



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Denominación de la actividad académica (completa): **BIOGEOQUÍMICA Y ECOLOGÍA MICROBIANA MARINA**

Clave: (no llenar)	Semestre: 2018-2 (indicar el semestre o semestres en los que se impartirá la actividad)	Campo de conocimiento: (indicar el campo o campos en los que se ubica la actividad) Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas	Número de Créditos: 8 (indicar el número de créditos – cada 8 horas teóricas o prácticas al semestre equivale a 1 crédito (Ejem. Si son 64 horas al semestre son 8 créditos. Nota: Cada semestre tiene 16 semanas)
------------------------------	---	---	--

Carácter OPTATIVA (es decir si la actividad académica es obligatoria, optativa, obligatoria de elección u optativa de elección)	Horas		Horas por semana	Horas por semestre
	Teóricas 64	Prácticas	(indicar el no. total de horas a la semana en las que se impartirá la actividad) 4 h por semana	(indicar el no. total de horas al semestre en las que se impartirá la actividad) 64 h al semestre

Modalidad CURSO (es decir la forma en la que se impartirá la actividad académica: curso, seminario, taller, laboratorio, etcétera., o incluso la combinación de alguno de ellos como por ejemplo: curso-laboratorio)	Duración del curso: SEMESTRAL (indicar si la duración es semestral u otro)
--	--

Seriación indicativa u obligatoria antecedente, si es el caso: No tiene seriación
(en su caso, se anota la actividad académica antecedente con la que tiene seriación. Nota: En caso de haber seriación se debe anexar la argumentación de ello)

Seriación indicativa u obligatoria subsecuente, si es el caso: No tiene seriación
(en su caso, se anota la actividad académica subsecuente con la que tiene seriación. Nota: En caso de haber seriación se debe anexar la argumentación de ello)

Objetivo general: 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: (en su caso)

Que al final del curso el alumno sea capaz de:

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.
2. 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.
3. Tener una visión general de la implicación de los microorganismos en el manejo sostenible de los ecosistemas marinos.
4. Analizar la literatura científica relacionada con la ecología microbiana y la biogeoquímica acuática.
5. Conocer los diferentes métodos de análisis de los ciclos de nutrientes y las nuevas técnicas para el estudio de la ecología microbiana acuática.
6. Diseñar estrategias y metodologías de análisis de las comunidades microbianas marinas para aplicar criterios



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

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.		
Temario	Horas	
	Teóricas	Prácticas
Unidad 1: Introducción 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. Diversificación del metabolismo microbiano. 1.4. Definiciones y clasificaciones.	4 horas	
Unidad 2: Condiciones generales del ambiente marino 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.	4 horas	
Unidad 3: Diversidad de los microorganismos acuáticos 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. Grupos principales de bacterias marinas: Proteobacterias (nitrificantes, metanótrofos, vibrios, oceanospirillales, etc), Cyanobacterias (Prochlorococcus y Synechococcus), Firmicutes, Actinobacteria, Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroides, Planctomycetes, Verrucomicrobia. 3.4. Grupos principales de arqueas marinas: Euryarchaeota y Crenarchaeota. 3.5. Los virus acuáticos.	8 horas	
Unidad 4: Características y ecología de las comunidades microbianas acuáticas 4.1. Niveles de organización: Especie, población, comunidad, organización jerárquica. 4.2. Principios de la teoría ecológica. 4.3. Composición bioquímica: razones C:N:P. 4.4. Pigmentos fotosintéticos. 4.5. Tasas de crecimiento. 4.6. Toxinas 4.7. Importancia de los grupos taxonómicos, grupos funcionales y fracciones de talla del fitoplancton.	8 horas	
Unidad 5: Ciclos biogeoquímicos 5.1. Ciclo del Carbono. Fotosíntesis y bomba biológica de C. Metanogénesis en los ambientes marinos. 5.2. Ciclo del Nitrógeno. Fijación del nitrógeno, nitrificación, desnitrificación y anammox. 5.3. Ciclo del Azufre. Reducción de sulfatos. Oxidación del sulfuro y del azufre elemental. Producción de DMS. 5.4. Ciclo del Hierro. Reducción y oxidación bacteriana del hierro. Producción de sideróforos por bacterias marinas.	6 horas	
Unidad 6: Productividad en los sistemas acuáticos 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. El bucle microbiano. Simbiosis, pastoreo y heterotrofía. La importancia de los virus en el control de las comunidades microbianas acuáticas.	6 horas	
Unidad 7: Métodos para el estudio de las comunidades microbianas acuáticas 7.1. Técnicas de medición de la productividad primaria: Métodos de O_2 y ^{14}C . Otros métodos.	8 horas	



