organización, necesaria para poder trabajar con una gran cantidad de información.

13) TEMARIO: (64 horas teóricas en total)

Unidad I. INTRODUCCIÓN. (1 semana) (4 hrs)

Capítulo 1. Introducción a la programación.

- 1.1. Utilidad de la programación.
- 1.2. Lenguajes de programación.
- Capítulo 2. Introducción a Matlab.
  - 2.1. Ventajas de programar en Matlab.
  - 2.2. Características de Matlab.
  - 2.3. Entorno de Matlab (ventanas).

Horas teóricas: 2

Horas prácticas 2

Unidad II. ORGANIZACION DE DATOS. (2 semanas) (8 hrs)

Capítulo 3. Matrices.

Capítulo 4. Funciones y ficheros.

Horas teóricas: 4

Horas prácticas 4

Unidad III VISUALIZACION DE DATOS. (2 semanas) (8 hrs)

Capítulo 5. Gráficos bidimensionales.

Capítulo 6. Disposiciones de múltiples gráficas.

Capítulo 7. Superficies.

Capítulo 8. Líneas de nivel sobre la superficie.

Horas teóricas: 4

Horas prácticas 4

Unidad IV. Introducción a la programación en Matlab (4 semanas) (16 hrs)

Capítulo 9. Programación y tipos de datos.

9.1. Tipos de datos.

9.2. Sentencias de control.

9.3. Sentencias de repetición o ciclos.

9.4. Sentencias condicionales.

9.5. Estructuras de datos.

9.6. Cell arrays.

Horas teóricas: 8

Horas prácticas 8

Unidad V. Métodos numéricos. (3 semanas) (12 hrs)

Capítulo 10. Métodos para encontrar soluciones a funciones.

10.1. Funciones polinomiales.

10.2. Sistemas lineales.

10.3. Derivación.

10.4. Diferencias finitas.

10.5. Integración.

Horas teóricas: 6

Horas prácticas 6

Unidad VI. Aplicaciones. (4 semanas) (16 hrs)

Capítulo 11. Conocimiento de Toolboxes.

11.1. Manejo de datos estadísticos.

11.2. Manejo de imágenes.

Capítulo 12. Aplicaciones sobre interpolación espacial.

12.1. Distribución espacial de variables ambientales

Capítulo 13. Aplicaciones sobre interpolación temporal.

13.1. Distribución temporal de variables ambientales

Horas teóricas: 8

Horas prácticas 8

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Isaacson E., H.B. Keller, Analysis of Numerical Methods. John Wiley, New York, 1966.
2. Mathews y Fink, Métodos Numéricos con MATLAB, tercera edición, Prentice Hall, 2000.
3. Moler, Numerical Computing with MATLAB, The Mathworks, Inc. 2004.  
<http://www.mathworks.com/moler>
4. Nakamura, Análisis numérico y visualización gráfica con MATLAB, Prentice Hall, 1997.
5. Sanz-Serna, Stability and Convergence in Numerical analysis - Linear Problems - a simple comprehensive account, REP.1988.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Mathews y Fink, Métodos Numéricos con MATLAB, tercera edición, Prentice Hall, 2000.
2. Moler, Numerical Computing with MATLAB, The Mathworks, Inc., 2004.  
<http://www.mathworks.com/moler>
3. Nakamura, Análisis numérico y visualización

#### 15) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase X; Ejercicios fuera del aula \_\_\_; Seminarios \_\_\_; Lecturas obligatorias \_\_\_; Trabajos de investigación X; Otras (especificar):

#### 16) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales X; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula X; Asistencia \_\_\_; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase X; Otros (especificar):

La acreditación se basará en las actividades realizadas individualmente, en exámenes parciales, en participación en clase para algunas de las actividades.

Las calificaciones globales serán: 40% exámenes parciales; 30% Tareas y trabajos; 30% participación en clase.

#### 17) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Métodos Numéricos.

#### 18) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá tener una sólida formación matemática y amplia experiencia en programación computacional. Deberá contar con el grado mínimo de maestría.



## **PROGRAMA DE MODELADO DE NICHOS ECOLÓGICOS Y ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN**

### 1) ENCABEZADO

#### **PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

### 2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **MODELADO DE NICHOS ECOLÓGICOS Y ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

### 6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

### 11) SIN SERIACIÓN

### 12) OBJETIVO GENERAL:

Entender los conceptos teóricos del modelado de nichos ecológicos y aprender a tomar decisiones metodológicas que le permitan al estudiante utilizar estas herramientas de manera adecuada.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Los alumnos aprenderá los conceptos teóricos relacionados con el modelado de nichos ecológicos y distribuciones geográficas.
2. Entenderán que es necesario sustentar este tipo de modelación en una base teórica para tomar las mejores decisiones durante su aplicación e interpretar los resultados.
3. Aprenderán a usar Sistemas de Información Geográfica para pre y post procesar los modelos.
4. Comprenderán el funcionamiento de varios algoritmos de modelado lo que les permitirá identificar cuando es preferible usar cada uno o cuando es conveniente utilizar ensambles de algoritmos.
5. Aprenderán los alcances y limitaciones de este tipo de herramientas.

6. Tendrán la capacidad para aplicar el modelado de nichos y distribuciones en diversas líneas de investigación para estudiar distintos aspectos de especies marinas, costeras y/o continentales.

### 13) TEMARIO:

1. Introducción. (7 hrs teoría)
  - 1.1. Presentación del curso.
  - 1.2. Modelación de nichos y áreas de distribución, ¿qué es? Y ¿para qué sirve?
    - 1.2.1. ¿Qué es? (generalidades)
    - 1.2.2. ¿Para qué sirve?
  - 1.3. Historia (de la práctica a la teoría).
  - 1.4. Informática de la biodiversidad.
    - 1.4.1. Crisis de la biodiversidad.
    - 1.4.2. Museos, herbarios y colecciones científicas.
    - 1.4.3. Informática de la biodiversidad.
    - 1.4.4. Esfuerzos globales.
  - 1.5.- Entidades de modelado.
    - 1.5.1. ¿Que modelamos?
    - 1.5.2. Conceptos de especie.
    - 1.5.3. ¿Existen las subespecies?
    - 1.5.4. Poblaciones.
2. Áreas de distribución. (2 hrs teoría)
  - 2.1. Aerografía.
  - 2.2. Biogeografía histórica y ecológica.
3. Nichos ecológicos. (2 hrs teoría)
  - 3.1. Conceptos de nicho.
    - 3.1.1. Grinnell, Elton, Hutchinson, Maguire Jr, Chase & Leibold.
    - 3.1.2. Nicho fundamental y nicho efectivo.
  - 3.2. Grinnell vs Elton.
  - 3.3. Hipótesis del ruido Eltoniano.
  - 3.4. Tipos de variables (scenopoéticas y bionómicas).
4. Conectando nichos con distribuciones geográficas. (3 hrs teoría)
  - 4.1. La dualidad de Hutchinson.
  - 4.2. Relación entre espacios ecológico y geográfico.
  - 4.3. Diagrama BAM.
  - 4.4. Ecología de poblaciones y el BAM.
5. Estimando nichos y distribuciones geográficas. (4 hrs teoría)
  - 5.1. Recapitulación de conceptos, ¿qué modelamos?
  - 5.2. El proceso de modelado de nichos y distribuciones.
  - 5.3. Diferentes configuraciones de BAM.
    - 5.3.1. BAM clásico.
    - 5.3.2. Mundo de Hutchinson.
    - 5.3.3. Mundo de Wallace.
    - 5.3.4. Otras configuraciones.
  - 5.4. Una prueba de la utilidad del BAM.
6. Conservadurismo filogenético de nicho (CFN). (3 hrs teoría)
  - 6.1. CFN en procesos microevolutivos.
  - 6.2. CFN en procesos macroevolutivos.
  - 6.3. Comparación de nichos.
7. Transferencias. (4 hrs teoría)
  - 7.1. Especies invasivas.
  - 7.2. Cambio climático.
  - 7.3. Reconstrucciones de nichos ancestrales.

