

XXI Congreso Nacional de Oceanografía

III Reunión Internacional de Ciencias Marinas

MEMORIAS

Editores

Ocean. Sofia Montserrat Rosete Solis

Dr. Carlos Peynador Sánchez

Dr. Luis Felipe Navarro Olache

Forma sugerida para citar este documento: Rosete, S.M., Peynador, C. y Navarro, L.F., Editores. 2021. Memorias del XXI Congreso Nacional de Oceanografía y la III Reunión Internacional de Ciencias Marinas. Asociación de Oceanólogos de México, A.C. Ensenada, Baja California, México. 132 páginas.

Permitida su reproducción total o parcial con solo citar la fuente Para cualquier duda o comentario, favor de dirigirse a: Luis Felipe Navarro, Coordinador académico del Congreso Nacional de Oceanografía. congreso@asocean.org.mx, tel. +52 (646) 174-5542.

Presentación

La Asociación de Oceanólogos de México, A.C. (ASOCEAN) es una organización de la sociedad civil que agrupa a profesionistas de las ciencias del mar egresados de la Universidad Autónoma de Baja California, la Universidad de Colima y la Universidad del Mar en Oaxaca. Desde 1996, la ASOCEAN ha sido la responsable de organizar el Congreso Nacional de Oceanografía. Para ello, la ASOCEAN instituyó la Comisión Permanente del Congreso Nacional de Oceanografía (COPECO) para que se encargara de garantizar la realización del evento.

Desde 1996, el congreso se realizó siempre en años pares y la edición XXI estaba programada para realizarse en 2020. Sin embargo, la pandemia del coronavirus SARS-Cov2 obligó a posponer el evento para el año 2021. Cuando la COPECO tomó la decisión de posponer el evento un año, se tenía la expectativa de que los efectos de la pandemia hubieran pasado para esa fecha. Si bien la emergencia sanitaria se ha visto atenuada, se llegó a septiembre de 2021 todavía con importantes restricciones por lo que se decidió realizar el evento, por primera vez, en una modalidad “híbrida”, combinando la presentación de trabajos de forma presencial y la transmisión de presentaciones de forma remota. La realización del evento en esta modalidad representó un enorme reto logístico y de organización. En la ASOCEAN nos sentimos muy satisfechos por haber logrado llevar a cabo el evento con esta nueva modalidad y creemos que los futuros congresos seguirán realizándose en este formato.

La incorporación de las presentaciones a distancia y la transmisión de las presentaciones presenciales permitió tener un registro en video de todos los trabajos del congreso. Dichos videos están disponibles en línea y son un complemento a estas memorias; de manera que los interesados en alguno de los trabajos presentados, no solamente podrán consultar en estas memorias el resumen sino que también podrán reproducir la presentación completa.

En el evento se contó con trabajos de las siete áreas temáticas que desde hace más de 10 años ha cubierto el congreso: Oceanografía Biológica, Oceanografía Física, Oceanografía Geológica, Oceanografía Química, Pesca y acuicultura, Gestión de recursos costeros y marinos y Cambio climático. En total, se presentaron 124 trabajos, 99 en la modalidad oral y 25 carteles. Se contó también con 10 conferencias magistrales, dos foros de discusión y un taller. Se contó con la participación de estudiantes e investigadores de la mayoría de las instituciones de ciencias del mar del país así como de la de colegas de España, Portugal, Francia, Estados Unidos de América, Chile, Colombia, Brasil y Venezuela.

El congreso y la integración de estas memorias fueron posibles gracias al apoyo de las instituciones co-organizadoras cuya participación facilitó y enriqueció el evento. Desde la ASOCEAN, nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Baja California que participó a través de la Facultad de Ciencias Marinas y el Instituto de Investigaciones Oceanológicas y al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California.

En la ASOCEAN, esperamos que estas memorias sean de utilidad para todos los colegas interesados en revisar las más recientes investigaciones en ciencias del mar y sea un medio de difusión de la oceanografía en México.

Carlos Peynador Sánchez
Presidente del Consejo Directivo Nacional
Asociación de Oceanólogos de México

Directorio

Asociación de Oceanólogos de México Consejo Directivo Nacional

Dr. Carlos Peynador Sánchez
Presidente

Dr. Luis Felipe Navarro Olache
Vicepresidente

Dr. Julio Palleiro Nayar
Secretario

Dra. Karina Lugo Ibarra
Tesorera

M.C. Gabriela de la Peña Nettel
Vocal

M.A. Silvia Carreño González
Vocal

Ocean. Julián Bennett Domínguez
Vocal

Comisión Permanente del Congreso

Dra. Lus Mercedes López Acuña

M.A. Silvia Carreño González

Dr. Luis Felipe Navarro Olache

Dr. Carlos Francisco Peynador Sánchez

Dr. Héctor Bustos Serrano

Ocean. Héctor Benet Contreras

Dra. Karina Lugo Ibarra

Universidad Autónoma de Baja California

Dra. Mónica Lacavex Berumen
Vicerrectora Ensenada

Dra. Lus Mercedes López Acuña
Directora de la Facultad de Ciencias Marinas

Dr. Luis Walter Daessle
Director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

Dr. David Covarrubias Rosales
Director General

Coordinadores de la revisión académica

Dr. Rafael Hernandez Walls
Dr. Mario Galaviz
Dra. Lus Mercedes López
Dr. Reginaldo Durazo Arvizu
Dr. Rubén Castro Valdez
Dra. Karina Lugo
M.C. Rigoberto Guardado France
Dra. Nancy Ramírez
Dra. Concepción Arredondo García

Expoceano

Stand CICESE

Dra. Fabiola Lafarga
Dalila Elena Mercado Guzmán
M.C. Brenda Guadalupe Bonett Calzada
M.C. Brianda Andrade Moreno
M.C. Jesús Roberto Oyervides Figueroa
Melanie Verónica Estrada Martínez
Dr. Roberto Cruz Flores
Dr. Misael Rosales Leija
M.C. Salvador Villasuso Palomares
M.C. Carmen Elvira Vargas Peralta
Dr. Juan Pablo Lazo Corvera
Karen Elyne Carvajal Soriano

Stand Energía Costa Azul

Lic. Dulce Martínez
Roxana Ortiz
Blanca Mendoza
Claudia Ruiz
José Antonio Félix
Dulce Martínez
Rebeca Zertuche

Expo IIO UABC

M.C. Melba de Jesús Huerta
M.C. Claudia A. Michel Villalobos

Conferencias Magistrales

Dra. Marina Levy

Laboratoire d'Océanologie et de Climatologie: Expérimentations et Analyses Numériques

Institut Pierre Simon Laplace. LOCEAN-IPSL

Université Pierre et Marie Curie-UPMC, Paris 05, France.

Martes 21 de septiembre, 10:45 a.m.

Ponencia: Physical Oceanography and modelling plankton dynamic



Benjamin Williams

Regional Metocean Director

Fugro Americas

Ponencia: Public-Private partnerships in ocean observing: An industry perspective



Dr. Christian Mario Appendini Alberchtsen

Coordinador de la Unidad Académica Sisal

Instituto de Ingeniería

Universidad Nacional Autónoma de México

Ponencia: Cambio climático y los peligros por ciclones tropicales en México



Dra. Claudia Gabriela Mayorga Adame

Marine System Modeling Group

UK National Oceanography Centre (NOC).

Ponencia: Avances en la modelación de interacciones físico-biológicas en el océano



Dr. Vinicio Macías

Departamento de Oceanografía Química

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Universidad Autónoma de Baja California

Ponencia: La contaminación, un problema multifacético, de lo global a lo local y algunas lecciones aprendidas



Dr. Carlos Pereira Da Silva

Centro Interdisciplinar de Ciencias Sociales
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Universidad Nova de Lisboa



Ponencia: Gestión de playas en tiempos de pandemia: ¿Qué papel tiene la ciencia?

Dr. Víctor Camacho Ibar

Departamento de Oceanografía Química
Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California



Ponencia: Controles físicos y biogeoquímicos de la distribución de nutrientes en la región profunda del Golfo de México

Dr. Eric Gisbert Casas

Programa de Acuicultura
Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias
Generalitat de Catalunya



Ponencia: Cambios en la Acuicultura en el siglo XXI

Dr. Octavio Aburto Oropeza

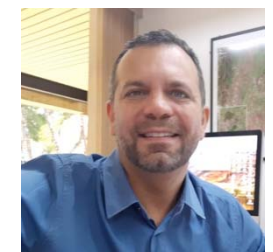
Marine Biology Research Division
Scripps Institution of Oceanography



Ponencia: Oceanografía, áreas marinas protegidas, y los compromisos de México como parte del Panel de Alto Nivel para una economía oceánica sustentable.

Dr. Ronald Buss de Souza

Earth System Numerical Modeling Division
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Brasil



Ponencia: Physical Oceanography studies in the Southern Ocean by Brazil and opportunities to collaborate with Mexico

CONTENIDO

I. OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA.....	1
Fitoplancton del Periodo de Transición Secas-Lluvias en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.....	1
Fitoplancton de las costas occidentales de Baja California y Baja California Sur: nuevos paradigmas basados en grupos taxonómicos poco conocidos	2
Impacto de la onda de calor 2013-2016 sobre la productividad primaria y los factores bio-físicos asociados en el Golfo de California	3
Catálogo de fitoplancton del Pacífico central mexicano. Cruceros “MareaR” (2009-2019) B/O “El Puma”	4
Variabilidad semanal de la diversidad y abundancia de zooplancton gelatinosos en el Parque Nacional Cabo Pulmo (2014).....	5
Nuevos registros FAN para las costas de Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit: <i>Trichodesmium erythraeum</i> (Cyanophyceae) y <i>Prorocentrum</i> cf. <i>rhathymum</i> (Dinophyceae).....	6
Diversidad y distribución de especies de fitoplancton asociadas a floraciones algales nocivas en el Pacífico central mexicano evaluados por metabarcoding.....	7
Análisis molecular de Bangiales (rodophyta) foliosa del Golfo de California, México.....	8
Distribución de organismos identificados en un transecto en la zona de mínimo de oxígeno del Pacífico tropical mexicano.....	9
¿Qué sucede con la materia orgánica disuelta de ríos cuando ingresa en el mar?	10
Anomalías positivas de temperatura del 2014-2016 en Bahía Magdalena: el caso de <i>Phyllospadix scouleri</i>	12
Ecosistemas mesofóticos como refugios para macroinvertebrados bénticos en Bahías de Huatulco, Oaxaca	13
Perspectivas metabólicas y ecológicas de la comunidad microbiana de los sedimentos de aguas profundas del sur del Golfo de México	14
Comparación metabólica de actinobacterias aisladas de sedimento marino de la Laguna Ojo de Liebre	15
Comunidades microbianas que controlan el ciclo del Nitrogeno en zonas de mínimo oxígeno: en el caso del pacífico tropical mexicano.....	16
Estudio experimental de la dinámica de comunidades microbianas fotótrofas con proteorodopsina ante cambios en la disponibilidad de nutrientes	17
Comparación en la composición, abundancia y distribución de cocolitofóridos en costa-océano de Baja California, septiembre 2020.....	18
El menospreciado rol de esclerobiontes en una comunidad coralina del Pacífico oriental tropical	19
Análisis genómico y potencial metabólico de actinomicetos aislados de sedimentos marinos de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México.	20
Influencia de la variabilidad de submesoescala sobre la zona de mínimo oxígeno e impacto sobre la comunidad de copépodos en el pacífico oriental tropical colombiano	21
Distribución de macroinvertebrados en arrecifes de coral de <i>Pocillopora</i> spp. en su límite norte de distribución del Pacífico Mexicano (La Paz, BCS) y su relación con patrones térmicos.	22

Poliquetos exóticos invasores en marinas y puertos de México: vulnerabilidad y resiliencia ante el cambio climático.	23
Variabilidad espacio-temporal de madres con cría de ballena jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>) asociada a anomalías ambientales (ENSO) en el Pacífico Central Mexicano.....	24
Estado de las Poblaciones de Abulón Negro (<i>Haliotis cracherodii</i>) en Baja California.....	25
Variación espacial y temporal del reclutamiento coralino y de la supervivencia post-reclutamiento en bahía de Los Ángeles, Baja California, México	26
Análisis temporal del ciclo nictemeral de la comunidad bentónica asociada a pastos marinos al Sureste del Golfo de México.....	27
El hábitat de desove de la sardina del pacífico y su monitoreo por el programa IMECOCAL Valencia Gasti José Augusto, Baumgartner Mcbride Timothy Robert.....	28
Paisajes Pelágicos del Golfo de California: rasgos distintivos y escalas de variación	29
Ecología poblacional de la tortuga prieta (<i>Chelonia mydas</i>) en dos áreas de alimentación de la península de Baja California, México	30
Respuesta espacial de las comunidades microbianas bentónicas a metales traza en dos zonas costeras contrastantes del Norte de Chile.....	31
La laguna Ojo de Liebre: un hábitat hipersalino inexplorado como fuente de nuevos actinomicetos.....	32
Rescate, Trasplante y Conservación de recursos marinos bentónicos en La Jovita BC.....	33
Proceso de colonización bentónica de crustáceos y poliquetos en placas experimentales en el arrecife artificial Uribe 121 en Bahía El Descanso, Baja California.....	34
Distribución de los mecanismos de fototrofia en comunidades microbianas marinas en el mar Mediterráneo	35
Caracterización del genoma y mecanismos fototróficos de la bacteria marina <i>Stakelama pacifica</i> BTS27C, aislada en la cuenca del Sur de California	36
Cambios en la funcionalidad física del arrecife de Cabo Pulmo entre 1992-2020.....	37
Endo-bioerosión en corales masivos del Pacífico mexicano y su relación con factores extrínsecos e intrínsecos	38
Estructura de la comunidad íctica con relación a factores ambientales en el sistema lagunar palizada, Campeche, México.....	40
El océano como emisor de compuestos halogenados a la atmósfera: ¿Qué variables explican su síntesis y cómo pueden afectar el futuro de la capa de ozono?.....	41
Evaluación de las praderas de pastos marinos (<i>Phyllospadix</i> spp) como sistemas de carbono azul en una isla del Pacífico Mexicano.....	42
Composición faunística y distribución de los Amphinomida, Eunicida y Spionida (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental del oeste del Golfo de México	43
Influencia del índice de surgencia en la distribución temporal de larvas de peces en el en Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela	44
Distribución espacio-temporal del rorcual azul en función de las características oceanográficas en la costa occidental de la península de Baja California	45