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

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 (<i>Prochlorococcus</i> , <i>Synechococcus</i> 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 marinas 8.1. 4.3. Relaciones ecológicas entre los microorganismos. Sucesión, cooperación y competencia. 8.2. Variaciones temporales. Florecimientos algales. 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. Bioluminiscencia bacteriana. Zootaxantelas y corales. 8.6. Paradoja del plancton. 8.7. Adaptaciones pigmentarias en distintos tipos de sistemas, el caso de <i>Synechococcus</i> sp. 8.8. Microbiología de las profundidades de los océanos. Chimeneas hidrotermales. Bacterias quimiosintéticas y gusanos tubícolas. 8.9. Crecimiento microbiano en biopelículas. Relaciones entre colonización, adhesión y biopelículas.	8 horas	
Unidad 9: Distribuciones vertical, latitudinal y geográfica 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.	6 horas	
Unidad 10. Las comunidades microbianas en el control de los ciclos globales 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. Mareas rojas y toxinas. 10.4. Acidificación de los océanos y emblanquecimiento del coral.	6 horas	
Total de horas teóricas	64	
Total de horas prácticas		
Suma total de horas (debe coincidir con el total de horas al semestre)	64	
Bibliografía básica (se recomienda utilizar bibliografía actualizada) 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 Libes S.M. 2009. An Introduction to Marine Biogeochemistry. 2ª ed. John Wiley & Sons, Inc. 910 pp. Madigan M.T., et al. 2015. Brock Biology of Microorganisms. 14ª ed. Benjamin Cummings. 1032 pp. Madsen E.L. 2015. Environmental Microbiology: From Genomes to Biogeochemistry. 1ª ed. Wiley-Blackwell. 592 pp. Munn C. 2011. Marine Microbiology: Ecology and Applications. 2ª ed. Garland Science. 364 pp. Overbeck J., Chrost R. 2011. Aquatic Microbial Ecology: Biochemical and Molecular Approaches. Brock Springer Series.		
Bibliografía complementaria (se recomienda utilizar bibliografía actualizada) Libros: Falkowski P.G., Knoll A.H. 2007. Evolution of primary producers in the sea. Elsevier Academic Press. 441 pp. Fenchel T., King G.M., Blackburn T.H. 2012. Bacterial biochemistry: The ecophysiology of mineral cycling. 3ª ed. Elsevier Academic Press.		



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Granéli E., Turner J.T. 2006. Ecology of Harmful Algae. Springer. 413 pp.
Joint I. 2011. Molecular Ecology of Aquatic Microbes. Nato ASI Series.
Karlson B., Cusack C., Bresnan E. 2010. Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. IOC Manual and guides 55, UNESCO. Paris. 114 pp.
Mitchell R., Gu J.D. 2009. Environmental Microbiology. 3ª ed. Wiley-Blackwell.
Pepper I.L., Gerba C.P., Gentry T.J. 2014. Environmental Microbiology. 3ª ed. Academic Press. 728 pp.
Reynolds C. 2006. Ecology of Phytoplankton. EBC, Cambridge. 535 pp
Srivastava M.L. 2008. Microbial Biochemistry. Alpha Science.
Worden A.Z., Not F. 2008. Ecology and diversity of picoeukaryotes. En: Kirchman, D.L. (Ed.). Microbial ecology of the Oceans. 2ª ed. John Wiley & Sons, Inc. pp. 159-205.

Artículos:

Buitenhuis E., et al. 2012. Picophytoplankton biomass distribution in the global ocean. Earth System Science Data Discussions, 5: 221-242.
Capone D.G., Hutchins, D.A. 2013. Microbial biogeochemistry of coastal upwelling regimes in a changing ocean. Nature Geoscience, 6: 711-717.
de Vargas C., et al. 2015. Eukaryotic plankton diversity in the sunlit ocean. Science, 348 (6237): 1-11.
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.
Johnson Z.I., Martiny A.C. 2015. Techniques for quantifying phytoplankton biodiversity. Annual Review of Marine Science, 7: 299-324.
Keeling R.E., Körtzinger A., Gruber, N. 2010. Ocean deoxygenation in a warming world. Annual Review of Marine Science, 2: 199-229.
Not F., Siano R., Kooistra W.H.C.F., Simon N., Vaulot D., Probert I. 2012. Diversity and ecology of eukaryotic marine phytoplankton. Advances in Botanical Research, 64: 1-53.
Prosser J.I., Bohannon B.J.M., Curtis T.P. 2007. The role of ecological theory in microbial ecology. Nature Reviews Microbiology, 5: 384-392.
Simon N., Cras, A.L., Foulon, E., Lemée R. 2009. Diversity and evolution of marine phytoplankton. C.R. Biologies, 332: 159-170.
Sogin M.L., Morrison H.G., Huber J.A. 2006. Microbial diversity in the deep sea and the underexplored "rare biosphere". PNAS, 103: 12115-12120.
Suttle CA. 2007. Marine viruses: major players in the global ecosystem. Nature Reviews Microbiology, 5: 801-812.
Wright J.J., Konwar K.M., Hallam S.J. 2012. Microbial ecology of expanding oxygen minimum zones. Nature Reviews Microbiology, 10: 381-394.
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.

Sugerencias didácticas:

(marcar con una X la sugerencia didáctica que se utilizará para abordar los temas. Es importante tomar en cuenta que si la actividad tiene horas prácticas en las sugerencias deberá haber herramientas prácticas para el aprendizaje de los temas)

- ☒ X Exposición oral
- ☒ X Exposición audiovisual
- ☐ Ejercicios dentro de clase
- ☒ X Ejercicios fuera del aula
- ☐ Seminarios
- ☒ X Lecturas obligatorias
- ☒ X Trabajos de investigación
- ☐ Prácticas de taller o laboratorio
- ☐ Prácticas de campo
- ☐ Otros (indicar cuáles)

Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos:

(marcar con una X el mecanismo que se utilizará para evaluar el aprendizaje. Se recomienda que para la evaluación sean tomadas en cuenta las sugerencias didácticas señaladas)

- ☒ X Exámenes parciales
- ☐ Examen final escrito
- ☒ X Tareas y trabajos fuera del aula
- ☒ X Exposición de seminarios por los alumnos
- ☒ X Participación en clase
- ☒ X Asistencia
- ☐ Seminario
- ☐ Otros (indicar cuáles)



TEMARIO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Línea de investigación:

(en caso de que la actividad corresponda a una de las líneas de investigación que se desarrollan dentro de los campos de conocimiento del programa)

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

Perfil profesigráfico

(indicar el perfil necesario y deseable que debe cumplir el docente para impartir esta actividad. Se recomienda generalizar el mismo)

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.