- 7.4. Supuestos.
- 7.5. Extrapolación estricta y retos.
- 8. Etapas y consideraciones metodológicas del proceso de modelado. (25 hrs teoría)
  - 8.1. Preparación de insumos.
    - 8.1.1. Datos biológicos.
    - 8.1.2. Datos ambientales.
    - 8.1.3. Uso de SIG para la preparación de insumos.
  - 8.2. Modelado.
    - 8.2.1. ¿Qué es lo que estiman los algoritmos?
    - 8.2.2. Algoritmos de modelado (generalidades).
    - 8.2.3. Calibración de los modelos.
    - 8.2.4. La importancia de M.
    - 8.2.5. Funcionamiento y manejo de algoritmos (BIOCLIM, DOMAIN, GARP y MAXENT).
    - 8.2.6. Formatos de salida y reclasificación a mapas binarios (thresholding).
    - 8.2.7. Complejidad y sobreajuste.
    - 8.2.8. Consideraciones al hacer transferencias.
    - 8.2.9. Post-procesamiento de los modelos.
  - 8.3. Evaluación de los modelos.
    - 8.3.1. Técnicas que dependen de un umbral de corte.
    - 8.3.2. Técnicas que no dependen de un umbral de corte.
- 9. Estudios de caso. (3 hrs teoría)
- 10. Proyectos individuales. (14 hrs teoría, 12 hrs práctica).
  - 10.1. Discusión de proyectos.
  - 10.2. Elaboración de proyectos.
  - 10.3. Presentación de proyectos.
- 11. Instalación de programas. (3 hrs teoría)
- 12. Dudas. (4 hrs teoría)
- 13. Modelando en R (Dismo, Biomod, Maxlike). (4 hrs teoría)
- 14. OpenModeller. (1 hrs teoría)
- 15. ENMtools (pruebas de solapamiento de nichos). (1 hr teoría)
- 16. Estructura interna del nicho y la abundancia de las especies. (1 hr teoría)
- 17. Modelos mecanísticos y de procesos. (1 hr teoría)
- 18. Modelando la riqueza de especies (stacking maps). (1 hr teoría)
- 19. Retos para el futuro. (1 hr teoría)

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Franklin J. Mapping species distributions: spatial inference and prediction Cambridge University Press. Cambridge, 2009.
2. Peterson A.T., Soberon J., Pearson R.G., Martinez-Meyer E. Ecological niches and geographic distributions (MPB-49) Princeton University Press.

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Araújo M.B., New M. Ensemble forecasting of species distributions. Trends Ecol Evol 2007; 22;42-7.
2. Barve N., Barve V., Jiménez-Valverde A., Lira-Noriega A., Maher S.P., Peterson A.T., et al. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. Ecol Model 2011; 222;1810-9.
3. Kearney M., Porter W. Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species' ranges. Ecol Lett 2009; 12;334-50.
4. Martínez-Meyer E., Peterson A.T., Hargrove W.W. Ecological niches as stable distributional constraints on mammal species, with implications for Pleistocene extinctions and climate change projections for biodiversity. Global Ecol Biogeogr 2004; 13;305-14.

5. Martínez-Meyer E., Díaz-Porras D.F., Peterson A.T., Yañez-Arenas C. Ecological niche structure and rangewide abundance patterns of species. *Biol Lett* 2013; 9; 20120637.
6. Owens H.L., Campbell L.P., Dornak L.L., Saupe E.E., Barve N., Soberón J., et al. Constraints on interpretation of ecological niche models by limited environmental ranges on calibration areas. *Ecol Model* 2013; 263;10-8.
7. Peterson A.T. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor* 2001; 103; 599 - 605.
8. Peterson A.T., Soberón J., Sánchez-Cordero V. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 1999; 285; 1265-7.
9. Saupe E., Barve V., Myers C., Soberón J., Barve N., Hensz C., et al. Variation in niche and distribution model performance: the need for a priori assessment of key causal factors. *Ecol Model* 2012; 237; 11-22.
10. Soberón J., Peterson A.T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2005; 2;1-10.
11. Warren D.L., Glor R.E., Turelli M. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. *Evolution* 2008; 62; 2868-83.
12. Yañez-Arenas C., Peterson A.T., Rodríguez-Medina K., Barve N. Mapping Current and Future Potential Snakebite Risk in the New World. *Clim Change* 2015; DOI: 10.1007/s10584-015-1544-6.

#### 16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral X; Exposición audiovisual X; Ejercicios en clase X; Ejercicios fuera del aula   ; Seminarios   ; Lecturas obligatorias X; Trabajos de investigación   ; Otras (especificar): Repositorio en Dropbox para intercambio de materiales.

#### 17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula X; Asistencia   ; Seminario   ; Exposición de seminarios por los alumnos   ; Participación en clase X; Otros (especificar): Desarrollo y exposición de proyecto de investigación.

La acreditación se basará en las actividades realizadas individualmente, en participación en clase y en un proyecto de investigación final por persona que se presentará en formato de seminario.

Las calificaciones globales serán: Entrega en tiempo y forma de las tareas asignadas = 10 %; participación en clase = 10%; proyecto de investigación = 40%; exposición y defensa del proyecto de investigación = 40%.

#### 18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Son vastas las líneas de investigación en las que pueden ser aplicadas estas herramientas de análisis. Algunas de las más sobresalientes son: Cambio climático, conservación de la biodiversidad, salud pública, ecología teórica, biología evolutiva, modelado espacial, biogeografía etc.

#### 19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores del curso cuentan con varios años de experiencia en el campo de modelado de nichos ecológicos y distribuciones geográficas. Manejan adecuadamente todas las herramientas que se impartirán y conocen a profundidad los conceptos y la teoría en la que se sustentan estas técnicas de modelado. El Dr. Martínez-Meyer es uno de los pioneros y líderes en el campo. El Dr. Yañez fue estudiante en la maestría y de doctorado del Dr. Martínez-Meyer y posterior a esto estuvo dos años de posdoc con el Dr. Townsend Peterson, quien es posiblemente el investigador más distinguido en el tema y uno de los que han desarrollado gran parte de la teoría en la que se basan estas herramientas. El Dr. Octavio

Rojas es otro de los investigadores que lideran el tema y además tiene varios años coordinando un curso parecido en el Instituto de Ecología, A. C. en Xalapa, Veracruz.

**REV/06/18**

**PROGRAMA DE PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE SENSORES REMOTOS EN ZONAS COSTERAS Y OCEÁNICAS**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **PRINCIPIOS Y APLICACIONES DE SENSORES REMOTOS EN ZONAS COSTERAS Y OCEÁNICAS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_X\_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Proporcionar los conocimientos necesarios para interpretar imágenes de satélite de sensores ópticos, radar, color del océano y temperatura superficial del mar, al igual que imágenes visibles provenientes de sistemas de aeronave piloteada a distancia (RPAS/UAV/drones).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir los sensores remotos actuales que pueden ser utilizados para cuantificar variables biofísicas en sistemas costeros y oceánicos.
2. Analizar a detalle las diversas técnicas de teledetección que existen a nivel de pixel y objetos (OBIA).
3. Demostrar las recientes contribuciones de las técnicas de percepción remota para cuantificar objetivos en superficie.
4. Analizar datos temporales y espaciales de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar y color del océano.

13) TEMARIO:

- I. Sensores remotos y procesamiento digital.

1. Principios básicos de colecta de datos *in situ* y por sensores remotos.
  2. Propiedades espectrales (tierra, agua: absorción y dispersión de la luz, atmósfera, vegetación).
  3. Introducción al procesamiento digital.
- II. Colecta de datos remotos.
1. Colecta análoga y digitalización de imágenes.
  2. Colecta digital de imágenes.
  3. Datos multiespectrales y espectroscopía.
  4. Temperatura superficial del mar (características, algoritmos, aplicación en la oceanografía).
  5. Color del océano (características, algoritmos de productividad primaria).
  6. Altimetría (características, algoritmos, aplicaciones en la oceanografía).
  7. Radares (características, algoritmos, aplicaciones en la oceanografía).
- III. Consideraciones de hardware y software para el procesamiento digital de imágenes.
1. Sistemas operativos, unidades de procesamiento central, almacenamiento de datos y consideraciones generales para los sistemas de percepción remota.
  2. Procesamiento digital de imágenes satelitales (niveles, visualización, manejo de datos).
- IV. Principios de la radiación electromagnética y corrección radiométrica.
1. Energía electromagnética, corrección atmosférica y corrección radiométrica.
- V. Corrección geométrica.
1. Errores internos y externos, tipo de corrección geométrica, ortomosaicos.
- VI. Técnicas para mejorar la visualización de imágenes.
1. Magnificación y reducción de imágenes, contraste, filtros, transformaciones, índices de vegetación y análisis de textura.
- VII. Extracción temática de información: Reconocimiento de patrones.
1. Clasificación supervisada y no supervisada, clasificación a base de objetos (OBIA), diagramas de decisión.
- VIII. Extracción temática de información: Análisis hiperespectral.
1. Colecta de datos Multiespectrales vs hiperespectrales.
  2. Calibración radiométrica de datos hiperespectrales.
  3. Índices a partir de datos hiperespectrales.
- IX. Precisión de los resultados obtenidos.
1. Matriz de error, número mínimo de puntos de control, errores de omisión y comisión.
- X. Radar de apertura sintética (SAR).
1. Polarimetría, ángulo de incidencia, longitudes de onda, aplicaciones.
- XI. Uso de RPAS/UAV/drones para cuantificar objetivos en superficie.
1. Colecta de datos con patrones de vuelo autónomos y manuales.
  2. Generación de ortomosaicos junto con correcciones radiométricas y geométricas.
  3. Generación de modelos en 3D por medio de fotogrametría digital aérea.
  4. Formas de clasificar los ortomosaicos y generación de modelos digitales de terreno.
- XII. Prácticas de procesamiento de imágenes.
1. Temperatura superficial del mar.
  2. Color del océano.

#### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Jensen J.R. 2016. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective (4 Ed). Pearson Prentice Hall. 526 pp.
2. Chuvieco Salinero E. 2010. Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio. Ed. Ariel. 608 pp.
3. Robinson I.S. 2010. Discovering the ocean from space: The unique applications of satellite oceanography. Springer Praxis Books. 637 pp.

4. Lillesand T., Kiefer R.W., Chipman J. 2015. Remote sensing and image interpretation. Wiley. 812 pp.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Adam et al., 2010. Multispectral and hyperspectral remote sensing for identification and mapping of wetland vegetation: a review. Wetlands Ecol. Manage. 18, 281-296.
2. Barbosa et al., 2014. Remote sensing of above ground biomass in tropical secondary forests: a review. Int. J. Forest Res. 715796, 14pp.
3. Blaschke 2010. Object based image analysis for remote sensing. ISPRS J. Photogramm Remote Sens.65, 2-16.
4. Dronova 2015. Object-based image analysis in wetland research: A review. Remote Sens. 7, 6380-6413.
5. Guo 2017. A review of wetland remote sensing. Sensors. 17, 777.
6. Pettorelli et al., 2014. Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges. J. Appl. Ecol. 51, 839-848.
7. Floreano y Wood. 2015. Science, technology and the future of small autonomous drones. Nat. 521, 460-466.
8. Elachi C., van Zyl J.J. 2006. Introduction to the physics and techniques of remote sensing. Wiley. 616 pp.
9. Miller R.L., Del Castillo C.E., McKee B.A. 2005. Remote sensing of coastal aquatic environments. Springer. 337 pp.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual X; Ejercicios en clase X; Ejercicios fuera del aula \_\_\_; Seminarios \_\_\_; Lecturas obligatorias \_\_\_; Trabajos de investigación \_\_\_; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_\_\_; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula X; Asistencia \_\_\_; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos X; Participación en clase \_\_\_; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Oceanografía por satélite y Sensoramiento remoto de sistemas costeros por medio de imágenes de satélite y drones.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

JFdS y RRS tienen grados mínimos de maestría y poseen las bases teórico-prácticas del uso de sensores remotos. El primer profesor tiene un doctorado en geografía con una experiencia amplia en el uso de imágenes de satélite en sistemas costeros. El segundo profesor está encargado del laboratorio de cartografía digital y oceanografía física con una experiencia amplia en la programación de algoritmos para el procesamiento de imágenes en oceanografía.



**PROGRAMA DE PROCESOS HIDRODINÁMICOS QUE REGULAN LA PRODUCTIVIDAD  
PLANCTÓNICA EN EL OCÉANO**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **PROCESOS HIDRODINÁMICOS QUE  
REGULAN LA PRODUCTIVIDAD PLANCTÓNICA EN EL OCÉANO.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intersemestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_X\_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 5 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Estudiar los procesos hidrodinámicos que regulan la productividad planctónica como base de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Que los alumnos comprendan las implicaciones de los conceptos en el análisis de la dinámica de la productividad planctónica en relación con la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.
2. Caracterizar a los productores primarios e identificar los patrones espaciales y temporales de la variabilidad de su productividad y evaluar los principales métodos de estudio.
3. Caracterizar a los productores secundarios e identificar los patrones espaciales y temporales de la variabilidad de su productividad y evaluar los principales métodos de estudio.
4. Que los alumnos comprendan los procesos bioquímicos y fisiológicos, desde el nivel subatómico hasta el ecológico, que sustentan la productividad planctónica en el océano.

5. Discutir las bases y comprender los fundamentos, ventajas y desventajas de los métodos y técnicas para estimar la productividad en distintos ecosistemas.
6. Analizar las interacciones entre la productividad y algunas variables físicas, químicas, biológicas y meteorológicas.
7. Analizar y discutir los diferentes procesos hidrodinámicos que regulan la productividad planctónica en el océano desde la microescala hasta la macroescala.
8. Analizar los diferentes métodos (directos e indirectos) para evaluar los procesos hidrodinámicos.

### 13) TEMARIO:

Semana 1

Día 1: Presentación del curso.

Conceptos.

Objetivo: Explicar los conceptos utilizados en el análisis de la dinámica de la productividad planctónica y sus implicaciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

Conceptos: biomasa, producción primaria neta y bruta, productividad primaria, producción nueva, producción regenerada, energía auxiliar, eficiencia fotosintética, bomba biológica, producción secundaria, estructura y funcionamiento de ecosistemas.

Día 2: Comunidades de productores primarios en ambientes acuáticos.

Objetivo: Caracterizar a los productores primarios e identificar los patrones espaciales y temporales de la variabilidad de su productividad primaria y evaluar los principales métodos de estudio.

Fitoplancton: grupos funcionales, micro, nano y picofitoplancton. Florecimientos algales nocivos.

Métodos de estudio: redes, botellas, bombas, instrumentos ópticos, sensores remotos.

Día 3: Comunidades de productores secundarios en ambientes acuáticos.

Objetivo: Caracterizar a los productores secundarios e identificar los patrones espaciales y temporales de la variabilidad de su productividad y evaluar los principales métodos de estudio.

Zooplancton: grupos funcionales, herbívoros, carnívoros, omnívoros.

Métodos de estudio: redes, bombas, instrumentos ópticos y acústicos.

Día 4 y 5: Procesos metabólicos que sustentan la productividad planctónica.

Objetivo: Que el alumno comprenda los procesos bioquímicos y fisiológicos, desde el nivel subatómico hasta el ecológico, que sustentan la productividad planctónica en el océano.

1. Fotosíntesis.

2. Fotorrespiración.

3. Sistemas pigmentarios.

4. Pastoreo.

5. Métodos de estimación de la productividad planctónica.

Objetivo: discutir las bases y comprender los fundamentos, ventajas y desventajas de los métodos y técnicas para estimar la productividad planctónica en distintos ecosistemas.

5.1. Métodos para evaluar la biomasa del fitoplancton: unidades de medición y métodos para su estimación. Contenido de pigmentos: espectrofotometría, fluorometría, teledetección. Análisis de DNA.

5.2. Métodos para evaluar la producción primaria del fitoplancton: unidades de medición y métodos para su estimación. Cambios en la concentración de oxígeno, incorporación de carbono radioactivo y no radioactivo.

5.3. Métodos cuantitativos y cualitativos para el estudio de la estructura de la comunidad fitoplanctónica: cuantificación y biovolumen; método de Utermöhl, cámaras de conteo, citometría de flujo.

5.4. Métodos para evaluar la biomasa del zooplancton: unidades de medición y métodos para su estimación.

5.6. Métodos cuantitativos y cualitativos para el estudio de la estructura de la comunidad zooplanctónica.

Día 5: Resumen y examen

Semana 2

Día 1: Variables que regulan la productividad planctónica.

Objetivo: Analizar las interacciones entre la productividad y algunas variables físicas, químicas, biológicas y meteorológicas.

1. Irradianza.
2. Temperatura.
3. Turbulencia.
4. Nutrimientos (control "bottom-up").
5. Pastoreo (control "top-down").
6. Vientos, lluvias, evaporación, nubosidad.

Día 2, 3 y 4: Procesos hidrodinámicos que regulan la productividad planctónica.

Objetivo: Analizar y discutir los diferentes procesos hidrodinámicos que regulan la productividad planctónica en el océano desde la micro hasta la macro escala.

1. Microescala: ondas internas, doble difusión, capas delgadas.
2. Mesoescala: frentes costeros, surgencias y vórtices.
3. Macroescala: corrientes oceánicas, frentes geostróficos.

Día 4: Métodos de estudio de los diferentes procesos hidrodinámicos.

Objetivo: Analizar los diferentes métodos (directos e indirectos) para evaluar los procesos hidrodinámicos.

1. CTD.
2. ADCP.
3. Sensores remotos.
4. Gliders.

Casos de estudio en México

Objetivo: presentar resultados derivados de campañas oceanográficas a bordo de los buques de la UNAM.