II. OCEANOGRAFÍA FÍSICA	47
Solución analítica para las ecuaciones de aguas someras, sin viscosidad y sin rotación, en un canal con batimetría representada por un perfil definido por una función cuadrática	47
Transporte estacional de la Corriente Costera Mexicana	47
Potencia asociada a particiones espectrales de oleaje en costas mexicanas	48
La circulación superficial de la entrada al Golfo de California en base a altimetría satelital costera	49
Cambios en la hidrografía del Norte y Alto Golfo de California, considerando la influencia del Río Colorado: un estudio numérico	51
Dispersión de partículas en un dipolo de Chaplygin-Lamb	51
Análisis de la altimetría costera en el Caribe mexicano	52
Variación estacional de la constituyente de marea M2 en el cañón de Punta Banda, Baja California, México	53
Asimilación de datos en un modelo regional del Pacífico Nororiental Mexicano	54
Condiciones oceanográficas costeras durante un evento de norte en un sitio de agregación reproductiva del Arrecife Mesoamericano	55
El Caribe Mexicano: una joya oceanográfica	56
Estructura de la salinidad en verano en Bahía de la Paz, Golfo de California	57
La estructura termohalina de la interacción de una descarga submarina de agua subterránea en la zona costera del Caribe Mexicano	58
Características termohalinas en enero de la ensenada de La Paz, Baja California Sur	59
Circulación residual en las entradas de dos estuarios subtropicales	60
Dinámica de la circulación superficial de la Bahía de La Paz, México	61
Evidencia de remolinos de sub-mesoescala dentro de la Bahía de Todos Santos, BC, México	62
Análisis del error en la medición de corrientes asociado al movimiento vertical de una boya en la presencia del oleaje	62
Intercambio de agua en Banco Chinchorro y la posible relación con el estado de conservación de su zona arrecifal	63
Observaciones de la estructura vertical del ciclón de Campeche a partir de datos de gliders	64
Contribución de las planicies de marea al balance sedimentario del Alto Golfo de California	65
USO DE MODELOS NUMÉRICOS PARA LA VALIDACIÓN DE OBRAS COSTERAS Villalba Loera Francisco Armando, Páez Valencia José Emilio	66
III. OCEANOGRAFÍA QUÍMICA	69
Influencia de la surgencia y aportes costeros en el sistema de carbonatos en las formaciones coralinas del noroeste del Caribe Colombiano	69
Influencia de los arribazones de <i>Sargassum</i> spp. en el $\delta^{15}\text{N}$ de <i>Thalassia testudinum</i> en la costa del Caribe mexicano	70

Cambios estacionales de las condiciones oceanográficas físicas y biogeoquímicas de cinco campañas durante el período 2019-2020 en la laguna costera de Bahía San Quintín, Baja California, México	71
Hierro o nitrato, ¿cuál nutriente limita la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de California durante verano?.....	72
Variabilidad del flujo de CO ₂ océano-atmósfera en el pacífico frente a México en los últimos 25 años	73
Asociación del vanadio con la pirita sedimentaria y sus grados de piritización en ambientes sedimentarios modernos	74
Variación espacial y temporal de manganeso disuelto en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México (verano 2008 - primavera 2009).....	75
Calidad de sedimento del sistema lagunar San Ignacio, Navachiste Macapule, por metales pesados.....	76
Carbón orgánico disuelto en aguas profundas del Golfo de México. Distribución, exportación vertical y contribución a la respiración microbiana.....	77
Metales traza relacionados a actividades antropogénicas. Sedimentos marinos superficiales y aguas residuales tratadas de la frontera Tijuana, B.C.- California USA a la Bahía de Todos Santos, BC., México Valenzuela-Suárez Brianda Jannyn ¹ , Ramírez-Álvarez Nancy ² , Macías-Zamora José Vinicio ² , Hernández-Guzmán Félix Augusto ² , Sánchez-Osorio José Luis ³	79
Distribución de cianobacterias simbióticas UCYN-A fijadoras de nitrógeno en un transecto en la zona de mínimo oxígeno del Pacífico tropical mexicano.....	80
Tapetes microbianos como responsables del enriquecimiento de metales en ambientes sedimentarios hipersalinos y atalosalinos.....	81
Efecto de las mareas cafés (<i>Sargassum spp.</i>) en la calidad del agua de la zona costera del Caribe Mexicano.	82
Metales pesados en tejidos de Balistes spp. Del sistema Lagunar San Ignacio Navachiste Macapule, Sinaloa, México	83
Estudio preliminar de <i>Macrocystis pyrifera</i> como fuente de fucoidanos con aplicaciones en sanidad acuícola.	84
Distribución de propiedades fisicoquímicas en la Bahía de Todos Santos durante dos campañas oceanográficas de 2019	85
IV. OCEANOGRAFÍA GEOLÓGICA	87
Evolución tectono-estratigráfica de la cuenca Carmen, Golfo de California, basada en datos de reflexión sísmica en 2D.....	87
Geometría y estructura de sistemas hidrotermales sub-superficiales en la cuenca Pescadero Sur, Golfo de California, a partir de batimetría de alta resolución y perfiles acústicos someros.	88
Efecto del oleaje asociado a tormentas lejanas en la morfodinámica de una playa estacional de Baja California, México.	89
V. PESCA Y ACUACULTURA	91
Evaluación de los “trasplantes” de erizo rojo (<i>Mesocentrotus franciscanus</i>) como estrategia de manejo de la pesquería en El Rosario, Baja California, México.....	92

Efecto de la temperatura de aclimatación en la respuesta hemática de la trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	95
Preferencia y tolerancia térmica de <i>Totoaba macdonaldi</i> : Efecto de la temperatura de aclimatación y la inclusión de harina de soya en la dieta	95
Criopreservación de esperma de abulón azul: una estrategia para contribuir a su conservación	96
Dinámica del sistema CO ₂ -carbonatos en un sistema de recirculación acuícola durante el ciclo reproductivo del ostión japonés	98
Exploración de la vejiga natatoria de Sciaenidos: composición bioquímica	99
Concentrado de proteínas de soya como una alternativa de proteína para dietas de juveniles de <i>Totoaba macdonaldi</i> : su efecto en el metabolismo intermediario e integridad histológica del hapatopáncreas	100
Co-alimentación durante el desarrollo temprano de larvas de Totoaba (<i>Totoaba Macdonaldi</i>) bajo condiciones de cultivo.....	101
Uso de levaduras marinas <i>Debaryomyces hansenii</i> , administradas en microdietas elaboradas con Concentrado de Proteína de Soya para el destete de larvas de totoaba (<i>Totoaba macdonaldi</i>).....	102
Efecto de las tasas de reducción de salinidad del agua sobre la sobrevivencia de postlarvas del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i> durante la aclimatación a baja salinidad	103
Trascriptoma de <i>Totoaba macdonaldi</i> para identificar marcadores nutricionales durante la ontogenia	104
Crecimiento y mortalidad de bagre <i>cathorpos fuerthii</i> (STEINDACHNER, 1876) del Golfo de Tehuantepec, México.	105
Efectos del concentrado de proteína de soja sobre la estructura de la microbiota intestinal y la fisiología digestiva de <i>Totoaba macdonaldi</i>	106
Producción de tilapia Stirling (<i>Oreochromis niloticus</i>) en sistemas de biofloc, con sustitución parcial de la dieta por macilla de cerveza y su efecto en la fisiología y desarrollo.	107
Efectos del cambio climático en el Golfo de California en dos recursos marinos utilizando datos satelitales y pesqueros	108
Efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de insecto (<i>Hermetia illucens</i> y <i>Acheta domesticus</i>) en el desempeño biológico, digestibilidad, actividad enzimática y perfil de ácidos grasos de juveniles de <i>Totoaba macdonaldi</i>	109
Presuntas hipnosporas de <i>Perkinsus</i> sp. en la almeja <i>Leucoma grata</i> en el estero El Castillo, Navolato, Sinaloa Góngora Gómez Andrés Martín ^{1,2} , Domínguez Orozco Ana Laura ¹ , Villanueva Fonseca Lizeth Carolina ² , Acosta Campos María José ¹	110
Efecto de las variables ambientales sobre el crecimiento y la composición bioquímica en el ostión de Placer <i>Crassostrea corteziensis</i> cultivado en el estero Bacorehuis, Ahome, Sinaloa	111
Crecimiento y análisis económico del cultivo de ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , diploide y triploide en el estado de Sinaloa	112
Efecto de diferentes fuentes alimenticias en el perfil de aminoácidos, ácidos grasos y análisis proximales de pupa de mosca soldado (<i>Hermetia illucens</i> , Linnaeus, 1758).....	114
Efecto del enriquecimiento de alimento vivo en el perfil de aminoácidos y ácidos grasos de rotífero.....	115

VI. GESTIÓN DE RECURSOS COSTEROS	117
Modelo de ordenamiento ecológico marino y regional, como instrumento de política ambiental en México.	117
Caracterización y diagnóstico del Estero de Todos Santos, Baja California Sur, México.	118
Restauración ecológica aplicada para desplazar <i>Paspalum vaginatum</i> y recuperar cobertura de <i>Rhizophora racemosa</i> en África occidental	119
Desarrollo de la maricultura sustentable en la región Costa de Oaxaca y su impacto ambiental.....	120
Interacciones de la pesca de pequeña escala en la región de Nayarit, México	121
Desempeño gubernamental en la gestión de los recursos pesqueros de México.....	122
Acciones de manejo y monitoreo poblacional del abulón azul (<i>Haliotis fulgens</i>) en Isla Guadalupe, B.C., México	123
Capacidad de carga para la actividad de observación de cetáceos costeros: el caso de la población de Delfín Mular del estuario del Sado, Portugal	124
Medidas de mitigación relacionadas con el efecto potencial de Plantas de Energías Renovables Marinas en mamíferos marinos.	126
Visualización y análisis de datos oceánicos en R: el paquete satin.	127
Evaluación de la vulnerabilidad de las dunas costeras del litoral Norte y Sur de Colima del 2016, 2017 y 2019.....	128
Hacia un diagnóstico de calidad ambiental en habitat bentónicos del Pacífico de Baja California (México): avances y perspectivas.....	129
VII. CAMBIO CLIMÁTICO	131
Evaluación de la vulnerabilidad habitacional en la zona costera sur de la Bahía de Ensenada, Baja California, México. Guerrero Demesa Cassandra, Fernández Díaz Violeta, Arreguín Rodríguez Gabriela, Mejía Piña Karla, Carmona Enríquez Rosa.	131
Efecto del estrés térmico asociado a las olas de calor marinas en el metabolismo del nitrógeno del pasto marino <i>Phyllospadix scouleri</i>	131

I. OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA

Fitoplancton del Periodo de Transición Secas-Lluvias en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.

¹Cupul-Velázquez Ana Mercedes, ¹Cortés-Lara María del Carmen, ¹Vega-Villasante Fernando, ¹Cupul-Magaña Amílcar Leví

¹Centro de Investigaciones Costeras. Centro Universitario de la Costa. Universidad de Guadalajara. Avenida Universidad de Guadalajara # 203, Delegación Ixtapa, C.P. 48280. Puerto Vallarta, Jalisco, México. anacupul@gmail.com

Palabras clave: Bahía de Banderas, Fitoplancton, Jalisco-Nayarit, Diatomeas, Dinoflagelados.

Bahía de Banderas (BB) se caracteriza por un contexto hidrográfico y oceanográfico complejo. La circulación oceánica muestra variación estacional y anual como resultado de la convergencia de tres sistemas de corrientes oceánicas de gran escala como la de California, masa de agua fría y baja salinidad; la de Costa Rica/Corriente Norecuatorial, masa de agua cálida y salinidad intermedia y la Corriente Costera Mexicana. Además, la bahía tiene un aporte de agua cálida y de alta salinidad del Golfo de California. La convergencia de estas corrientes da lugar a cambios de salinidad, temperatura y patrones de circulación estacional en la región. Aunado a lo anterior, la bahía cuenta con el aporte de agua dulce de 7 ríos perennes y 21 corrientes intermitentes. El objetivo de este trabajo fue determinar la estructura y composición de la comunidad del fitoplancton en BB y evaluar su relación con las condiciones ambientales en el periodo de transición secas-lluvias. En mayo de 2021, se realizó una campaña de colecta de fitoplancton en 5 sitios en la costa norte y 5 sitios en la costa sur de BB. Las muestras de agua para la determinación de fitoplancton fueron colectadas en superficie y fondo con una botella Niskin de 1.5 litros y depositados en frascos pet de 500 ml y fijados con Lugol, además se colectaron muestras de agua para determinar nutrientes (Amonio (NH_4^+), Nitritos (NO_2^-), Nitratos (NO_3^-), Fosfatos (PO_4^-) y Silicatos (SiO_2^-)) y Clorofila *a*. Adicionalmente se registraron datos *in situ* de variables físico-químicas como temperatura (°C), salinidad (ups), pH y oxígeno disuelto ($mg \cdot L^{-1}$) así como la transparencia con un disco de Secchi. La cuantificación e identificación de los organismos se realizó empleando un microscopio Leica DME y utilizando una cámara Sedgewick-Rafter. Preliminarmente se ha determinado que los grupos taxonómicos de mayor presencia son las diatomeas y los dinoflagelados y en menor proporción los silicoflagelados. Se calcularon los índices

ecológicos de Shannon-Weaver (H') para cuantificar la diversidad de la comunidad, la dominancia de Simpson (D) y la riqueza de especies en los sitios de colecta. La distribución y abundancia de las especies se relacionaron con las variables fisicoquímicas, nutrientes y clorofila *a* realizando una comparación entre la costa norte y la costa sur de la bahía. El presente trabajo contribuye al conocimiento de la variación espacial y temporal de la diversidad del fitoplancton marino en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México.