Día 5: Resumen y examen.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Amster Ch. 2009. Algal chemical ecology. Springer, Berlín.
2. Lalli C.M., Parsons T.R. 2006. Biological Oceanography: an introduction. Pergamon Press.
3. Lee R.E. 2009. Phycology. Cambridge University Press. UK.

4. Longhurst A. 2007. Ecological geography of the Sea. Elsevier, Amsterdam.
5. Mann K.H., Lazier J.R.N. 2006. Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical interactions in the oceans. Blackwell Sci Publ.
6. Reynolds C. 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press.
7. Stewart R. 2006. Introduction to physical Oceanography. Texas A and M University. USA.
8. Williams P., Thomas D.N., Reynolds C. 2003. Phytoplankton productivity. Blackwell Sci Publ.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Coria-Monter E., Monreal-Gómez M.A., Salas de León D.A., Aldeco-Ramírez J., Merino-Ibarra M. 2014. Differential distribution of diatoms and dinoflagellates in a cyclonic eddy confined in the Bay of La Paz, Gulf of California. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 119 (9): 6528-6268.
2. Coria-Monter E., Monreal-Gómez M.A., Salas de León D.A., Merino-Ibarra M., Durán-Campos E. 2017. Wind driven nutrient and subsurface chlorophyll-a enhancement in the Bay of La Paz, Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 196: 290-300.
3. Gaube P., McGillicuddy D.J. Jr, Chelton D.B., Behrenfeld M.J., Strutton P.G.. 2014. Regional variations in the influence of mesoscale eddies on near-surface chlorophyll. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 119, 8195–8220
4. McGillicuddy D.J., Robinson A.R., Siegel D.A., Jannasch H.W., Johnson R., Dickey T.D., McNeil J., Michaels A.F., Knap A.H. 1998. [Influence of mesoscale eddies on new production in the Sargasso Sea.](#) *Nature*, 394, 263-265.
5. McGillicuddy D.J. 2016. Mechanisms of physical-biological-biogeochemical interaction at the Oceanic mesoscale. *Annual Review of Marine Science* 8: 125-159.
6. McGillicuddy D.J. Jr, Anderson L.A., Bates N.R., Bibby T., Buesseler K.O., et al. 2007. Eddy/wind interactions stimulate extraordinary mid-ocean plankton blooms. *Science* 316, 1021–26.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral X; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase \_\_\_; Ejercicios fuera del aula \_\_\_; Seminarios \_\_\_; Lecturas obligatorias X; Trabajos de investigación \_\_\_; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales X; Examen final escrito \_\_\_; Tareas y trabajos fuera del aula \_\_\_; Asistencia X; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase \_\_\_; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Oceanografía Biológica, Oceanografía Física, Ecología de plancton.

La productividad planctónica implica la incorporación de energía y la consecuente generación de biomasa en cualquier ecosistema. Su estudio debe ser enfocado desde varios puntos de vista y a través de varios niveles de organización. En el curso que se propone, inicialmente se abordan los conceptos que subyacen en la productividad planctónica, así como, los procesos metabólicos involucrados como la fotosíntesis y las estructuras celulares donde se llevan a cabo. Posteriormente, se analizan los principales integrantes del plancton marino como base de la estructura del ecosistema y se discuten sus métodos de colecta. Después, se analizan los métodos para la evaluación de la productividad planctónica, particularmente los fundamentos, ventajas y desventajas. A continuación se presentan los diferentes procesos hidrodinámicos (desde la micro hasta la macroescala) que la regulan y sus métodos de estudio.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Grado de doctorado con experiencia en interacciones físico-biológica así como procesos hidrodinámicos que regulan la producción biológica en el océano y áreas costeras.

**PROGRAMA DE “PROGRAMACIÓN EN PERL PARA APLICACIONES EN  
BIOINFORMÁTICA”**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **“PROGRAMACIÓN EN PERL PARA APLICACIONES EN BIOINFORMÁTICA”.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_;  
Química Acuática: \_\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Dotar a los asistentes de los conocimientos necesarios para el desarrollo de aplicaciones básicas en bioinformática usando el lenguaje Perl y el sistema operativo Linux, así como la interoperatividad entre ambos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. El alumno conocerá el sistema operativo Linux.
2. El alumno manejará las utilerías básicas del SO Linux.
3. El alumno aprenderá los elementos básicos de control de los lenguajes de programación.
4. El alumno conocerá y manejará el lenguaje de programación Perl.

13) TEMARIO:

Unidad 1. (10 hrs)

1. Temas selectos de Biología Molecular.

1.1 ¿Cómo se generan los datos que se analizarán en el curso? Detalles técnicos del aislamiento y tratamiento de muestras en el laboratorio.

1.2 Generalidades de Macromoléculas.

1.3. Ácidos nucleicos.

- 1.4 Proteínas.
  - 1.5 Procesamiento del ADN.
  - 1.6 Duplicación.
  - 1.7 Transcripción.
  - 1.8 Traducción.
- Unidad 2. (8 hrs)
- 2. Introducción a los Sistemas Operativos Linux.
    - 2.1 Estructura de archivos y rutas.
    - 2.2 Intérprete de comandos shell.
    - 2.3 Utilerías Unix.
    - 2.4 Entubamiento y redireccionamiento.
    - 2.5 Editor de textos vi.
- Unidad 3. (10 hrs)
- 3. Elementos básicos de programación estructurada utilizando el lenguaje Perl.
    - 3.1 Tipos de datos: numéricos y cadenas.
    - 3.2 Variables y constantes.
    - 3.3 Arreglos y arreglos asociativos (hashes).
    - 3.4 Jerarquía de operadores: precedencia y reglas de evaluación.
    - 3.5 Operadores aritméticos: suma, resta, multiplicación, división, módulo, potencia.
    - 3.6 Operadores relacionales: mayor que, menor que, mayor o igual que, menor o igual que.
    - 3.7 Operadores lógicos: and, or.
- Unidad 4 (12 hrs)
- 4. Control de flujo de sentencias.
    - 4.1 Selección múltiple (switch, o select-case).
    - 4.2 Sentencias condicionales: selección (if), ciclos (while, for, foreach).
- Unidad 5 (4 hrs)
- 5. Subrutinas.
    - 5.1 Paso de parámetros.
- Unidad 6 (8 hrs)
- 6. Operaciones con archivos.
    - 6.1 Apertura y cierre.
    - 6.2 Lectura y escritura de datos.
    - 6.3 Expresiones regulares.
- Unidad 7 (12 hrs)
- 7. Plataformas de secuenciación masiva.
    - 7.1 Estándares y formatos de archivos de secuencias.
    - 7.2 Sesiones de manejo de archivos de secuencias.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Peek J., Todino G. y Strang J. 2002. Learning the UNIX operating system. O'Reilly Media.
2. Powers S., Peek J., O'Reilly T. y Loukides M. 2003. Unix power tools. O'Reilly Media.
3. Tisdall J. 2001. Beginning Perl for Bioinformatics. An Introduction to Perl for Biologists. O'Reilly Media.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Christiansen T., Foy b., Wall L. y Orwant J. 2012. Programming Perl. 4<sup>th</sup> edition. O'Reilly Media.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   X  ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   X  ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Este curso fortalece las capacidades de quien está interesado en las herramientas y análisis para el manejo y procesamiento de datos provenientes de proyectos de tecnologías de secuenciación masiva, así como de biología molecular.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá de contar con el grado mínimo de maestría y conocer las bases teórico-prácticas de las herramientas y análisis de programación con aplicaciones bioinformáticas.



**PROGRAMA DE RADIOCRONOLOGIA SEDIMENTARIA PARA EL ESTUDIO DEL  
CAMBIO GLOBAL Y CLIMÁTICO**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **RADIOCRONOLOGÍA SEDIMENTARIA PARA  
EL ESTUDIO DEL CAMBIO GLOBAL Y CLIMÁTICO.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_\_; Geología Marina X\_\_; Limnología \_X\_\_; Oceanografía Física \_\_;  
Química Acuática: \_X\_\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 4 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórico-práctica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno será capaz, al término del curso, de desarrollar un modelo de edad de un núcleo sedimentario, a partir de datos de  $^{14}\text{C}$  y de  $^{210}\text{Pb}$ ; por medio del software libre R.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Profundizar en conceptos básicos de radiocronología.
2. Uso de R para el fechado con  $^{210}\text{Pb}$  y  $^{14}\text{C}$ , incluyendo el cálculo de incertidumbres.
3. Integración de modelos de edad.

### 13) TEMARIO:

#### Tema 1. (2 hrs teoría)

- 1.1. Cambio Global y Climático.
- 1.2. Introducción general.