Fitoplancton de las costas occidentales de Baja California y Baja California Sur: nuevos paradigmas basados en grupos taxonómicos poco conocidos

Hernández-Becerril, D.U.¹, Guzmán-Santos, N.L.², Arana-García, J.¹, Alonso-Rodríguez, R.³. & Espinosa-Carreón, T.L.²

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Coyoacán, Cd. de México, México. Correo electrónico: dhernand@cmarl.unam.mx

² CIIDIR Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional, Guasave, Sinaloa, México.

³ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, UA Mazatlán, Mazatlán, Sinaloa, México.

Palabras clave: Baja California, Cocolitofóridos, Dinoflagelados, Fitoplancton, Gradientes ambientales.

El fitoplancton marino es un elemento fundamental en la ecología de los océanos, por su papel como productores primarios y base de las cadenas tróficas. A pesar de los cuantiosos estudios previos en las costas occidentales de Baja California y Baja California Sur, zonas con características climáticas y oceanográficas distintivas, la composición del fitoplancton aún no se conoce completamente. Este estudio se basa en el análisis de muestras de agua y filtros colectados a la profundidad del pico subsuperficial de clorofila, durante una campaña oceanográfica a bordo del B/I "Dr. Jorge Carranza Fraser" (INAPESCA), en septiembre-octubre, 2020 en dichas costas. Las muestras se estudiaron con ayuda de microscopía de luz (microscopios compuesto e invertido) (ML) y electrónica de barrido (MEB). Las condiciones oceanográficas indican gradientes latitudinales y de costa a océano tanto de temperatura como de clorofila superficiales. Se sugiere en el norte del área de estudio la presencia de surgencias costeras y procesos de mesoescala en varias zonas. La composición, abundancia y distribución del fitoplancton, consecuentemente, fue variable y respondió a estos gradientes: los picos subsuperficiales de clorofila se abatieron hacia la zona sur del área de estudio. Además, la comunidad fue más diversa y abundante en la zona norte que en la del sur. El ejemplo más claro fueron los cocolitofóridos, que mostraron altas densidades (hasta 1.37×10^5 células L^{-1}) en una estación del norte (E08), donde *Emiliania huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica* y

Florisphaera profunda fueron las especies con mayor frecuencia y abundancia, mientras que en una estación del sur (E57) las densidades fueron más bajas (1.09×10^3 células L^{-1}), con la presencia de *Calciosolenia brasiliensis*. Otro grupo muy poco conocido es el de dinoflagelados atecados (desnudos), representados por formas nanoplanctónicas, cuyo componente heterótrofo fue muy importante, y especies del dinoflagelado tecado *Azadinium*, algunas son productoras de toxinas Azaspirácidas. También se observaron especies pico-nanoplanctónicas de diatomeas (*Minidiscus comicus* y varias de *Thalassiosira*), una de Parmales (*Tetraparma insecta*) y la Haptophyta con escamas silíceas *Prymnesium neolepis*. Las asociaciones de especies variaron a lo largo del área de estudio, pero resulta evidente que existen componentes muy poco explorados y que pueden tener un papel muy importante en las cadenas tróficas, sobre todo en el caso de dinoflagelados atecados nanoplanctónicos y heterótrofos, que podrían consumir partículas de talla pequeña (pico o nanoplancton), los dinoflagelados potencialmente tóxicos (*Azadinium*) que han pasado inadvertidos en la zona, y los flagelados nanoplanctónicos como cocolitofóridos y sus parientes.

Impacto de la onda de calor 2013-2016 sobre la productividad primaria y los factores bio-físicos asociados en el Golfo de California

González-Rodríguez Eduardo^{1*}, Cervantes-Duarte Rafael², Ramos-Rodríguez Alejandro³, Cepeda-Morales Jushiro⁴, y Funes-Rodríguez René²

1 CICESE Unidad La Paz. Miraflores 334 Fracc. Bella Vista. C.P. 23054. La Paz, B.C.S.

2 CICIMAR-IPN. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, C.P. 23096 La Paz, B.C.S.

3 UABCS. Carretera al sur km 5.5 Col. Mesquitito, C.P. 23080. La Paz, B.C.S.

4 UAN. Av. Emilio M. González, Col. Ciudad del conocimiento. C. P. 63173. Tepic, Nay. egonzale@cicese.mx Celular 612 1085104

Palabras clave: Temperatura superficial del mar; productividad primaria neta; anomalías, The Warm Blob.

El Golfo de California (GC) ha sido considerado un mar productivo y biodiverso. Los procesos que generan altas tasas de productividad son: las surgencias costeras y la mezcla vertical causada por la marea y el cambio abrupto en la batimetría que existe en la zona del Canal de Ballenas. Sin embargo, varios estudios han demostrado la susceptibilidad de este ecosistema ante eventos de calentamiento externos. Durante los años 2013 a 2016 se registraron eventos anómalamente cálidos en el Pacífico Tropical; a finales de 2013 se registró un evento asociado con el fenómeno conocido como The Warm Blob y que se extendió hasta 2014. Posteriormente durante 2015 y 2016 se presentó el evento de El Niño. Ambos fenómenos afectaron de forma positiva

la temperatura superficial del GC con anomalías de hasta 1.5 °C. El efecto en la productividad primaria neta (PPN) estimada a partir de datos satelitales fue de una disminución de más de 8.000 mg C m⁻³. Para determinar un efecto mas regionalizado se dividió el GC en 3 regiones de acuerdo a sus niveles de PPN, estas regiones se delimitaron por cuartiles, correspondiendo la de baja productividad <25%, la media >25 y <75% y la alta > 75%. Esta regionalización arrojo que la boca del GC es la menos productiva, las aguas centrales fueron las de productividad media y las zonas costeras continentales y alrededor de las grandes islas son las de alta productividad. La PPN promedio para todo el GC fue de 104 ±13.5 Tg C año⁻¹ y las regiones con alta, moderada y baja productividad contribuyeron con 45.5, 34.7 y 28.1 Tg C año⁻¹ respectivamente. Los resultados indican que la PPN en el GC está en una fase negativa desde 2013 asociada a una fase positiva de calentamiento. El cambio más drástico (-23%) de la PPN en un año con respecto al inmediato anterior ocurrió en 2013. Sin embargo, el decremento se acentuó entre 2014 y 2016 cuando se dejaron de fijar hasta 22.2 Tg C año⁻¹. Este periodo coincide con el arribo de “The Warm Blob” a finales de 2013. En contraste, 2011 fue el año más productivo (136 Tg C año⁻¹) cuando la PP aumentó casi 27% respecto al año previo. El porcentaje de cambio fuera prácticamente idéntico en las tres regiones del GC. Asimismo, los resultados preliminares de las variables biofísicas indican una disminución en la intensidad de viento y en la disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica.

Catálogo de fitoplancton del Pacífico central mexicano. Cruceros “MareaR” (2009-2019) B/O “El Puma”

Hernández-Becerril, D.U.¹, Barón-Campis, S.A.², Ceballos-Corona, J.G.A.³, Alonso-Rodríguez, R⁴, Rincones-Reyes, K.M.¹

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cd. Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México 04510, México.
Correo electrónico: dhernand@cmarl.unam.mx

² Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Ciudad de México 04100, México.

³ Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia 58030, Michoacán, México.

⁴ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Unidad Académica Mazatlán, Mazatlán 82000, Sinaloa, México.

Palabras clave: Biodiversidad, Cocolitofóridos, Diatomeas, Dinoflagelados, Fitoplancton

Esta es una obra que comprende descripciones cortas e ilustraciones en microscopios de luz y electrónico de barrido de 501 taxones (incluyendo especies y variedades) de fitoplancton marino de muestras procedentes de once cruceros oceanográficos

denominados “MareaR” y llevados a cabo de los años 2009 a 2019, a lo largo de costas del Pacífico central mexicano: costas de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero. La mayoría de las muestras analizadas fueron de red (ya sea material in vivo o material fijado), algunas de botella y otras de filtros (muestras filtradas). Las especies incluyen a los grupos taxonómicos dinoflagelados (Dinophyta), diatomeas (Bacillariophyta), coccolitofóridos (Haptophyta), silicoflagelados (Dictyochophyceae), y otros grupos taxonómicos algales y protistas (Cyanobacteria, Euglenophyta y Ciliophora). Se identificaron e ilustraron 257 taxones de dinoflagelados (60 géneros), 195 diatomeas (62 géneros), 35 coccolitofóridos (20 géneros), 5 silicoflagelados (2 géneros), 5 Cyanobacteria (dos géneros), 1 Haptophyta (distinta a los coccolitofóridos), 2 Euglenophyta (dos géneros) y 1 de Ciliophora. Para cada taxón se anotan referencias básicas. Los géneros más diversos en especies fueron *Tripos* (44 taxones), *Protoperdinium* (39) y *Phalacroma* (21) entre los dinoflagelados, y *Chaetoceros* (39 taxones), *Thalassiosira* (18) y *Rhizosolenia* (14) entre las diatomeas. Se proponen dos nuevas combinaciones taxonómicas: *Phalacroma tailisunii* (Chen et Ni) Hernández-Becerril comb. nov. y *Phalacroma cyrptoptera* (Balech) Hernández-Becerril comb. nov. Se dan a conocer antecedentes generales, y se dan detalles del área de estudio y de los métodos utilizados para la colecta de muestras y análisis de las mismas. Se revisó la literatura reciente para actualizar los cambios taxonómicos pertinentes. Al final se incluyó un glosario de términos especializados utilizados en el libro.

Variabilidad semanal de la diversidad y abundancia de zooplancton gelatinosos en el Parque Nacional Cabo Pulmo (2014)

Silveyra Bustamante Ángel Antonio^{1,2}, Gómez Gutiérrez Jaime², González-Rodríguez Eduardo¹, Mendoza Becerril María de los Angeles³, Lavaniegos Espejo Bertha Eugenia¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B.C., México

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México

³CONACyT, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S., México. silveyra@cicese.edu.mx. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918. Zona Playitas Código Postal 22860. Apdo. Postal 360. Ensenada, B.C. México.

Palabras clave: sucesión estacional, estructura de especies, condiciones cálidas, Golfo de California

La variabilidad semanal de la comunidad de zooplancton gelatinoso (sifonóforos, medusas y taliáceos) fue investigada mediante muestreos eulerianos en el Parque

Nacional Cabo Pulmo (PNCP) durante un ciclo anual en 2014. Se muestreo zooplancton semanalmente y se analizó la composición de zooplancton gelatinoso en función de la abundancia de 24 grandes grupos y de condiciones oceanográficas tomadas por satélite por medio de análisis multivariados. El calentamiento de océano se ha relacionado con eventos de proliferación de zooplancton gelatinoso, los cuales modifican la trama trófica a varios niveles debido a que el zooplancton gelatinoso incluye herbívoros y carnívoros. En el Golfo de California, se desconoce el desempeño trófico y ecológico del zooplancton gelatinoso. Los resultados indicaron una predominancia de copépodos (68.7%), seguidos por quetognatos (14.9%) y decápodos (2.6%) y los otros grupos constituyeron el 13.7% restante. El zooplancton gelatinoso representó <1% de toda la comunidad indicando una baja influencia de presión de depredación por sus presas en el PNCP. El zooplancton gelatinoso estuvo presente todo el año dominado por sifonóforos (57%), taliáceos (42%), medusas (1%) y no se observaron ctenóforos. La abundancia y composición de especies tuvo una asociación negativa respecto a la temperatura superficial y altura del nivel del mar y positiva con la concentración de clorofila *a* y velocidad y dirección del viento. Sin embargo, otras condiciones ambientales podrían estar explicando la abundancia de zooplancton gelatinoso. La riqueza de zooplancton gelatinoso nerítico del PCNP fue semejante, pero en menor abundancia en salpas y medusas y mayor abundancia de sifonóforos a la observada en la región oceánica del sur del Golfo de California durante el verano del 2014. La estructura de la comunidad del sur del Golfo de California estuvo dominada por especies de afinidad tropical asociadas al calentamiento regional de “La Mancha” o “The Blob” previo al evento de El Niño 2015-2016 sugiriendo un proceso de tropicalización del zooplancton en el PNCP.

Nuevos registros FAN para las costas de Bahía de Banderas Jalisco-Nayarit: *Trichodesmium erythraeum* (Cyanophyceae) y *Prorocentrum* cf. *rathymum* (Dinophyceae).

¹Cortés-Lara María del Carmen, ¹Cupul-Velázquez Ana Mercedes, ²Gárate-Lizárraga Ismael, ¹Cupul-Magaña Amílcar Leví y ¹Rodríguez-Troncoso Alma Paola.

¹Centro de Investigaciones Costeras del CUCOSTA-Universidad de Guadalajara. Avenida Universidad #203 Delegación Ixtapa, Puerto Vallarta, Jalisco, C.P. 48280

²IPN-CICIMAR. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, playa Palo de Santa Rita 23096 La Paz, B.C.S. maricarmen_corteslara@hotmail.com

Palabras clave: FAN, Bahía de Banderas, Fitoplancton, *Trichodesmium* y *Prorocentrum*

El presente trabajo describe la presencia de dos proliferaciones algales, una causada por *Trichodesmium erythraeum* (Cyanophyceae) y otra de *Prorocentrum cf rhathymum* (Dinophyceae) en el área de Yelapa, municipio de Cabo Corrientes Jalisco. No existen registros previos de las anteriores microalgas en el área de estudio, lo que constituye el primer reporte para la localidad y una extensión de su área de distribución. Los tricomas de *T. erythraeum* se presentaron en forma libre y en colonias con dos tipos de morfologías, la esférica o *puff* y de haz o *tuft* mostrando una abundancia de 1.6×10^6 tricomas L^{-1} y una dominancia del 88.19 % del total del fitoplancton. Esta cianobacteria es causante del primer FAN de Oscillatoriales en la bahía, lo que incrementa la riqueza de especies formadoras de estos eventos en el área a 29 taxones. Se identificó también al dinoflagelado *Prorocentrum cf rhathymum* en menor abundancia con un valor de 78×10^3 céls L^{-1} y una dominancia del 4.15%. El material examinado se colectó en la temporada cálida lluviosa a finales de septiembre del 2019, como parte del Programa de Monitoreo FAN del CUCOSTA-UDG en Bahía de Banderas. Las muestras de fitoplancton se tomaron en las zonas donde se observó una tenue coloración marrón, las cuales se fijaron con Lugol y se conservaron en botellas plásticas de 500 ml. Las características de las microalgas y su densidad celular se determinaron usando un microscopio óptico Leica DME (objetivos 10x y 40x), además de una cámara Sedgewick-Rafter. Finalmente se analizó la variabilidad de los datos hidrográficos de temperatura superficial de agua de mar y la salinidad (con un ctd CastAway) además de la turbidez en el agua (disco Secchi) y clorofila-a (satelital). Con los resultados de este trabajo se integró a la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum* y al dinoflagelado *Prorocentrum cf rhathymum* a la lista de especies potencialmente tóxicas causantes de florecimientos algales nocivos (FAN) en el área de estudio, con el propósito de prevenir problemas de salud y efectos nocivos para el ecosistema marino de estos litorales de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit.

Diversidad y distribución de especies de fitoplancton asociadas a floraciones algales nocivas en el Pacífico central mexicano evaluados por metabarcoding

Hernández-Becerril, D.U.¹, Hii, K.S.², Leaw, C.P.², Lim, P.T.², Lim, Z.F.³, Tan, S.N.⁴, Luo, Z.⁵ & Gu, H.⁵

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Ciudad de México 04510, México.

² Bachok Marine Research Station, Institute of Ocean and Earth Sciences, University of Malaya, Kelantan, Malaysia.

³ Institute of Oceanography and Environment, Universiti Terengganu Malaysia, Terengganu, Malaysia.

⁴ Xiamen University Malaysia, Sepang, Selangor, Malaysia.

⁵ Third Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Xiamen, China.

Palabras clave: Diversidad, Fitoplancton, Floraciones algales nocivas, Metabarcoding, Pacífico central mexicano

El enfoque de metabarcoding se ha venido utilizando recientemente para explorar la diversidad microbiana marina. Nosotros seguimos este método para evaluar la diversidad y distribución de especies asociadas a floraciones algales nocivas (FAN) en el Pacífico central mexicano durante un crucero oceanográfico (abril, 2019). Se colectaron muestras en 11 estaciones en el área de estudio (6 estaciones costeras, 1 intermedia y 4 oceánicas). Se filtraron en cada estación cerca de 100 L de agua, de la capa de entre 3 m y superficie, a través de una red de fitoplancton de 20 μm , y posteriormente a través de filtros de nylon de 0.2 μm . Los filtros se depositaron en tubos con buffer de solución salina. En laboratorio se hicieron la extracción de ADN y la amplificación de la región V9 del SSU rADN, seguido por el análisis Miseq illumina. Finalmente se hicieron los análisis de bioinformática y estadísticos. Un total de 265 especies de fitoplancton fueron identificadas de los OTU's, incluyendo diatomeas, dinoflagelados, Haptofitas, Rafidofíceas y otros, de las cuales 27 especies fueron reconocidas como potencialmente nocivas. El dinoflagelado tecado del género *Alexandrium* estuvo representado por 6 especies, mientras que la diatomea del género *Pseudo-nitzschia* contó con 5 especies. Los dinoflagelados *Gymnodinium catenatum* y *Noctiluca scintillans* ocurrieron en todas las muestras con alto número de OTU's. Dos especies sin previo registro, *Dinophysis acuta* y *Pseudo-nitzschia australis*, aparecieron en la lista, pero posiblemente ambas se distribuyen en aguas frías del hemisferio norte. La distribución de las especies FAN mostró dos grupos principales: uno asociado con tres estaciones oceánicas y otro con cuatro estaciones costeras. Confirmamos que el enfoque de metabarcoding es útil para evaluar la diversidad de la comunidad de fitoplancton y que el área de estudio es muy diverso, e incluye muchas especies potencialmente tóxicas y nocivas.

Análisis molecular de Bangiales (rodophyta) foliosa del Golfo de California, México

Ceballos Jose Gustavo¹, López-Vivas Juan Manuel¹, Muñiz-Salazar Raquel² Paz-García David A.³, Romo-Piñera Abril Karim¹, Barjau-González Emelio¹ y León-Cisneros Karla¹

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur ² Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. ³ CONACyT-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

jgceballos.89@gmail.com. Carretera al Sur KM 5.5, C.P. 23080

Palabras clave: Especies crípticas, identidades moleculares, especies endémicas, *rbcL*, 18S.

La taxonomía de Bangiales es notoriamente difícil, debido a su plasticidad morfológica y la escasez de caracteres morfológicos para identificar a las especies, por lo que se recomienda el uso de marcadores moleculares para la correcta identificación y descripción de especies. Diversos estudios con macroalgas del orden Bangiales implementando marcadores moleculares han tenido como resultados la identificación de nuevas especies. En particular, se ha reportado la subestimación de especies del orden que se distribuyen en el Golfo de California. El objetivo del presente estudio fue determinar las relaciones filogenéticas y patrones de distribución de las especies de Bangiales foliosas en el Golfo de California. Se realizó el análisis filogenético con secuencias de los genes *cox 2-3 spacer*, *18S* y *rbcL*, de especímenes de Bangiales foliosas de 35 localidades del Golfo de California. Se identificó la presencia de tres géneros distribuidos en el área de estudio *Neomiuraea*, *Neoporphyra* y *Neopyropia*. Se confirmó la presencia de dos especies del género *Neoporphyra* previamente descritas en el área de estudio, *N. Pendula* y *N. hollenbergii*, así como, la presencia de las tres identidades moleculares previamente identificadas en el área, *Neoporphyra* GCI, GCII y GCIII; adicionalmente no registró la presencia de las especies previamente registradas *Pyropia thuretii* y *Neporphyra perforata*, la primera reportada con una amplia distribución en el Golfo de California. Se identificaron dos nuevas identidades moleculares del género *Neomiuraea*, dos nuevas identidades moleculares del género *Neoporphyra* y dos nuevas identidades moleculares del género *Neopyropia*. Todas las especies identificadas en el presente estudio son endémicas del Golfo de California. Se proponen cuatro regiones florísticas donde se agrupan las especies de Bangiales en el Golfo de California, Norte, Centro peninsular, Bahía de La Paz y Centro-Sur continental. La mayoría de las especies de Bangiales que se distribuyen en el Golfo de California mantiene relaciones filogenéticas cercanas con especies que se distribuyen en el pacífico oriental, exceptuando el género *Neoporphyra* el cual mantiene relaciones filogenéticas cercanas con la especie *N. spiralis*, la cual se distribuye en las costas de Brasil. Las características oceanográficas y geológicas del Golfo de California han promovido a la diversificación de las especies de Bangiales que se distribuyen en el Golfo de California. Es necesario continuar con estudios moleculares en el Golfo de California para identificar a todas las especies de Bangiales que se distribuyen en el área.

Distribución de organismos identificantes en un transecto en la zona de mínimo de oxígeno del Pacífico tropical mexicano

^{1,2}Hernández Hernández José Antonio, ²Pajares Moreno Silvia, ³Souza Saldívar Valeria

¹Posgrado en Ciencias Biológicas UNAM. ²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. ³Instituto de Ecología UNAM. joseantoniohh95@comunidad.unam.mx
Circuito exterior, s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, CDMX.

Palabras clave: Diversidad, desnitrificación, ZMO, gen *nirS*.

La desnitrificación es una vía respiratoria realizada por diversos microorganismos anaerobios facultativos. Es un proceso fundamental en el ciclo del nitrógeno (N) marino que involucra la pérdida de N del sistema, además de liberar gases efecto invernadero, tales como el óxido nítrico y el óxido nitroso. La desnitrificación es un proceso típico en zonas de mínimo de oxígeno (ZMO), pero se desconoce la distribución de los organismos participantes en estas ZMO y, por tanto, su papel en la pérdida de N marino. El objetivo de este estudio fue relacionar las variables ambientales con la distribución espacial y temporal de organismos desnitrificantes portadores del gen *nirS* en la ZMO del Pacífico mexicano a lo largo de un transecto desde la costa de Mazatlán hacia mar abierto con cuatro estaciones en 2018 y de cinco estaciones en 2019. Se muestrearon cinco profundidades en la columna de agua y sedimentos superficiales. Se extrajo el DNA ambiental y el gen *nirS* fue amplificado y secuenciado por la plataforma Illumina. El gen *nirS* se amplificó en todas las muestras de sedimentos de 2018 y tres muestras de 2019. Por otro lado, se amplificaron tres y dos muestras de agua de fondo de 2018 y 2019, respectivamente, pero no en el resto de las muestras de la columna de agua. La mayor diversidad alfa se registró en las muestras de sedimentos de 2019, principalmente en la estación costera, mientras que las muestras de agua de fondo del 2018 mostraron menor diversidad. La diversidad beta se evaluó mediante el análisis nMDS y ANOSIM. La estructura de la comunidad *nirS* en los sedimentos fue diferente a las muestras de agua del fondo. Además, los mayores cambios en la estructura de la comunidad espacial y temporal fueron observados en las muestras de agua, mientras que la estructura de la comunidad *nirS* en las muestras costeras e intermedias de sedimentos fue diferente a la de las muestras oceánicas. De acuerdo con el análisis de CCA, los nitritos, nitratos y fosfatos fueron los principales factores que influyeron en la distribución de la comunidad *nirS* en esta ZMO. Este estudio demuestra la importancia de estas comunidades microbianas en el fondo y sedimentos de las ZMO, pero es necesario realizar más estudios detallados del papel que juega los desnitrificantes en la columna de agua en esta ZMO.

¿Qué sucede con la materia orgánica disuelta de ríos cuando ingresa en el mar?

Sampedro-Avila, José Ernesto, Maske, Helmut

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE).

sampedro@cicese.edu.mx

Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México.

Palabras clave: Carbono orgánico disuelto de ríos, hipoxia costera, floculación, cationes divalentes, respiración aeróbica microbiana.

Globalmente los ríos descargan una cantidad de carbono orgánico de $\sim 400 \times 10^{12}$ g C año⁻¹, de los cuales aproximadamente la mitad se encuentra en la fase disuelta, contribuyendo significativamente a la materia orgánica disuelta en el océano. Entre 55 y 80% de la materia orgánica particulada (MOP) fluvial es remineralizada en los márgenes continentales, y el resto es sepultada en la plataforma continental. Una proporción desconocida de la materia orgánica disuelta exportada hacia el océano forma agregados al mezclarse con el agua de mar, debido al incremento en la concentración de cationes divalentes (Ca^{2+} y Mg^{2+}). La alta concentración de estos cationes en el mar reduce la repulsión electrostática entre las moléculas orgánicas y así facilita el proceso de agregación, un mecanismo que se conoce como floculación, la cual tiene implicaciones para la ecología en costas con desembocaduras de ríos. A través de los ríos también ingresan al océano los nutrientes inorgánicos, que son importantes en la formación de MOP, al promover la producción de biomasa de fitoplancton. Se estima que a nivel global ingresa un total de nitrógeno inorgánico de 14.5×10^{12} g año⁻¹, a través de los ríos, mientras que el aporte de nitrógeno y fósforo inorgánico únicamente en aguas residuales es de 6.4×10^{12} g año⁻¹ y 1.3×10^{12} g año⁻¹, respectivamente. Además de la MOP de fitoplancton, las partículas orgánicas producidas durante la floculación funcionan como sustrato físico (adsorción de bacterias) y como sustrato orgánico (alimento) para bacterias organótrofas, debido a que la concentración de MOP de los flóculos es mucho mayor que la materia orgánica en fase disuelta. Los flóculos poseen una estructura del tipo de geles marinos, lo que implica que, en comparación con otras partículas orgánicas como células planctónicas y heces fecales, el contenido de agua en su interior sea alto y su densidad sea baja. Sin embargo, los geles marinos también poseen la capacidad de enredarse y así agregar de manera física otras partículas en su matriz, tanto orgánicas como inorgánicas, que pudieran funcionar como lastre para facilitar el hundimiento del material floculado hasta el fondo marino. Proponemos que la floculación de materia orgánica fluvial y el hundimiento de MOP producida puede ser parcialmente responsable (adicional a la formación de biomasa fitoplanctónica promovida por el aporte continental de nutrientes) de la formación de déficit de oxígeno en zonas costeras con desembocaduras de ríos. Hasta el momento no se ha documentado la contribución de este proceso de floculación para la formación de hipoxia costera en los sitios conocidos como “zonas muertas”. En este trabajo realizamos una revisión de la escasa información publicada que se relaciona con este tema y presentamos resultados experimentales preliminares y una hipótesis para explicar diferencias en la eficiencia de producción de flóculos con diferentes fuentes de agua dulce.

Anomalías positivas de temperatura del 2014-2016 en Bahía Magdalena: el caso de *Phyllospadix scouleri*

Pedraza-Venegas Karla Verónica¹, Cadena-Roa Marco A.†¹, León-Cisneros Karla¹, López-Vivas Juan Manuel¹, Muñiz-Salazar Raquel², Terrados-Muñoz Jorge M.³

¹ Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur Km 5.5., Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, La Paz Baja California Sur, México.

² Universidad Autónoma de Baja California. Avenida Álvaro Obregón sin número, Colonia Nueva Mexicali, Baja California, México. C.P. 21100.

³ IMEDEA - C/ Miquel Marquès, 21 - 07190 Esporles - Illes Balears, España.
k.pedraza@ubacs.mx. Carretera al Sur Km 5.5., Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, La Paz Baja California Sur, México

Palabras clave: anomalías de temperatura, pastos marinos, cobertura, El Niño, Blob.