#### Tema 2. (2 hrs teoría)

- 2.1. Generalidades de  $^{210}\text{Pb}$  y  $^{14}\text{C}$ .
- 2.2. Ciclo geoquímico de  $^{210}\text{Pb}$ .
- 2.3. Ciclo geoquímico de  $^{14}\text{C}$ .

#### Tema 3. (2 hrs teoría, 2 hrs práctica)

- 3.1. Estadística.
- 3.2. Propagación de incertidumbres.
- 3.3. Propagación de incertidumbres.
- 3.4. Modelos bayesianos.

#### Tema 4. (2 hrs teoría, 2 hrs práctica)

- 4.1. R.
- 4.2. Introducción a R (diagramas de proxies).

#### Tema 5. (2 hrs teoría, 3 hrs práctica)

- 5.1. Fechado con  $^{210}\text{Pb}$ .
- 5.2. Modelo CFCS.
- 5.3. Corroboración de geocronologías recientes ( $^{137}\text{Cs}$  y  $^{239,240}\text{Pu}$ ).

#### Tema 6. (11 hrs teoría)

- 6.1. Fechado con  $^{14}\text{C}$ .
- 6.2. Fechado y calibración
- 6.3. Modelo de edad
- 6.4. Selección de muestras para fechar.

#### Tema 7. (2 hrs práctica)

- 7.1. Integración de modelos de edad.
- 7.2.  $^{210}\text{Pb}$  y  $^{14}\text{C}$ .

#### Examen (2 hrs)

### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Blaauw M., Christen J.A. 2011. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Analysis* 6, 457-474.
2. Blaauw M., Heegaard E. 2012. Estimation of age-depth relationships. In: Birks H.J.B., Juggins S., Lotter A., Smol J.P. (editors), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments Vol. 5: Data Handling and Statistical Techniques*, 379-413.
3. Reimer P. J., Baillie M. G., Bard E., Bayliss A., Beck J. W., Blackwell P. G., ... y Friedrich M. (2009). *IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP*. *Radiocarbon*, 51(4), 1111-1150.
4. Reimer P. J., Bard E., Bayliss A., Beck J. W., Blackwell P. G., Ramsey C. B., ... y Grootes P. M. (2013). *IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP*. *Radiocarbon*, 55(4), 1869-1887.
5. Blaauw M. 2010. Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5, 512-518.
6. Ruiz-Fernández A.C., Asencio Díaz M., Sanchez-Cabeza J.A. 2012. Radiocronología de sedimentos costeros utilizando  $^{210}\text{Pb}$ : modelos, validación y aplicaciones Eds. J.A. Sanchez-Cabeza, M. Díaz-Asencio, Ana Carolina Ruiz-Fernández. Organismo Internacional de Energía Atómica. Vienna, STI/PUB/1538.
7. Sanchez-Cabeza J. A., Ana-Carolina Ruiz-Fernández, Jorge Feliciano Ontiveros Cuadras, Libia Hascibe Pérez Bernal, Carolina Olid. 2014. Monte Carlo uncertainty calculation of  $^{210}\text{Pb}$  chronologies and accumulation rates of sediments and peat bogs. *Quaternary Geochronology* 23, 80–93.

8. Sanchez-Cabeza J.A., Ruiz-Fernández A.C. 2012. 210Pb sediment radiochronology: an integrated formulation and classification of dating models. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 82, 183–200.
9. Stuiver M., Reimer P. J., Bard E., Beck J. W., Burr G. S., Hughen K. A., ... y Spurk M. (1998). INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000–0 cal BP. *Radiocarbon*, 40(3), 1041-1083.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Appleby P. G. (2002). Chronostratigraphic techniques in recent sediments. Tracking environmental change using lake sediments, 171-203.
2. Appleby P. G. y Oldfield F. (1978). The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported 210Pb to the sediment. *Catena*, 5(1), 1-8.
3. Binford M. W. (1990). Calculation and uncertainty analysis of 210 Pb dates for PIRLA project lake sediment cores. *Journal of Paleolimnology*, 3(3), 253-267.
4. Blaauw M. 2012. Out of tune: the dangers of aligning proxy archives. *Quaternary Science Reviews* 36, 38-49
5. Blaauw M., Bennett K.D., Christen J.A. 2010. Random walk simulations of fossil proxy data. *The Holocene* 20, 645-649
6. Blaauw M., van Geel B., Kristen I., Plessen B., Lyaruu A., Engstrom D.R., van der Plicht J., Verschuren D. 2011. High-resolution 14C dating of a 25,000-year lake-sediment record from equatorial East Africa. *Quaternary Science Reviews* 30, 3043-3059
7. Carroll J. L., Lerche I., Abraham J. D. y Cisar D. J. (1995). Model-determined Sediment Ages from 210 Pb Profiles in Un-mixed Sediments. *Nuclear Geophysics*, 6(9), 553-565.
8. Kirchner G. (2011). 210Pb as a tool for establishing sediment chronologies: examples of potentials and limitations of conventional dating models. *Journal of Environmental Radioactivity*, 102(5), 490-494.
9. Robbins J. A. (1978) Geochemical and geophysical applications of radioactive lead isotopes. In *Biochemistry of Lead* (ed. J. O. Nriagu). Elsevier, Amsterdam, 85–393.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral ; Exposición audiovisual ; Ejercicios en clase ; Ejercicios fuera del aula ; Seminarios ; Lecturas obligatorias ; Trabajos de investigación ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales ; Examen final escrito ; Tareas y trabajos fuera del aula ; Asistencia ; Seminario ; Exposición de seminarios por los alumnos ; Participación en clase ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Geoquímica isotópica y Geocronología; Cambio Global y Cambio Climático; Contaminación Acuática, Paleoceanografía, Paleolimnología.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá contar con el grado mínimo de doctorado; y conocer las bases teórico-prácticas del fechado por métodos radiométricos, métodos estadísticos (cálculo de incertidumbres) y conocimiento de R.

## PROGRAMA DE SEMINARIO SOBRE SIMBIOSIS

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **SEMINARIO SOBRE SIMBIOSIS.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Semestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina X; Geología Marina   ; Limnología X; Oceanografía Física   ;  
Química Acuática: X.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 4 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Seminario.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de este seminario es revisar obra publicada sobre diversos aspectos de la simbiosis, con énfasis en la relación entre cnidarios y algas dinoflageladas del género symbiodinium. Se espera que el alumno adquiera la capacidad de revisar de forma crítica avances recientes en estudios sobre el inicio, especificidad y mantenimiento de esta simbiosis y la metodología empleada, a fin de familiarizar al estudiante con técnicas nuevas y herramientas de biología celular, bioquímica y biología molecular. Adicionalmente, los alumnos podrán comprender que tipo de información y evidencia experimental determina la calidad de un reporte y la adecuación. A su publicación en revistas de alto impacto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Revisar aspectos bioquímicos y celulares del establecimiento de la simbiosis incluyendo la formación y maduración del simbiosoma y sus características.
2. Revisar el concepto de especificidad en estas relaciones, y las consecuencias ecológicas de diversos arreglos simbiote-hospedero.
3. Revisar aspectos del intercambio de nutrientes en la simbiosis, con énfasis en flujos de carbono y reciclamiento de nitrógeno, incluyendo enzimas, transportadores y técnicas recientes de isótopos estables e imágenes de inmuno-histología.

13) TEMARIO:

I. Aspectos relacionados al establecimiento de la simbiosis: 3 Clases.

- II. Especificidad y simbiosis: 2 Clases.
- III. Intercambio de nutrientes: carbono: 2 Clases.
- IV. Intercambio de nutrientes: nitrógeno: 3 Clases.