Investigaciones y monitoreos recientes han documentado disminución de pastos marinos a gran escala tras eventos climáticos extremos; por lo que el propósito de este trabajo fue conocer la distribución temporal y la estructura de la comunidad de *Phyllospadix scouleri* en Bahía Magdalena después de eventos climáticos extremos. Para ello, se realizaron seis salidas de campo entre 2015 – 2016 y se visitaron 11 sitios en donde se recolectaron cuadrantes de 12.5 x 12.5 cm para obtener datos de densidad y biomasa de *P. scouleri* en la zona intermareal. Se obtuvieron imágenes de satélite de la base de datos de ERDDAP, satélite Aqua MODIS (resolución espacial= 1km, temporalidad= mes, años= 2005-2017) para extraer promedios mensuales de temperatura superficial del mar (°C); además, obtuvimos valores del Índice Multivariado ENSO3 (MEI) de la página de la NOAA y se recabó información de la Comisión Nacional del Agua de los ciclones tropicales que afectaron el área de estudio entre 2008 y 2015. Para la temperatura superficial del mar, los resultados obtenidos muestran temperaturas máximas de 26.1°C en 2013, 29.6°C en 2014, 29.1°C en 2015 y 25.9°C en 2016 que coincide con anomalías positivas de temperatura ocasionadas por El Blob (2013-2015) y El Niño (2015-2016), este último con MEI de 2.5. Con respecto a los ciclones tropicales, durante el 2014 los huracanes Norbert (categoría II) y Odile (categoría III) afectaron a Bahía Magdalena. En cuanto a la distribución temporal se observa que hasta el verano de 2014 se registraron praderas de *P. scouleri* en la zona de estudio, su desaparición a partir del 2015 y una recuperación en noviembre de 2016, con valores de densidad de 17,984 haces m⁻² en El Star y 8,448 haces m⁻² en El Huesito. Los valores de biomasa fueron de 2,639.36 gr PS m⁻² en la localidad de El Star y de 1,488 gr PS m⁻² en El Huesito. Así en el área de estudio coincidieron en el tiempo anomalías de temperatura positivas conocidas como “El Blob” (2013-2015), los huracanes Odile y Norbert en 2014 y el fenómeno de El Niño en 2015 con la desaparición de *Phyllospadix scouleri* en el intermareal de

Bahía Magdalena, por lo que se presume que el conjunto de estas perturbaciones pudo ocasionar la desaparición de dichas praderas de pastos marinos del área de estudio durante 2015 y parte de 2016.

Ecosistemas mesofóticos como refugios para macroinvertebrados bénticos en Bahías de Huatulco, Oaxaca

Rodríguez Escobar, Frida Estela^{1*}; López Pérez, Andrés²; Cabral Tena, Rafael Andrés¹ y Calderón Aguilera, Luis Eduardo¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

²Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) – Iztapalapa, Ciudad de México

frida@cicese.edu.mx

Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C. México

Palabras clave: arrecifes profundos, cambio climático, comunidades mesofóticas.

La hipótesis del refugio profundo propone que los ecosistemas mesofóticos coralinos están potencialmente protegidos contra perturbaciones que afectan a ecosistemas someros. Dado que hay poca información de estos ecosistemas en el Pacífico mexicano, decidimos probar dicha hipótesis en el Parque Nacional Bahías de Huatulco, Oaxaca. Con este fin, se llevaron a cabo ocho videotransectos (cada uno de aproximadamente una hora de duración) del 10 al 12 de noviembre de 2020. Se hizo un videotransecto en la localidad de Cacaluta, uno en Maguey, tres en Violín, dos en la Blanca y uno en Gigante. Para ello, se empleó un vehículo de operación remota (ROVEEE, Pobletech Inc), al que se le adaptaron dos cámaras de alta resolución (GoPRO Hero 8) y un termistor para registrar temperatura y luz (HOBO colgante UA002-54, Onset Company), llegando hasta los 40 m de profundidad. Definimos la zona mesofótica como aquella en la que la penetración de la luz es entre 10-1%, la cual encontramos entre 16-22 m de profundidad en nuestro sitio de estudio, debido a la turbidez y productividad primaria de la región (Golfo de Tehuantepec). Barrimos un área total de 14,728 m² y registramos 40 especies de invertebrados bénticos, pertenecientes a siete phyla. La biomasa promedio (\pm SD) fue de 8.34 \pm 23 en 100 m². Entre las especies dominantes se encuentran el octocoral *Leptogorgia alba*, especies del género de corales escleractinios *Pocillopora* y la ascidia *Rhopalaea birkelandi*. El índice de Shannon se calculó con valores de números de individuos por unidad de área por transecto. El transecto 2 de la Blanca tuvo mayor riqueza de especies (22 spp) y la mayor diversidad ($H = 2.42$). Por el contrario, la menor riqueza de especies se encontró en el transecto de Gigante (10 spp), y la menor diversidad se encontró en Maguey ($H = 1.53$). Nuestros resultados sugieren que, en nuestro sitio de estudio, los ecosistemas mesofóticos sí podrían fungir como refugio de

comunidades someras. Sin embargo, hay limitaciones dado que físicamente no son muy profundos.

Perspectivas metabólicas y ecológicas de la comunidad microbiana de los sedimentos de aguas profundas del sur del Golfo de México

Torres Beltrán Mónica¹, Vargas Gastelum Lluvia², Magdaleno Moncayo Dante³, Riquelme Meritxell², Herguera García Juan Carlos⁴, Prieto Davó Alejandra⁵, Lago-Lestón Asunción¹

1. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, UABC, Ensenada, Baja California, México.
2. Departamento de Microbiología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Ensenada, Baja California, México.
3. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, UABC, Ensenada, Baja California, México.
4. Departamento de Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, Ensenada, Baja California, México.
5. Facultad de Química, Unidad Sisal, Universidad Nacional Autónoma de México, Sisal, Yucatán, México monica.torres.beltran@uabc.edu.mx

Palabras clave: Metabolismo de la comunidad microbiana, hidrocarburos, aminoácidos, Golfo de México, metagenómica.

Los sedimentos marinos albergan una diversidad microbiana excepcional que respalda diversas actividades metabólicas. Los sedimentos del Golfo de México (GoM) están sujetos a factores antrópicos, como la contaminación por petróleo, que tienen efectos potenciales en la estructura y función de la comunidad microbiana y los ciclos biogeoquímicos. Los análisis metagenómicos ofrecen una visión significativa de la capacidad metabólica de la comunidad microbiana, incluyendo el metabolismo de hidrocarburos, y el uso de fuentes de carbono alternativas en condiciones de crecimiento limitantes. En este estudio, utilizamos información metagenómica de 5 núcleos de sedimento de aguas profundas del sur del GoM, colectados durante la campaña oceanográfica XIXIMI-3. Identificamos genes de degradación de metano, naftaleno y tolueno asociados con grupos bacterianos afiliados a Rhizobiales, Burkholderiales y Rhodocyclales. Además, los resultados sugieren que el metabolismo de aminoácidos puede desempeñar un papel crucial como fuente central de carbono para favorecer el crecimiento de la comunidad en un ambiente empobrecido, y está relacionado principalmente con las bacterias reductoras de azufre afiliadas a Acidobacteria, Chloroflexi y Firmicutes. Con respecto a las rutas metabólicas centrales para la asimilación de carbono, identificamos el ciclo de los ácidos tricarboxílicos, y las vías de degradación del aspartato, glutamato, glioxilato y

leucina. Estas observaciones contribuyen a la generación de una línea base de conocimiento para los sedimentos del sur del GoM, y al desarrollo de futuros estudios que tengan como objetivo modelar la respuesta metabólica de la comunidad microbiana a perturbaciones antrópicas y su potencial aplicación en el desarrollo de estrategias de mitigación específicas.

Comparación metabólica de actinobacterias aisladas de sedimento marino de la Laguna Ojo de Liebre

Zamora Quintero Andrea Yazmín, Millán Aguiñaga Natalie, Torres Beltrán Mónica

Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California
azamora50@uabc.edu.mx. Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917.
Colonia Playitas. C.P. 22860. Ensenada, Baja California. México. (646)-151-03-74

Palabras clave: Actinobacterias, metabolismo primario, metabolismo secundario.

Las actinobacterias son reconocidas y estudiadas por su versatilidad metabólica que les permite sobrevivir en distintas condiciones ambientales y producir metabolitos secundarios con aplicación biotecnológica y/o farmacológica. Debido a la actual necesidad de encontrar nuevos fármacos, la exploración de los genomas de actinobacterias surge como una herramienta para conocer las potenciales rutas metabólicas responsables de la producción de metabolitos secundarios. Por sus características ambientales, la Laguna Ojo de Liebre, representa un lugar de gran interés para el estudio de géneros de actinobacterias poco estudiados con respecto a su potencial metabólico. Por ejemplo, estudios previos de diversidad de bacterias en la laguna identificaron géneros de actinobacterias poco estudiados como *Actinomadura* sp. y *Micromonospora* sp. Además, los extractos químicos de las cepas aisladas de estos géneros mostraron actividad biológica contra diversas líneas celulares de cáncer. El objetivo de este trabajo es comparar el metabolismo primario de cuatro cepas de actinobacterias (2 cepas de *Actinomadura* sp. y 2 cepas de *Micromonospora* sp.), para diseñar medios de cultivo específicos que favorezcan la producción de metabolitos secundarios. Resultados preliminares del metabolismo primario de los 4 genomas detectaron un total de 62 rutas metabólicas, de las cuales 9 son rutas metabólicas compartidas. En específico, para el género *Actinomadura* se detectó una ruta metabólica relacionada con la degradación del aminoácido taurina que no se encontró en el género *Micromonospora*; así como una ruta de degradación de quitina que fue específica para el género *Micromonospora*. Los resultados obtenidos permitirán el diseño de experimentos de crecimiento bacteriano que puedan tener un efecto en la producción de metabolitos secundarios, y generarán información fundamental para comprender los mecanismos metabólicos que favorecen la producción de metabolitos secundarios en actinobacterias marinas.

Comunidades microbianas que controlan el ciclo del Nitrogeno en zonas de mínimo oxígeno: en el caso del Pacífico tropical mexicano

Pajares Moreno Silvia*¹, Soto Jiménez Martín F.², Merino Ibarra Martín¹

¹ Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

² Unidad Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. spajares@cmarl.unam.mx.

Palabras clave: Genes del ciclo del N; qPCR; isótopos estables; zona de mínimo oxígeno; Pacífico mexicano.

Las regiones de afloramiento asociadas con zonas de mínimo oxígeno (ZMO) oceánicas contribuyen del 30 al 50% en la pérdida total de nitrógeno (N) marino. Las comunidades microbianas marinas juegan un papel central en el ciclo del N en las ZMO, como en el Pacífico Norte Tropical Oriental (ETNP, por sus siglas en inglés). En este trabajo exploramos la distribución espacial del potencial genético para la oxidación del amonio (gen *amoA* para bacterias y arqueas), desnitrificación (*nirS* y *nirK*), oxidación anaerobia del amonio (anammox, *hzo*) y reducción desasimiladora de nitrato a amonio (DNRA, *nrfA*), así como sus relaciones con las principales variables oceanográficas y la composición isotópica del nitrato a lo largo de tres transectos de costa a océano abierto en el ETNP frente a México (5 a 6 profundidades de muestreo de 0 a 500 m de profundidad en 13 estaciones). La abundancia de estos genes del N se analizó mediante PCR cuantitativa (qPCR), mientras que la composición isotópica de N y O del nitrato se determinó por desnitrificación. La concentración de oxígeno, la disponibilidad de diferentes formas de N y el afloramiento influyeron en la distribución de los genes del ciclo del N a lo largo de la columna de agua. La gran abundancia de genes del N y la composición isotópica del nitrato sugieren que el ciclo del N es muy dinámico en el núcleo de esta ZMO. Además, la acumulación de nitrito, la gran abundancia del gen *amoA* de arqueas y la desviación de los isótopos de N y O del nitrato de la relación 1:1 esperada para la reducción del nitrato en la parte superior de esta ZMO indican que la oxidación aerobia del amonio es un proceso relevante que alimenta la comunidad desnitrificante. Por el contrario, la elevada concentración de nitrato y amonio junto con la gran abundancia del gen *nrfA* en la capa más profunda de esta ZMO indican que la DNRA es un proceso crucial que impulsa el anammox en dicha capa. Este hallazgo desafía el paradigma de que la desnitrificación y el anammox son los principales procesos del N en las ZMO. Estos resultados muestran la necesidad de estudios más detallados del ciclo microbiano del N en las ZMO que nos permitan predecir mejor el destino del N marino ante una mayor desoxigenación de los océanos.

Estudio experimental de la dinámica de comunidades microbianas fotótrofas con proteorodopsina ante cambios en la disponibilidad de nutrientes

Villarreal Estefany¹, Hassanzadeh Babak², Ortega-Saad Yamme¹, Lago-Lestón Asunción¹, Gómez-Consarnau Laura^{1,2}

¹Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada, Baja California, México

²Department of Biological Sciences, University of Southern California, Los Angeles, USA. evillarreal@cicese.edu.mx

La mayoría de bacterias heterotróficas que habitan en la superficie del océano es capaz de utilizar luz como fuente de energía. Lo hacen a través de proteorodopsinas, las cuales son proteínas transmembranales que capturan luz para generar energía bioquímica (i.e, Adenosine trifosfato, ATP). Mediante la cuantificación de retinal, como proxy de este fotosistema, se ha observado que en ambientes oligotróficos las mayores concentraciones de proteorodopsina se presentan donde las concentraciones de clorofila-*a* y nutrientes inorgánicos son bajas. Sin embargo, en un estudio reciente en la zona de surgencia de la cuenca del Sur de California se observó que las máximas concentraciones de proteorodopsina coincidieron con altas concentraciones de clorofila-*a* durante las proliferaciones algales de primavera.