14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Davy S.K., Allemand D., Weiss V. (2012) Cell Biology of Cnidarian-Dinoflagellate Symbiosis. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 76: 229. DOI: 10.1128/MMBR.05014-11.
2. Roth M.S. (2014) The engine of the reef: photobiology of the coral-algal symbiosis. *Frontiers in Microbiology* 5:422. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00422.
3. Bucher M., Wolfowicz I., Voss P.A., Hambleton E.A., Guse A. (2016) Development and Symbiosis Establishment in the Cnidarian Endosymbiosis Model *Aiptasia* sp. *Scientific Reports* 6:19867. DOI: 10.1038/srep19867.
4. Fay S.A., Weber M.X. (2012) The occurrence of mixed infections of Symbiodinium (Dinoflagellata) within individual hosts. *Journal of Phycology* 48:1306. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2012.01220.x
5. Cunning R., Baker A.C. (2014) Not just who, but how many: the importance of partner abundance in reef coral symbioses. *Frontiers in Microbiology* DOI: 10.3389/fmicb.2014.00400.
6. Tremblay P., Maguer J.F., Grover R., Ferrier-Pagès C. (2015) Trophic dynamics of scleractinian corals: stable isotope evidence. *Journal of Experimental Biology* 218:1223. DOI: 10.1242/jeb.115303.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Kennedy E.V., Foster N.L., Mumby P.J., Stevens J.R. (2015) Widespread prevalence of cryptic Symbiodinium D in the key Caribbean reef builder, *Orbicella annularis*. *Coral Reefs* 34:519. DOI: 10.1007/s00338-015-1264-4.
2. Baums I.B., Devlin-Duarte M.K., LaJeunesse T.D. (2014) New insights into the dynamics between reef corals and their associated dinoflagellate endosymbionts from population genetic studies. *Molecular Ecology* 23:4203. DOI: 10.1111/mec.12788.
3. Cunning R., Silverstein R.N., Baker A.C. (2015) Investigating the causes and consequences of symbiont shuffling in a multi-partner reefcoral symbiosis under environmental change. *Proceedings of the Royal Society B* 282. DOI: 10.1098/rspb.2014.1725
4. Poole A., Kitchen S., Weis V. (2016) The role of complement in cnidarian-dinoflagellate symbiosis and immune challenge in the sea anemone *Aiptasia pallida*. *Frontiers in Microbiology* 7:519 DOI:10.3389/fmicb.2016.00519

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   ; Ejercicios fuera del aula   ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   ; Trabajos de investigación   ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula   ; Asistencia   X  ; Seminario   ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ; Participación en clase   X  ; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Diversos aspectos biológicos y bioquímicos de la simbiosis cnidariodinoflagelado.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Formación en bioquímica, biológica celular y molecular enfocada a ciencias marinas.

**PROGRAMA DE “SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU VALOR ECONÓMICO”**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **“SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU VALOR ECONÓMICO”**.

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intersemestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina \_X\_; Geología Marina \_; Limnología \_\_\_; Oceanografía Física \_;  
Química Acuática: \_\_\_; Ecología y Economía \_X\_.

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 8 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

Introducir al alumno al análisis de los servicios de los ecosistemas y al uso de las técnicas comúnmente utilizadas en la valoración económica de servicios ecosistémicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Introducir al análisis del capital natural dentro de la Economía Ecológica.
2. Conocer los conceptos relacionados al análisis de los servicios ecosistémicos desde los principales marcos teóricos que los definen.
3. Debatir sobre los diferentes usos y perspectivas de los actores sociales vinculados a los diferentes servicios ecosistémicos.
4. Enseñar técnicas de valoración integral de los diferentes servicios ecosistémicos.
5. Analizar las diferentes temáticas del curso seguidas de discusiones guiadas donde haya un diálogo entre el profesor y los alumnos sobre el tema a tratar.

### 13) TEMARIO:

#### Unidad I. **Servicios ecosistémicos.** (29 hrs)

1. Introducción y discusión de la relación hombre – naturaleza. (7 hrs)
  - 1.1. Estado actual de los servicios ecosistémicos y su análisis en diferentes escalas espaciales, en el contexto histórico y social.
  - 1.2. Procesos y funciones de los ecosistemas.
2. Marco teórico y conceptual de los servicios ecosistémicos en los sistemas socioecológicos. (7 hrs)
  - 2.1. La evaluación de los ecosistemas del Milenio.
  - 2.2. Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES).
  - 2.3. Debate de conceptos: Servicios ambientales vs ecosistémicos.
3. Sociedad, economía y ecosistemas. (8 hrs)
  - 3.1. Provisión, flujo y beneficiarios de los servicios de los ecosistemas.
  - 3.2. Capital Natural.
  - 3.3. Principales metodologías de valoración para los servicios ecosistémicos.
  - 3.4. Pago por servicios ambientales.
4. Variabilidad de los servicios ecosistémicos. (7 hrs)
  - 4.1. Conductores de cambio.
  - 4.2. Estabilidad de los servicios de los ecosistemas en el tiempo y en el espacio.
  - 4.3. Trade-offs entre servicios ecosistémicos.

#### Unidad II. **Valoración económica de recursos naturales.** (16 hrs)

1. Tipos de valor del medio ambiente. (2 hrs)
2. Formas de expresar valores al ambiente. (2 hrs)
3. Las preferencias individuales. (2 hrs)
4. Disposición a pagar y compensación exigida. (2 hrs)
5. Curva de disposición a pagar o de demanda individual. (2 hrs)
6. ¿Para qué sirve la valoración económica? (2 hrs)
7. Medidas de cambio en el bienestar del consumidor. (1 hr)
8. Valor económico total de un ecosistema. (1 hr)
9. Técnicas de valoración económica. (2 hrs)

#### Unidad III. **Introducción a la Economía Ambiental.** (19 hrs)

1. Definición de Economía Ambiental. (4 hrs)
  - 1.1. Definiciones generales: la ciencia económica y la importancia de su estudio.
  - 1.2. Del flujo circular de la renta al sistema abierto.
2. El medio ambiente y la economía. (4 hrs)
  - 2.1. Los recursos naturales y el mercado.
  - 2.2. El dilema de la escasez.
  - 2.3. Bienes privados, comunes y públicos.
3. Fallas de mercado. (4 hrs)
  - 3.1. Externalidades.
  - 3.2. Información asimétrica.
  - 3.3. Bienes comunes.
4. Mecanismos para racionalizar los recursos escasos. (7 hrs)
  - 4.1. Incentivos y desincentivos.
  - 4.2. Principios de política ambiental.
  - 4.3. Instrumentos fiscales, financieros y comerciales.

### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Camacho-Valdez V. 2011. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. Revista Bio Ciencias. 1: 3-15.

2. Costanza R., R. de Groot, L. Braat, I. Kubiszewski, L. Fioramonti, P. Sutton, S. Farber y M. Grasso. 2017. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*. 28:1-16.
3. Costanza R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation* 2008; 141: 350–352.
4. Costanza, R., Cumberland J., Daly H., Goodland R., Norgaard R. 1997. An introduction to ecological economics. CRS press. Florida. (literatura clásica).
5. Costanza R., R. de Groot, R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*. 26: 152-158.
6. Daily, G.C. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*, Island Press, Washington, D.C. (literatura clásica).
7. De Groot RS, Wilson MA, Boumans RMJ. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*; 41: 393–408. (literatura clásica).
8. Fontana V. Radtke A. Fredrigotti VB, et al. 2013. Comparing land-use alternatives: Using the ecosystem services concept to define a multi-criteria decision analysis. *Ecological Economics*, Volume 93, September 2013,128-136.
9. Hussain T. Tschirhart J. 2013. Economic/ecological tradeoffs among ecosystem services and biodiversity conservation. 93: 116-127.
10. Kolstad D. (2011). *Economía Ambiental*. New York. Oxford University Press
11. Labandeira V., León C., Vázquez M. (2007). *Economía Ambiental*. Madrid. Pearson Prentice Hall.
12. Parkin M. (2010). *Microeconomía*. 9ª edición. Ed. Pearson.
13. Perfecto, I., Vandermeer J. 2012. Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "land-sharing" frente a "land-sparing". *Ecosistemas* 21(1-2):180-191.
14. Kubiszewski I., R. Costanza, S. Anderson, y P. Sutton. 2017. The Future Value of Ecosystem Services: Global Scenarios and National Implications. *Ecosystem Services*. 26:289-301.

15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Balvanera P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21 (1-2): 136-147.
2. Bateman I.J., Mace G.M., Fezzi C., Atkinson G., Turner K. 2011. Economic analysis for Ecosystem Service Assessments. *Environmental and Resource Economics*. 48: 177-218. DOI 10.1007/s10640-010-9418-x.
3. Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253- 260 (literatura clásica).
4. Farber S.C., Costanza R., Wilson M.A. 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*. 41: 375-392 (literatura clásica).
5. Farley J. Ecosystem services: The economics debate. *Ecosystem Services*. 1: 40-49.
6. Fennell L. A. 2011. Commons, Anticommons, Semicommons. In *Research Handbook on the Economics of Property Law*, eds. K. Ayotte and H. E. Smith. Cheltenham: Edward Elgar.
7. Freeman AM III. The wealth of nature: Valuing ecosystem services. *Proceedings 2010 EEPSEA Impact Conference 2010*; Vietnam.
8. Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243-1247. (literatura clásica).
9. Haro-Martínez Alma Angelina; Taddei-Bringas Isabel Cristina; (2014). *Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental*. *Economía, Sociedad y Territorio*, Septiembre-Diciembre, 743-767.
10. Maes J., Egoh B., Willemen L., Liqueste C., Vihervaara P., Schâgner J.P., et al. 2012. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. 1(1): 31-39.



11. Martínez M.L., Intralawan A., Vazquez G., Perez-Maqueo O., Sutton P., Landgrave R. 2007. The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. *Ecological Economics* 63: 254-272.
12. Mendoza-González G., Martínez M.L., Lithgow D., Pérez-Maqueo O., Simonin P. 2012. Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics* 82, 23-32.
13. Saavedra Díaz, Zenia María, y Perevochtchikova María. (2017). Evaluación ambiental integrada de áreas inscritas en el programa federal de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos. Caso de estudio: Ajusco, México. *Investigaciones geográficas*, (93)<https://dx.doi.org/10.14350/rig.56437>

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral   X  ; Exposición audiovisual   X  ; Ejercicios en clase   X  ; Ejercicios fuera del aula   X  ; Seminarios   X  ; Lecturas obligatorias   X  ; Trabajos de investigación   X  ; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales   X  ; Examen final escrito   ; Tareas y trabajos fuera del aula   X  ; Asistencia   X  ; Seminario   X  ; Exposición de seminarios por los alumnos   X  ;

Participación en clase   X  ; Otros (especificar): Trabajo final, Asistencia 10%, Participación en clase 10%, Tareas y trabajos fuera del aula 20%, Seminarios y discusiones 20%, Trabajo final 40%. El trabajo final consistirá en el análisis e investigación de los servicios ecosistémicos de diferentes ecosistemas marinos y costeros, aplicando una metodología de valoración analizada durante el curso.

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Conservación de la biodiversidad, Ecología, Biología y manejo de zona costera.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

Los profesores son catedráticos CONACYT del proyecto titulado “Vulnerabilidad y persistencia de los Servicios Ambientales costeros”. A raíz de su adscripción en la FC UMDI Sisal, han trabajado conjuntamente dando el curso de Economía Ambiental en la LMSZC. La Dra. Garza es economista y su experiencia en el análisis desde el enfoque del Desarrollo Regional, le permiten introducir al alumno en materia de la Ciencia Económica y guiarlo hacia el campo de conocimiento de la Economía Ambiental y de la Economía Ecológica. Su experiencia en proyectos multidisciplinarios y al frente de grupos de diversas áreas de conocimiento, le ha servido de aprendizaje para la generación de estrategias de enseñanza que propicien interés por parte del alumno a conocer y aprobar los cursos. La Dra. Mendoza es bióloga y durante su formación obtuvo la Maestría en Ciencias a través de una tesis enmarcada en la Economía Ecológica. Durante este periodo realizó una estancia académica bajo la responsabilidad del Profesor Robert Costanza, quien es internacionalmente reconocido en el tema y bajo su asesoría trabajó con el análisis de la provisión y flujo de los servicios ecosistémicos en ambientes costeros. Dicha experiencia le ha facilitado el conocimiento para publicar artículos científicos relativos a los Servicios ecosistémicos y la Economía Ecológica. Actualmente se encuentra insertada en varios proyectos de investigación relativos al análisis de los servicios ecosistémicos prestados por la duna costera de Yucatán. El Dr. Torres es oceanólogo y desde la maestría ha trabajado con aspectos socio-económicos de pesquerías artesanales e industriales. Dicha actividad es un servicio ambiental prestado por los ecosistemas de gran importancia en las comunidades costeras, la cual tiene un gran valor económico ligado a su naturaleza de servicio de provisión. Aunado a lo anterior, el Dr. Torres ha impartido el curso de Economía ambiental en la LMSZC desde el 2014.

**PROGRAMA DE TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR PARA LA ECOLOGÍA MICROBIANA.**

1) ENCABEZADO

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

2) NOMBRE DEL CURSO O ASIGNATURA: **TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR PARA LA ECOLOGÍA MICROBIANA.**

3) CLAVE: (No procede)

4) SEMESTRE: A consultar en la página del PCML (<http://www.pcml.unam.mx/>).

5) DURACIÓN: Intersemestral.

6) CAMPO DE CONOCIMIENTO:

Biología Marina X; Geología Marina   ; Limnología X; Oceanografía Física   ;  
Química Acuática:   .

7) CARÁCTER DE LA ACTIVIDAD: Optativa.

8) CARGA ACADÉMICA: 5 créditos.

9) TIPO DE ACTIVIDAD: Teórica.

10) MODALIDAD DE LA ACTIVIDAD: Curso.

11) SIN SERIACIÓN

12) OBJETIVO GENERAL:

El alumno conocerá los fundamentos de las diferentes metodologías de biología molecular utilizadas en la actualidad para el estudio de ambientes acuáticos y terrestres, al término del curso será capaz de plantear y proponer técnicas moleculares para el estudio de comunidades microbianas en diferentes ambientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. El alumno aprenderá los fundamentos de las técnicas de biología molecular ampliamente utilizadas en el laboratorio
2. El alumno conocerá los fundamentos de las técnicas de biología molecular para el estudio de la genómica microbiana
3. El alumno conocerá las herramientas bioinformáticas útiles para el estudio del microbioma en diferentes modelos biológicos
4. El alumno conocerá las diferentes herramientas bioinformáticas útiles para el estudio del metagenoma y metatranscriptoma

13) TEMARIO:

1. Unidad I. Biología celular.

1.1. Estructura química y física de los ácidos nucleicos.

- 1.2. Organización del material genético en organismos procarióticos y eucarióticos.
- 1.3. Replicación del ADN, Transcripción y Traducción del ARN mensajero en organismos procariontes y eucariontes.

## Unidad II. Fundamentos de técnicas de biología molecular.

- 2.1. Métodos de extracción de ADN en bacterias y arqueas.
- 2.2. Métodos de extracción de ADN en hongos, plantas.
- 2.3. Métodos de extracción de ADN en muestras ambientales.
  - 2.3.1. Suelo y sedimento.
  - 2.3.2. Heces.
  - 2.3.3. Agua.
  - 2.3.4. Reactores.
  - 2.3.5. Microbialitas.
  - 2.3.6. Camarón.
- 2.4. Métodos de extracción de ARN total.
  - 2.4.1. Procariontes.
  - 2.4.2. Eucariontes.
  - 2.4.3. Suelo y sedimentos.
  - 2.4.4. Reactores.
  - 2.4.5. Agua.
  - 2.4.6. Camarón.
- 2.5. Métodos de extracción de plásmidos.
- 2.6. Electroforesis de ácidos nucleicos.
- 2.7. PCR punto final.
- 2.8. PCR multiplex.
- 2.9. PCR Touchdown.
- 2.10. PCR anidada.
- 2.11. PCR en gradiente.
- 2.12. PCR en tiempo real.
- 2.13. PCR digital.
- 2.14. Diseño de primers.
- 2.15. Purificación de ácidos nucleicos.
  - 2.15.1. ADN total.
  - 2.15.2. Amplicones.
- 2.16. Cuantificación de ácidos nucleicos.
  - 2.16.1. Espectrofotometría.
  - 2.16.2. Fluorometría.
- 2.17. Plataformas de secuenciación (Sanger, 454 Roche, Illumina, Ion Torrent, Pac Bio)
- 2.18. Elaboración de librerías para secuenciación por la plataforma Illumina del gen 16S rRNA.
- 2.19. Elaboración de librerías para secuenciación por la plataforma Illumina metagenómica y metatranscriptómica.

## 3. Unidad III. Introducción a la Bioinformática

- 3.1. Bases de datos (NCBI, EMBL, DDBJ, PDB, Expasy, TIGR, The Banana Genome Hub, EzBiocloud, Greengenes, Silva).
- 3.2. Subir secuencias de genes y de plataformas de secuenciación masiva al GenBank.
- 3.3. Asignación taxonómica y filogenias (Mega, ClustalW, Bioedit y Sequencher)
- 3.4. Análisis metagenómico utilizando metaservidores (Galaxy).
- 3.5. Análisis transcriptómicos utilizando metaservidores (Galaxy, MG-RAST, TRUFA) y mediante análisis en programas en UNIX (FastQC, CutAdapt, bowtie, Trinity).
- 3.6. Análisis de comunidades microbianas mediante QIIME, PICRUST y R.