Para comprender mejor la dinámica de comunidades fotótrofas, en este estudio investigamos las relaciones ecológicas entre la disponibilidad de nutrientes, el crecimiento del fitoplancton y microorganismos con proteorodopsinas, y la estructura de las comunidades microbianas asociadas al desarrollo de proliferaciones algales en un ambiente controlado. Con ese objetivo se realizó un experimento de incubación de mesocosmos durante 20 días con agua de mar colectada en la cuenca del Sur de California, induciendo el crecimiento fitoplanctónico con la adición de nutrientes inorgánicos. Se cuantificó la clorofila-*a*, proteorodopsina, abundancia bacteriana y se secuenciaron amplicones de la región V4-V5 del gen 16S del ARNr.

La adición de nutrientes causó un florecimiento algal observado a través del aumento de clorofila-*a* de forma exponencial los primeros 6 días de incubación. Entre los 8 y 12 días se obtuvieron las máximas concentraciones de clorofila-*a* y el decaimiento del florecimiento se observó después de los 14 días. La concentración de proteorodopsina y la abundancia bacteriana también cambió significativamente a lo largo de la incubación: ambos disminuyeron durante los primeros 6 días, entre los 8 y 12 días aumentaron las concentraciones de proteorodopsina y entre los 14 y 20 días se presentaron los niveles máximos de proteorodopsina y abundancia bacteriana. La estructura de la comunidad bacteriana estuvo dominada por los órdenes Flavobacteriales y Rhodobacterales, sugiriendo la utilización de estos fotosistemas en los miembros de este grupo. Los datos obtenidos sugieren que, a diferencia de lo observado en sistemas oligotróficos, en sistemas productivos la asimilación activa de

nutrientes y materia orgánica por parte del bacterioplancton está acoplada a la obtención de energía solar mediante proteorodopsinas.

Comparación en la composición, abundancia y distribución de cocolitofóridos en costa-océano de Baja California, septiembre 2020.

Nazaria L. Guzmán-Santos¹, David U. Hernández-Becerril², T. Leticia Espinosa-Carreón¹, Selene C. Morales-Gutiérrez³ y Víctor H. Martínez-Magaña⁴

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, San Joachín, CP 81101, Guasave, Sinaloa

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México

³CRIAP Puerto Morelos, Matamoros #7, Municipio Benito Juárez, CP 77580, Puerto Morelos, Quintana Roo.

⁴CRIAP Manzanillo, Playa Ventanas s/n, Col. Carretera Manzanillo a Campos Colima, CP 28200, Manzanillo, Colima. lgs.bio12@gmail.com

Palabras clave: cocolitofóridos, costa-océano, Baja California, distribución, abundancia.

El fitoplancton marino es la base de las tramas tróficas al iniciar con el flujo de energía en los océanos. Dentro de esta comunidad, los cocolitofóridos son un grupo muy importante, que generalmente forman parte del nanoplancton. Son precipitadores de carbonato de calcio que utilizan para formar escamas calcáreas externas (cocolitos). Además, son considerados el principal contribuyente de carbonato de calcio en la zona eufótica e indicadores de cambios del pH del océano. A finales de septiembre de 2020, en las costas occidentales de Baja California, se llevó a cabo una campaña oceanográfica a bordo del B/I "Dr. Jorge Carranza Fraser" (INAPESCA). Se colectaron datos de 15 estaciones: con un CTD Seabird para perfiles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups), fluorescencia (mg m^{-3}) y oxígeno disuelto (ml L^{-1}) y muestras de agua (3 litros) en la profundidad cercana al máximo de clorofila para la obtención de cocolitofóridos, que fueron filtradas utilizando bomba de vacío. Para la identificación de especies se utilizaron microscopio de luz (ML) y electrónico de barrido (MEB), y los conteos se realizaron usando una fracción del filtro con ML. Con la generación de los perfiles verticales se observó que, hasta los 50 m en las estaciones costeras, hay cambios en las concentraciones de oxígeno disuelto (el valor máximo registrado fue de 6 ml L^{-1} en E01 y E07), temperatura (E07, E11, E21 $>20^{\circ}\text{C}$) y fluorescencia (con

un valor de 1.75 mg m^{-3} en las E01, E06 y E07). El valor de pH fue más bajo en la E01 (~ 7.6), En todas las demás estaciones, los valores fueron >8 .

La salinidad muestra cambios en los primeros 15 m de profundidad, registrando el valor máximo en la E07 y E18 >34 ups). Las estaciones oceánicas presentan su capa de mezcla hasta los ~ 150 m de profundidad. En todas las estaciones oceánicas la concentración de oxígeno disuelto está $\sim 5 \text{ ml L}^{-1}$; el ph es mas bajo en comparación con las estaciones costeras (~ 8.2) y el valor máximo de fluorescencia se registró $\sim 1.25 \text{ mg m}^{-3}$. Las principales especies registradas fueron: *Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica* y *Florisphaera profunda* son las especies con mayor frecuencia y abundancia, seguida de *Calciosolenia*. En E08 presentó la densidad más alta de cocolitofóridos (1.37×10^5 células L^{-1}), siendo *Emiliana*, *Gephyrocapsa*, *Syracosphaera* y *Calciosolenia* los géneros más representativos. Mientras que E22 reportó la menor densidad de cocolitofóridos (4.46×10^3 células L^{-1}), siendo *Emiliana* el único género registrado. Este estudio es de gran relevancia ya que la composición, abundancia y distribución de cocolitofóridos están relacionados a las características del medio donde en la zona de estudio.

El menospreciado rol de esclerobiontes en una comunidad coralina del Pacífico oriental tropical

Alvarado Rodríguez, José Fernando^{1*}; Cabral Tena, Rafael Andres¹, Norzagaray López, Carlos Orion²; Nava Bravo, Héctor Hugo³; Calderon Aguilera, Luis Eduardo¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas - Universidad Autónoma de Baja California

³Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo jfalvarado15@gmail.com; Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C. México; Tel. 4434593572

Palabras clave: Esclerobiontes, comunidad coralina, calcificación, CAUs.

La precipitación de carbonato de calcio (CaCO_3) generada por organismos constructores de arrecifes es crucial para el mantenimiento de las estructuras arrecifales. Los esclerobiontes, incluidas algas coralinas incrustantes, poliquetos serpulidos, briozoos, balanos y moluscos, juegan un rol clave tanto en la ecología como en la geomorfología de los arrecifes y comunidades coralinas. En este trabajo, nosotros observamos la colonización por esclerobiontes en unidades experimentales denominadas CAUs (Calcification/Accretion Units) durante 15 meses para estimar su tasa de calcificación en una pequeña comunidad coralina sujeta a impacto antropogénico en la bahía de Zihuatanejo, Gro. Encontramos que la tasa de

calcificación por esclerobiontes alcanza su punto máximo a los seis meses y luego disminuye lentamente. Los esclerobiontes aportan alrededor de 1.4 kg CaCO₃ m⁻² año⁻¹, equivalente al 20% de la calcificación del coral masivo *Pavona gigantea* en la misma área. Las algas coralinas incrustantes contribuyeron solo con el 7% de la calcificación total (@ 0.09 kg CaCO₃ m⁻² año⁻¹). Esta baja contribución puede deberse a múltiples actividades humanas que generan estrés ambiental crónico en la comunidad coralina (i.e., descargas de aguas residuales, fondeo, pesca y buceo recreativo). Por otro lado, los esclerobiontes filtradores (e.g., balanos, briozoos y moluscos) contribuyeron con el 80% a la producción de carbonato de calcio posiblemente debido a la eutrofización del sitio. En el Pacífico oriental tropical, el aumento de los nutrientes superficiales asociados con el afloramiento de agua, junto con los bajos niveles de pH y concentración de ΩAr, limita la cementación temprana de las estructuras arrecifales y promueve su bioerosión. El papel de los esclerobiontes en el crecimiento de los arrecifes va más allá de la contribución con nuevo carbonato de calcio; con su crecimiento extensivo, unen y estabilizan los fragmentos y sedimentos sueltos y, al mismo tiempo, ocluyen los poros y cavidades de la matriz primaria, llenándolos de carbonato de calcio y favoreciendo la precipitación y conservación de los cementos de carbonato. Nuestros hallazgos sugieren que los esclerobiontes contribuyen a la preservación de las escasas estructuras coralinas (vivas y muertas) presentes en el sitio de estudio, y al mismo tiempo, continúan el proceso de calcificación de manera significativa.

Análisis genómico y potencial metabólico de actinomicetos aislados de sedimentos marinos de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México.

Carreón-Gaxiola Cesar Octavio, Millán-Aguiñaga Natalie

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada,
Baja California, México

Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917. Colonia Playitas. C.P.
22860. Ensenada, Baja California. México. ccarreon@uabc.edu.mx (667) 122-99-34

Palabras clave: Actinomicetos, metabolitos secundarios, grupo de genes biosintéticos

Los actinomicetos son un amplio grupo de bacterias filamentosas Gram-positivas que han sido estudiadas por su gran potencial metabólico y su capacidad de producir un amplio espectro de metabolitos secundarios. Los metabolitos secundarios son productos naturales codificados por una agrupación conocida como grupos de genes biosintéticos (BGC) en el genoma de estas bacterias. Los productos naturales son pequeños compuestos orgánicos con diversas estructuras químicas y funciones que proporcionan ventajas competitivas. Dichos productos se pueden emplear en diferentes industrias y pueden tener diferentes actividades biológicas, principalmente como antibióticos, fungicidas, anticancerígenos y agentes antitumorales. Este diverso

grupo de bacterias se encuentran colonizando un amplio rango de ecosistemas y la mayoría de ellos han sido aislados de ambientes terrestres. Sin embargo, en los últimos años, se ha optado por la exploración de nuevos ambientes para el aislamiento de nuevas cepas de actinomicetos como una prometedora estrategia para el descubrimiento de nuevos productos naturales. El medio marino es una fuente de nuevos actinomicetos y sigue siendo un recurso poco explorado, por lo que es necesario dirigir esfuerzos al estudio de las comunidades de actinomicetos marinos. En el presente proyecto se analizaron los genomas de 12 cepas de actinomicetos aislados de sedimentos marinos de la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur, México. Los genomas se procesaron para la remoción de adaptadores, secuencias de baja calidad y se realizó el ensamblaje para reconstruir los genomas, obteniendo un rango de 134-445 contiguos. Así mismo, se realizó una anotación *de novo* para conocer el sentido biológico de las secuencias, obteniendo un rango de 4610-8505 secuencias codificantes (CDS). Para el análisis taxonómico de los genomas se utilizaron diferentes parámetros como el gen 16S rARN, Índice de Nucleótidos Promedio (ANI), Hibridación digital ADN-ADN (DDH) y Análisis Multilocus de Secuencia (MSLA) donde se logró la identificación y asignación taxonómica de 3 géneros distintos y 3 posibles nuevas especies, pertenecientes a los géneros *Actinomadura*, *Nocardiosis* y *Micromonospora*, respectivamente. Análisis de minería genómica del metabolismo secundario utilizando el programa antiSMASH v6.0. identificó en promedio 26 regiones BGC por cepa, incluyendo sistemas modulares policétido sintasa (PKS tipo I y III), sintetasa de péptido no ribosomas (NRPS), terpenos y lantipeptidos.. Además, se obtuvo una relación con base al tamaño de genoma de cada género para conocer el porcentaje dedicado al metabolismo secundario, observándose en promedio un 9% para la cepas del género *Actinomadura*, 8% para el género *Nocardiosis* y un 12% para las cepas del género *Micromonospora*, lo cual indica el gran potencial metabólico de las cepas de actinobacterias aisladas de la Laguna Ojo de Liebre.

Influencia de la variabilidad de submesoescala sobre la zona de mínimo oxígeno e impacto sobre la comunidad de copépodos en el pacífico oriental tropical colombiano

Murcia-Riaño Magnolia¹, Correa-Ramírez Marco¹, Ricaurte-Villota Constanza¹ y Bustamante Adrián²

¹Programa de geo ciencias marinas y costeras, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Santa Marta, Colombia,

²Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso Chile. magnolia.murcia@invemar.org.co, Código Postal: 470006

Palabras clave: Zona de mínimo Oxígeno, Remolinos de sub-mesoescala, productividad.

Los remolinos oceánicos de mesoescala tienen la capacidad de modificar la profundidad de Zonas de Mínimo Oxígeno (ZMO) someras (<50m) y de esta forma afectar el hábitat de las especies pelágicas. Con el objetivo de determinar el efecto de la variabilidad de mesoescala en la ZMO y su impacto sobre el hábitat en el Pacífico oriental tropical colombiano (POTC), se analizó información hidrográfica junto con la información de la abundancia y el consumo la fracción de copépodos de tamaño mediano y pequeño, colectada en 25 estaciones de muestreo (ubicadas entre 77,5-84°W y 1.5-7°N), durante la campaña Oceanográfica Pacífico XXXIX – ERFEN XXXVII (septiembre - octubre de 2004). Además, se caracterizaron los remolinos en la región a partir de información satelital de la anomalía de la altura del nivel del mar y las corrientes geostróficas para el mismo periodo para el periodo de 22 años (1993-2018). La mayor proporción de los remolinos identificados corresponden a estructuras altamente energéticas y de corta duración en la submesoescala, características condicionadas por su cercanía al ecuador geográfico. La alta correspondencia encontrada entre la anomalía del nivel del mar y la profundidad de la ZMO sugiere que dichas estructuras pueden deprimir o levantar la ZMO determinando la amplitud del hábitat pelágico. El mayor impacto alimentario de los copépodos calanoideos fue encontrado en un borde de un remolino anticiclónico de submesoescala donde la profundización de la ZMO permitió la presencia de dos núcleos subsuperficiales de alta concentración de clorofila-a. Se encontró que los copépodos realizaron un sobrepastoreo de hasta el 134% que posiblemente es sostenido por un alto consumo de bacterioplancton (*Synecococcus*). Los resultados sugieren que los cambios estacionales en la circulación de la zona junto con la variabilidad de meso y submesoescala determinan la variabilidad de la profundidad de la ZMO, la abundancia y la actividad de pastoreo de esta comunidad a lo largo del año.