#### 4. Casos de estudio.

##### 14) BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Rojas-Herrera R., Narváez-Zapata J., Zamudio-Maya M., Mena-Martínez ME. A simple silica-based method for metagenomic DNA extraction from soil and sediments. (2008) *Mol Biotechnol*, 40:13. doi:10.1007/s12033-008-9061-8.
2. Garibyan L., Avashia N. Research techniques made simple: polymerase chain reaction. (2013) *J Invest Dermatol* 133:e6. doi:10.1038/jid.2013.1.
3. Goodwin S., McPherson J.D., McCombie W.R. Coming of age: ten years of next-generation sequencing technologies. (2016) *Nat Rev Genet* 17:333 doi:10.1038/nrg.2016.49.
4. Balvočiūtė M., y Huson D. H. (2017). SILVA, RDP, Greengenes, NCBI and OTT—how do these taxonomies compare?. *BMC genomics*, 18(2), 114.
5. Yoon S. H., Ha S. M., Kwon S., Lim J., Kim Y., Seo H., y Chun J. (2017). Introducing EzBioCloud: a taxonomically united database of 16S rRNA gene sequences and whole-genome assemblies. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 67(5), 1613-1617.
6. Giardine B., Riemer C., Hardison R. C., Burhans R., Elnitski L., Shah P., ... y Miller W. (2005). Galaxy: a platform for interactive large-scale genome analysis. *Genome research*, 15(10), 1451-1455.
7. Kuczynski J., Stombaugh J., Walters W. A., González A., Caporaso J. G., y Knight R. (2012). Using QIIME to analyze 16S rRNA gene sequences from microbial communities. *Current protocols in microbiology*, 1E-5.
8. Pinheiro L. B., Coleman V. A., Hindson C. M., Herrmann J., Hindson B. J., Bhat S., y Emslie K. R. (2011). Evaluation of a droplet digital polymerase chain reaction format for DNA copy number quantification. *Analytical chemistry*, 84(2), 1003-1011.
9. Kumar S., Stecher G. y Tamura K. (2016). MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Mol. Biol. Evol.* 33(7):1870–1874 doi:10.1093/molbev/msw054.
10. Watson et al (2014). *Molecular Biology of the Gene*, 7th Edition, Pearson Education, Inc. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.
11. Hermans S.M., Buckley H.L. y Lear G. (2018). Optimal extraction methods for the simultaneous analysis of DNA from diverse organisms and sample types. *Mol Ecol Resour.* 2018;1–13. DOI: 10.1111/1755-0998.12762.
12. Chomczynski P. y N. Sacchi. (1987). Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Analytical Biochemistry*. Volume 162, Issue 1, 156-159.
13. Dellaporta S.L., J. Wood, JB. Hicks. (1983). A plant DNA miniprep: Version II. *Plant Molecular Biology Reporter*. Volume 1, Issue 4, 19-21.
14. Dorak T.F. (ed). (2007). *Advanced Methods: Real-Time PCR*. Taylor and Francis. New York, NY. ISBN 0–203–96731–3.
15. Tapia-Tussell R., P. Lappe, M. Ulloa, A. Quijano-Ramayo, M. Cáceres-Farfán, A. Larqué-Saavedra y D. Perez-Brito. (2006). A rapid and simple method for DNA extraction from yeasts and fungi isolated from *Agave fourcroydes*. *Molecular biotechnology*. Volume 33, Issue 1, 67–70.
16. Tapia-Tussell R., A. Quijano-Ramayo, R. Rojas-Herrera, A.Larqué-Saavedra y D. Perez-Brito. (2005). A fast, simple, and reliable high-yielding method for DNA extraction from different plant species. *Molecular biotechnology*. Volume 31, Issue 2, 137–139.
17. Rojas-Herrera R., Narváez-Zapata J., Zamudio-Maya M. y Mena-Martínez M. (2008). A Simple Silica-based Method for Metagenomic DNA Extraction from Soil and Sediments. *Molecular Biotechnology*. Volume 40, 13-17.
18. Yuriyev A. (ed). (2007). *Methos in molecular biology: PCR Primer Design*. Volume 402. Humana Press. Totowa, NJ.
19. Bent S. J. y Forney L. J. (2008). The tragedy of the uncommon: understanding limitations in the analysis of microbial diversity. *The ISME journal*, 2(7), 689.

20. Xu J. (2006). Invited review: microbial ecology in the age of genomics and metagenomics: concepts, tools, and recent advances. *Molecular ecology*, 15(7), 1713-1731.
21. Wade B. D. y Garcia-Pichel F. (2003). Evaluation of DNA extraction methods for molecular analyses of microbial communities in modern calcareous microbialites. *Geomicrobiology Journal*, 20(6), 549-561.
22. Bey B. S., Fichot E. B., Dayama G., Decho A. W. y Norman R. S. (2010). Extraction of high molecular weight DNA from microbial mats. *Biotechniques*, 49(3), 631-40.
23. Wang Y., Hayatsu M. y Fujii T. (2012). Extraction of bacterial RNA from soil: challenges and solutions. *Microbes and environments*, 27(2), 111-121.
24. <http://qiime.org/tutorials/index.html>
25. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
26. <https://www.arb-silva.de/>
27. <https://www.ezbiocloud.net/>
28. <https://www.ebi.ac.uk/ena>
29. <https://usegalaxy.org/>
30. <https://www.ddbj.nig.ac.jp/index-e.html>
31. <http://www.rcsb.org/>
32. <https://www.expasy.org/>
33. <http://blast.jcvi.org/euk-blast/index.cgi?project=osa1>
34. <https://www.mg-rast.org/>

#### 15) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. Canto-Canché B., Tzec-Simá M., Vázquez-Loría J.I., Espadas-Álvarez H., Chí-Manzanero B.H., Rojas-Herrera R., Valdez-Ojeda R., Alzate-Gaviria L. Simple and inexpensive DNA extraction protocol for studying the bacterial composition of sludges used in microbial fuel cells. (2013) *Genet Mol Res* 12(1):282-92. doi: 10.4238/2013.February.4.2.
2. Mullis K.B. The unusual origin of the polymerase chain reaction. (1990) *Sci Am* 262(4):56–61. 64–5.
3. Kircher M. y Kelso J. High-throughput DNA sequencing — concepts and limitations. (2010) *Bioessays* 32:524–536.
4. Youssef M., Valdez-Ojeda R., Ku-Cauich J. R. y Escobedi-Gracia Medrano R. M. (2015). Enhanced Protocol for Isolation of Plant Genomic DNA. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 4 (2): 172-180. DOI: 10.15640/jaes.v4n2a20.
5. Nguyen H. H., Park, J., Park S. J., Lee C. S., Hwang S., Shin Y. B., Ha T. H y Kim M. (2018). Long-Term Stability and Integrity of Plasmid-Based DNA Data Storage. *Polymers*, 10(28), 1-10. doi:10.3390/polym10010028.
6. Bustin S. y Huggett J. (2017). qPCR primer design revisited. *Biomolecular Detection and Quantification*, 14: 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.bdq.2017.11.001>.
7. Centeno C. M., Legendre P., Beltrán Y., Alcántara-Hernández R. J., Lidström U. E., Ashby M. N. y Falcón L. I. (2012). Microbialite genetic diversity and composition relate to environmental variables. *FEMS microbiology ecology*, 82(3), 724-735.
8. Navarro-Noya Y. E., Suárez-Arriaga M. C., Rojas-Valdes A., Montoya-Ciriaco N. M., Gómez-Acata S., Fernández-Luqueño F., y Dendooven L. (2013). Pyrosequencing analysis of the bacterial community in drinking water wells. *Microbial ecology*, 66(1), 19-29.
9. Ramírez-Villanueva D. A., Bello-López J. M., Navarro-Noya Y. E., Luna-Guido M., Verhulst N., Govaerts B. y Dendooven L. (2015). Bacterial community structure in maize residue amended soil with contrasting management practices. *Applied Soil Ecology*, 90, 49-59.
10. Sarria-Guzmán Y., Chávez-Romero Y., Gómez-Acata S., Montes-Molina J. A., Morales-Salazar E., Dendooven L. y Navarro-Noya Y. E. (2016). Bacterial communities associated with different *Anthurium andraeanum* L. Plant Tissues. *Microbes and environments*, 31(3), 321-328.

16) SUGERENCIAS DIDÁCTICAS:

Exposición oral \_\_\_; Exposición audiovisual \_\_\_; Ejercicios en clase \_\_\_; Ejercicios fuera del aula \_X\_; Seminarios \_X\_; Lecturas obligatorias \_\_\_; Trabajos de investigación \_\_\_; Otras (especificar):

17) MECANISMOS DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Exámenes parciales \_\_\_; Examen final escrito \_X\_; Tareas y trabajos fuera del aula \_X\_; Asistencia \_\_\_; Seminario \_\_\_; Exposición de seminarios por los alumnos \_\_\_; Participación en clase \_\_\_; Otros (especificar):

18) LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Microbioma de organismos acuáticos, ecología microbiana de ambientes acuáticos y terrestres, metagenoma y metatranscriptoma de ambientes acuáticos y terrestres.

19) PERFIL PROFESIOGRÁFICO:

El profesor deberá tener el grado mínimo de maestría en ciencias, tener conocimientos teórico-prácticos de biología molecular, biología celular, ecología microbiana, microbiología general y bioinformática.