Distribución de macroinvertebrados en arrecifes de coral de *Pocillopora spp.* en su límite norte de distribución del Pacífico Mexicano (La Paz, BCS) y su relación con patrones térmicos.

Hernández-Rodríguez, Carlos Emilio; Ladah, Lydia Betty; Calderón Aguilera, Luis Eduardo; Reyes-Bonilla, Hector; Leichter, James.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

E-mail, hernandezrc@cicese.edu.mx

Carlos Hernández-Rodríguez, Departamento de Ecología Marina, CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, 22860 Ensenada, BC, México.

Tel. +52 (993) 241 0835

Palabras clave: *Pocillopora*, Depredación, *Acanthaster planci*, Bahía de La Paz, México.

Globalmente se han presentado eventos de mortalidades masivas en corales escleractineos, los cuales se han adjudicado a cambios en densidad de sus depredadores y a anomalías de temperatura. Se realizó un monitoreo de macroinvertebrados y el régimen de temperatura de alta frecuencia (ondas internas) en seis comunidades coralinas de *Pocillopora sp.* en el área de La Paz y la Isla Espíritu Santo estacionalmente desde 2017 a 2019. Se hipotetizó que la variabilidad en la cobertura de coral de *Pocillopora sp.* se debería a la combinación de coralivoría (depredación del coral) modulada por factores termales. Para unos sitios, se encontró una correlación significativa y negativa para la densidad de *Acanthaster planci* y la cobertura de *Pocillopora sp.* que fue modulada por la temperatura. Se sugiere que variables físicas in situ como temperatura y su variabilidad sean consideradas en programas de monitoreo, no solo por su impacto en las especies clave, sino también por su habilidad de amortiguar o intensificar relaciones tróficas, especialmente debido que datos satelitales no pueden observar los detalles del régimen de la temperatura de la columna de agua.

Poliquetos exóticos invasores en marinas y puertos de México: vulnerabilidad y resiliencia ante el cambio climático.

Díaz-Castañeda Victoria¹, Bastida-Zavala Rolando², Carrera-Parra Luis³, de León-González Jesús Ángel⁴, Delgado-Blas Víctor Hugo⁵, García-Garza María Elena⁴, Pech-Pool Daniel⁶, Salazar-Silva Patricia⁷, Salazar-Vallejo Sergio³, Tovar-Hernández María Ana⁴.
vidiaz@cicese.mx

¹ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

² Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel

³ El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal

⁴ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas

⁵ Universidad de Quintana Roo

⁶ El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche

⁷ Instituto Tecnológico de Bahía Banderas

Palabras clave: Anélidos poliquetos, incrustantes, especies invasoras, Puertos, Marinas, cambio climático.

Se presenta un proyecto apoyado por el fondo sectorial SEMARNAT-CONACYT que reúne los intereses y conocimientos de 10 investigadoras e investigadores mexicanos de siete instituciones de educación superior y centros de investigación públicos, para

atender dos problemas de relevancia mundial: las especies exóticas invasoras y el cambio climático. El objetivo es documentar la biodiversidad de poliquetos en marinas y puertos de México y detectar las especies invasoras en sitios prioritarios para su conservación.

El proyecto se enfoca en: 1) el estudio integral de un grupo de animales importante ecológicamente en el bentos marino, y representativo de la biota que viaja adherida a las paredes de los barcos o en el agua de lastre de las embarcaciones de gran calado: los anélidos poliquetos; 2) se concentra en zonas poco exploradas en México: puertos y marinas; 3) tiene cobertura nacional (10 estados de los litorales Atlántico y Pacífico y 16 puertos de altura y cabotaje); 4) determinará la presencia de especies invasoras en sitios prioritarios para su conservación (dos reservas de la biosfera, un parque nacional, y dos áreas de protección de flora y fauna (incluyendo tres islas del golfo de California)); 5) determinará los efectos de estresores ambientales asociados al cambio climático sobre procesos fisiológicos y/o de las poblaciones de gusanos nativos e introducidos; 6) utilizará un enfoque molecular basado en el estudio de las secuencias del gen mitocondrial COI, combinado con sistemática tradicional; 7) establecerá un protocolo estandarizado de control y aseguramiento (QC/QA) de muestras, de información de biota portuaria y monitoreo de especies invasoras; 8) elaborará análisis de riesgo de las especies que resulten invasoras a través del Método de Evaluación Rápida de Invasividad; 9) presentará escenarios de invasión de poliquetos en México bajo condiciones de cambio climático hacia el 2050 para evaluar la vulnerabilidad y resiliencia de especies nativas, y 10) emitirá recomendaciones para modificar la lista de especies invasoras para México publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Variabilidad espacio-temporal de madres con cría de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) asociada a anomalías ambientales (ENSO) en el Pacífico Central Mexicano.

¹Meza Yañez Raziel, ¹Olivos Ortiz Aramis, ¹Verduzco Zapata Manuel G y ¹Ortega Ortiz Christian D.

¹ Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Km 20 Carr. Manzanillo-Barra de Navidad. Manzanillo, Col. México. C.P. 28860.

Raziel Meza Yañez rmeza@ucol.mx Paloma #18, Colonia La Presa, Cuauhtémoc, Colima, México. 28504.

Palabras clave: Ballena jorobada, madres-crías, Pacífico Central Mexicano, variabilidad temporal, abundancia relativa.

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) realiza una migración asociada a la reproducción, las hembras preñadas se desplazan hacia aguas someras y cálidas,

para parir. Estas hembras presentan una fidelidad relativamente baja a áreas reproductivas, donde los factores ambientales pueden hacerlas más vulnerables. Esta investigación describe la variación espacio-temporal de agrupaciones madre-cría de ballena jorobada en el PCM con respecto a anomalías térmicas (ENSO). Se analizaron los avistamientos de agrupación madre-cría durante los inviernos-primaveras del 2010-2019. A las madres se les fotografió la aleta dorsal para identificarlas y describir su permanencia, desplazamiento y fidelidad al sitio. Se navegaron 19,908.747 km, y se registraron 80 avistamientos de madres-cría. Todos los registros ocurrieron cerca de la costa 3.09 km (rango: 0.58-16.8 km), la mayoría en bahías donde se facilitan las actividades de lactancia y crianza. La tasa de avistamiento fue significativamente mayor en 2010 (0.005) y 2011 (0.006) años “La Niña”, en relación a 2016 (0) y 2017 (0.0009) años “El Niño” ($X^2_{3,9}=17.08$ $p=0.04$). Se registraron 5 re-avistamientos intra-temporada, cuya permanencia promedio en la región fue de 17 días (rango: 5-40 días) y desplazamiento promedio de 11.1 km (rango: 0.87-40 km). Además de 2 re-avistamientos entre temporadas sin cría. No hubo una fidelidad al sitio para concebir a sus ballenatos consecutivamente. En verano 2010 se registró una madre-cría de la población del hemisferio Sur, evento inusual relacionado con la anomalía térmica de ese año. Se concluye que las anomalías ambientales repercuten directamente sobre la presencia de madres-cría en las costas del PCM.

Estado de las Poblaciones de Abulón Negro (*Haliotis cracherodii*) en Baja California.

Ibarra Macías Beatriz¹, Raimondi Peter², Fletcher Nate², Beas Luna Rodrigo³, Montaña Moctezuma Gabriela¹.

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.

² Departamento de Ecología y Biología Evolutiva, Universidad de California.

³Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

ibarrab@uabc.edu.mx

Palabras clave: Pesquería, Monitoreo, Recuperación, Conservación

El abulón negro (*Haliotis cracherodii*) es una especie de importancia pesquera en Baja California. Sin embargo, en la década de los 80's, la presión pesquera y las drásticas mortalidades ocasionadas por el síndrome del debilitamiento (WS) causaron que las poblaciones quedaran aparentemente extintas. Debido a esto, en 1996, las cooperativas pesqueras acordaron cesar la captura. Recientemente se observaron señales de recuperación de la especie en algunos sitios, por lo que algunas cooperativas y permisionarios pesqueros obtuvieron de

nuevo cuota de captura, la cual se basó en la evaluación únicamente del banco del cual se solicitó permiso de extracción. Ante el riesgo de la reapertura de la pesquería, que termine con las únicas poblaciones recuperadas, es de vital importancia conocer el estado actual de las poblaciones de abulón negro en Baja California, para identificar los sitios prioritarios para la conservación y recuperación de la especie; así como, las acciones de recuperación necesarias y pertinentes para lograrlo. En este estudio se realizó el monitoreo de las poblaciones de abulón negro en 28 sitios desde Tijuana hasta El Faro San José, Baja California. A pesar de que las densidades observadas fueron bajas (de 0.0009 a 0.23 abulones/m²), se encontraron algunos sitios con alta densidad de juveniles, lo que sugiere un reclutamiento reciente. En otros sitios, los adultos fueron abundantes y se encontraron agrupados, lo cual aumenta la probabilidad de éxito reproductivo en estas poblaciones. No se encontró relación entre la densidad de abulones y un buen hábitat, por el contrario, se encontró una relación positiva entre la densidad y una baja exposición al disturbio humano. Lo anterior sugiere que, las estrategias de conservación y recuperación deberán encaminarse y acoplarse al contexto social de cada sitio.

Variación espacial y temporal del reclutamiento coralino y de la supervivencia post-reclutamiento en bahía de Los Ángeles, Baja California, México

Luna Barreda Lucero Jocelyn^{1*}, López Pérez Andrés², Herzka Llona Sharon Zinah¹, Juárez Camacho Patricia¹, Cabral Tena Rafael Andrés¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California

²Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa
lunabl@cicese.edu.mx*

Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México. 55 2952 4864*

Palabras clave: Reclutamiento coralino, supervivencia, reproducción, bahía de Los Ángeles.

El reclutamiento larvario es uno de los mecanismos mediante el cual los corales mantienen a sus poblaciones y colonizan nuevos hábitats promoviendo así la variabilidad e intercambio genético entre las poblaciones. Los trabajos realizados sobre el tema en el Pacífico Mexicano se encuentran enfocados exclusivamente al estudio del reclutamiento y asentamiento coralino, pero la supervivencia después del reclutamiento es poco conocida en especial en bahía de Los Ángeles (BLA) donde no se tiene información al respecto. El presente trabajo tiene como objetivo analizar las variaciones espaciales y temporales del reclutamiento coralino y de la supervivencia

post-reclutamiento durante un ciclo anual (2020-2021) utilizando sustratos artificiales en dos localidades de BLA. El monitoreo del reclutamiento coralino y de la supervivencia post-reclutamiento se realizó con la instalación de 15 placas de terracota de 20x20 cm en cada localidad (protegida y expuesta). El registro de datos se llevó a cabo cada tres meses utilizando una lámpara estroboscópica de luz UV, un vernier y una cuadrícula de 20x20 cm. Asimismo, con una cinta métrica, se midieron las tallas de las colonias adultas (diámetro máximo, diámetro mínimo, altura y rugosidad). Con el método de transecto punto intercepto (PIT) se estimó el porcentaje de cobertura de coral vivo presente en cada localidad, con la finalidad de determinar la relación de las tallas y coberturas de cada sitio con la tasa de reclutamiento y supervivencia. Se encontraron 98 reclutas de coral (2-6 mm de diámetro), todos pertenecientes a la especie *Porites panamensis*. La mayor densidad (66.67 ± 157.20 ind m^{-2}) y tasa de reclutamiento (0.23 ± 0.53 ind $m^{-2} d^{-1}$) se registró durante la temporada marzo-junio cuando aumentó la temperatura (24 °C). Tanto la densidad de reclutas (50.56 ± 130.28 ind m^{-2}) como la tasa de reclutamiento (0.20 ± 0.45 ind $m^{-2} d^{-1}$) y, las tallas y cobertura de los corales adultos (39 cm, 27.47 cm, 10.53 cm, 2.07 y 33.5 ± 9.19 , respectivamente) fueron mayores en el sitio protegido. Del 100% de los reclutas encontrados en el primer registro, únicamente el 50% se mantuvo tres meses después, pero ninguno de estos sobrevivió todo el monitoreo, no obstante, hubo dos pulsos nuevos de reclutamiento. Este estudio representa el segundo registro sobre el reclutamiento coralino en BLA y el primero en reportar la supervivencia coralina en comunidades de altas latitudes.

Análisis temporal del ciclo nictemeral de la comunidad bentónica asociada a pastos marinos al Sureste del Golfo de México

José Ángel García Trasviña¹, Daniel Pech Pool¹, Carlos Enrique Paz Ríos¹ Linda Margarita Barranco Servin¹

¹ Laboratorio de Biodiversidad Marina y Cambio Climático (BIOMARCCA), El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, 24500 Lerma, Campeche, México
Tel. (981) 1273720. E-mail: joseangel.garcia@estudianteposgrado.ecosur.mx

Palabras clave: Variación nictemeral, variación anual, epifauna bentónica, pastos marinos, Los Petenes

El estudio de las comunidades bentónicas en la región subtropical del Golfo de México (GoM) ha permitido conocer que la estructura comunitaria macrobentónica responde a los cambios ambientales anuales provocados por la estacionalidad de la región: lluvias, secas y nortes. Sin embargo, poco se ha explorado sobre los cambios de la epifauna a escalas nictemerales (ciclo de 24 horas). En el presente trabajo se examinó la variabilidad nictemeral y anual de la abundancia y el recambio de especies en los

ensamblajes de la epifauna macrobentónica asociada a pastos marinos al suroeste del Golfo de México, bajo la hipótesis de que la variabilidad de los atributos de la comunidad ocurre a ambas escalas. Para ello se analizó información generada a partir de cuatro campañas de campo (octubre 2011, marzo 2012, marzo y junio del 2016), donde se realizaron arrastres para la colecta de la epifauna asociada a pastos marinos. Los muestreos se realizaron cada tres horas durante un ciclo de 24 horas. Se obtuvieron un total de 285 especies (33,909 org) de invertebrados que pertenecen a 192 géneros, 109 familias y 13 clases de la comunidad macrobentónica asociada a pastos marinos. Con base en un PERMANOVA en modo univariado se evidenció que existe variación nictemeral y anual de la riqueza, abundancia y diversidad de especies. En la escala nictemeral los valores significativamente mayores de los descriptores de la comunidad estuvieron asociados a las horas de oscuridad. En la escala anual la abundancia y diversidad de especies fue significativamente mayor durante la temporada de secas. El PERMANOVA en modo estándar permitió mostrar que existen diferencias significativas entre las temporadas y el ciclo nictemeral. Se observó que las clases Polichaeta, Malacostraca y Gastropoda fueron significativamente mayores durante la noche, y que la clase Polichaeta y malacostraca fueron las dominantes en la época de secas, y los gasterópodos en la época de lluvias. El análisis SIMPER mostró una dominancia relativa nueve especies de crustáceos malacostracos (*Hippolyte zostericola*, *H. pleuracantha*, *Thor dobkini*, *T. manningi*, *T. floridanus* *Paracerceis caudata*, *Urocaris longicaudata*, *Cymadusa filosa* y *Penaeus duarum*) las cuales variaron a través de las escalas de observación. Los resultados sugieren que la variabilidad de la abundancia y diversidad de la comunidad se asocia a los cambios que ocurren a escala nictemeral y anual donde existe variación en las características del hábitat que ocurren en las mismas escalas.

El hábitat de desove de la sardina del pacífico y su monitoreo por el programa IMECOAL

Valencia Gasti José Augusto, Baumgartner McBride Timothy Robert

Departamento de Oceanografía Biológica, División de Oceanología, CICESE.
Carretera Ensenada-Tijuana # 3918, Zona Playitas, Ensenada Baja California
Correo: jvalencia@cicese.mx. CP. 22860
Cel. (646) 151 0673

Palabras clave: peces, huevos, sardina, CUFES, aguas de Baja California

Los cambios espacio-temporales en la distribución de los peces pelágicos menores derivan en alteraciones estructurales en la trama trófica y productividad de todo el sistema de la Corriente de California. Como especies de forraje sustentan los flujos de carbono a niveles tróficos superiores, incluso las actividades derivadas por el hombre. Las causas de estas cambios se han relacionado con la historia de vida de la especie y el clima del océano, pero a pesar de sus implicaciones ecológicas y

económicas, se desconocen los mecanismos que regulan su dinámica. En este trabajo se muestran resultados de 13 años de monitoreo por el programa de Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) del hábitat de desove de la sardina (*sardinops sagax*) en aguas de Baja California. Se analiza la condición y dinámica física de las áreas de ocurrencia, su variabilidad interanual y se discute su estructura poblacional. Además, se presentan resultados preliminares de un modelo de distribución espacial de la sardina, desarrollado con datos hidrográficos, biológicos y de sensores remotos. El objetivo de este modelo es proveer una herramienta que soporte el manejo de la pesquería comercial y entender los efectos del clima sobre estos peces pelágicos menores.

Paisajes Pelágicos del Golfo de California: rasgos distintivos y escalas de variación

Romeo Saldívar-Lucio, Helena Varela-Talango, Armando Trasviña-Castro, Eduardo González-Rodríguez y Héctor Villalobos.

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada - Unidad La Paz. rsaldivar@cicese.edu.mx

Miraflores No. 334 e/ Mulegá y La Paz. C.P. 23050. La Paz, B.C.S. México.

El Golfo de California (GC) es una región estratégica para las pesquerías marinas en México; en sus aguas se practican pesquerías industriales y artesanales, valiosas en términos económicos y sociales. Las comunidades biológicas que habitan el GC se encuentran entre las más diversas del planeta. Tanto el estado de la diversidad marina como los rendimientos pesqueros, se relacionan estrechamente a la dinámica del ambiente físico, pero su complejidad ha significado un reto histórico al tratar de definir las condiciones en un momento y lugar determinado. A diferencia del medio terrestre, en el océano se presentan múltiples parches que se reconfiguran continuamente en forma de capas superpuestas que modifican sus características físicas, geológicas, químicas y biológicas. La definición del Paisaje Pelágico ha emergido en el medio académico en diversas ocasiones, evolucionando de manera más consistente gracias a la integración de la observación remota y los modelos oceanográficos, con lo que se realizan caracterizaciones finas sobre amplias áreas del océano. De comprobarse su utilidad, el Paisaje Pelágico podría convertirse eventualmente en una herramienta de la oceanografía operacional para el análisis y pronóstico de los hábitats marinos (y las especies asociadas). Considerando que la diversidad marina y la elevada productividad biológica determinan la importancia ecológica, económica y social del GC, en el presente estudio se analizan los rasgos distintivos del Paisaje Pelágico en el contexto de la variabilidad característica de la región.

Ecología poblacional de la tortuga prieta (*Chelonia mydas*) en dos áreas de alimentación de la península de Baja California, México

Avilés-Chávez J. Adán, Solana-Arellano Elena

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California javiles@cicese.edu.mx; Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860

Palabras clave: *Chelonia mydas*, Ecología poblacional, Áreas de alimentación, Marcaje-recaptura, Pradel

Es necesario comprender el estado poblacional y estimar los parámetros demográficos de las tortugas marinas en las áreas de alimentación para desarrollar estrategias efectivas de manejo y conservación de estas especies. Para contribuir a estos objetivos, se monitoreó a la tortuga prieta (*Chelonia mydas*) en Bahía de los Ángeles (1995-2005/2009-2014) y la laguna Ojo de Liebre (2001-2016). Un total de 7020 h red en agua condujeron a la captura de 2175 tortugas (11.2% de recaptura). La longitud recta del caparazón de las tortugas varió de 37.2-110.9 cm y en ambos sitios la distribución de tallas fue dominada por los juveniles. Las tortugas de laguna Ojo de Liebre (media= 65.60 cm) fueron significativamente más pequeñas que las de Bahía de los Ángeles (media= 73.54 cm). En ambas zonas la razón de sexos (M:H) estuvo sesgada hacia las hembras (1:3). La tasa de crecimiento anual fue significativamente mayor en laguna Ojo de Liebre (media= 3.27 cm a⁻¹) que en Bahía de los Ángeles (media= 2.23 cm a⁻¹). El 90% de las tortugas presentaron un índice de condición corporal >1.20, sugiriendo un 'buen estado de salud' de los organismos en ambos sitios. El promedio anual de la captura por unidad de esfuerzo fue mayor en Bahía de los Ángeles (media= 3.08) que en laguna Ojo de Liebre (media= 2.27). Los parámetros demográficos de supervivencia aparente ($\hat{\phi}$), recaptura (\hat{p}), reclutamiento ($\hat{\lambda}$) y crecimiento poblacional (\hat{r}) se estimaron con el modelo de simetría temporal de Pradel. En Bahía de los Ángeles, la $\hat{\phi}$ en promedio fue 0.516 ± 0.069 y probablemente se encontró subestimada por efectos de emigración. La probabilidad de recaptura en promedio permaneció baja = 0.108 ± 0.026 y uno de los modelos candidatos apoyó la hipótesis ($w= 0.286$) de un efecto del esfuerzo en la detección de las tortugas. El reclutamiento en promedio fue $=0.503 \pm 0.060$. La tasa de crecimiento poblacional medio anual fue de $= 1.179 \pm 0.427$, sugiriendo un crecimiento poblacional del 17% en esta área de alimentación. A nuestro conocimiento, este estudio brinda la primera estimación de crecimiento poblacional en un área de alimentación de la península de Baja California. La baja probabilidad de recaptura en laguna Ojo de Liebre impidió la estimación de los parámetros demográficos en esta área, lo que remarca la necesidad de continuar el monitoreo de la especie. Asimismo, y debido a la importancia de Bahía de los Ángeles y laguna Ojo de Liebre en el ciclo de vida de la especie, se sugiere seguir monitoreando estas áreas con el objetivo de reunir un mayor número de

recapturas y evaluar los resultados de los futuros esfuerzos de conservación y manejo.

Respuesta espacial de las comunidades microbianas bentónicas a metales traza en dos zonas costeras contrastantes del Norte de Chile

Ana Zárate^{1,2*}, Jorge Valdés⁴, Verónica Molina^{5,6}, Gonzalo Icaza², Cristina Dorador^{2,3*}

¹Doctorado en Ciencias Aplicadas mención Sistemas Marinos Costeros, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

²Laboratorio de Complejidad Microbiana y Ecología Funcional, Instituto Antofagasta & Centro de Bioingeniería y Biotecnología (CeBiB), Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

³Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

⁴Laboratorio de Sedimentología y Paleoambientes, Instituto de Ciencias Naturales A. von Humboldt, Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile

⁵Departamento de Biología, Observatorio de Ecología Microbiana, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile

⁶HUB Ambiental UPLA, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile

ana.zarate.riveira@ua.cl

Palabras clave: Red co-ocurrencia microbiana, Funciones potenciales, Sedimentos marinos, fraccionamiento de metales, Secuenciación masiva.

Las áreas de surgencia costera son sitios de intensa actividad microbiana caracterizados por comunidades muy diversas principalmente en ecosistemas bentónicos, como bahías y áreas de descarga de ríos. En el norte de Chile, las comunidades microbianas bentónicas están influenciadas por aguas con alto contenido de nutrientes, poco oxígeno y alta concentración de materia orgánica y metales en los sedimentos. En este trabajo, se estudió la respuesta de la comunidad microbiana bentónica al fraccionamiento de cobre (Cu) y hierro (Fe) a partir de dos zonas costeras contrastantes del Norte de Chile, denominadas Bahía Mejillones (MB) y Zona costera del Río Loa (OL) utilizando la secuenciación del gen 16S de ADN y ARN ambiental para explorar exhaustivamente tanto la estructura como las funciones potenciales. Los resultados revelan una alta fluctuación en las comunidades microbianas en términos de composición taxonómica, lo cual contribuyó a que los taxones clave en la red topológica formaran centros de módulos bien diferenciados en ambas zonas de estudio. El centro de la red en MB estuvo conformado principalmente por *Calditrichaceae*, *Flavobacteriaceae* y *Sulfurovaceae*, mientras que *Thermoanaerobaculaceae* y comunidades Unclassified fueron los miembros

representativos de las familias en la zona OL. Así mismo, los cambios sustanciales en el ensamblaje microbiano se explicaron por la abundancia diferencial de *Nitrosococcaceae* y *Phycisphaeraceae* como taxones activos. Se proporciona evidencia cuantitativa que respalda la asociación de comunidades microbianas con características ambientales específicas vinculadas a fracciones de Cu y Fe en MB, pero solo potencialmente con Fe en la zona OL. Además, otros factores estrechamente relacionados con la profundidad del agua, como el oxígeno disuelto, la temperatura y la salinidad, fueron factores importantes que influyeron en la estructura de la comunidad microbiana. La estructura distintiva de las comunidades no se correlacionó con diferencias funcionales entre las zonas de muestreo, lo que sugiere que las principales funciones predichas, tales como transportadores, reparación del ADN y la transducción de señales, permiten que los microbios respondan a los metales y soporten condiciones ambientales variables. Por lo tanto, los taxones potencialmente tolerantes a metales identificados en este estudio podrían servir como base para futuros programas de monitoreo de ambientes contaminados.

La laguna Ojo de Liebre: un hábitat hipersalino inexplorado como fuente de nuevos actinomicetos

Millán-Aguiñaga Natalie, Zamora-Quintero Andrea Yazmín

Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California.

nmillan@uabc.edu.mx

Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917. Colonia Playitas. C.P.

22860. Ensenada, Baja California. México.

Teléfono: 646-210-2946

Palabras clave: Laguna Ojo de Liebre, actinomicetos, potencial farmacológico.

La Laguna Ojo de Liebre es un Área Natural Protegida que se encuentra dentro del Patrimonio Mundial de la UNESCO y es un hábitat crítico para importantes especies migratorias como la ballena gris y diferentes especies de aves. Los ecosistemas marinos, incluida la Laguna Ojo de Liebre, albergan una compleja red de interacciones que dependen fundamentalmente de las comunidades microbianas marinas a través de su papel en la red alimentaria y el ciclo de nutrientes. Las especies microbianas han hecho una contribución increíble a la producción de más del 70% de los antibióticos que se usan clínicamente actualmente. Los ambientes hipersalinos no han sido tan explorados en términos de las comunidades microbianas presentes, y la exploración de la laguna Ojo de Liebre representa una oportunidad única para descubrir la diversidad bacteriana y química como fuente de nuevos compuestos con actividad farmacológica. Este estudio se centró en el aislamiento selectivo de bacterias formadoras de esporas de 40 muestras de sedimento marino (10 sitios de muestreo en 4 temporadas del año). Se generó el primer cepario con 64 cepas de

bacterias aisladas de los sedimentos de la laguna. Se realizaron extracciones de ADN de 60 bacterias y los análisis del gen 16S rARN revelaron que las cepas pertenecen a tres filos diferentes de bacterias: Actinobacteria (57%), Firmicutes (37%) y Proteobacteria (6%). Dentro del filo Actinobacteria, se aislaron diez géneros diferentes, incluida una cepa de *Streptomyces* y géneros raros de actinomicetos, incluidos *Spirillospora*, *Nocardiosis*, *Actinomadura* y *Micromonospora* sp. Se seleccionaron doce extractos crudos de acetato de etilo de las cepas de actinobacterias y se determinó la actividad citotóxica contra ocho líneas de células cancerosas y cuatro cepas mostraron porcentajes bajos prometedores de viabilidad de la mayoría de las líneas de células cancerosas. Estos resultados indican que este hábitat hipersalino inexplorado es una fuente prometedora de nuevos actinomicetos que producen compuestos bioactivos contra el cáncer.

Rescate, Trasplante y Conservación de recursos marinos bentónicos en La Jovita BC

Salas-Garza Alfredo¹ y MBA,MPDS. Carlos A Flores²

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California (alsaga54@uabc.edu.mx). (cel 646 1289993)

² Proyecto ECA, LNG 1, SEMPRA LNG, San Diego California. (cflores@ecalng.com)

Palabras clave; Trasplante, Desarrollo Sustentable, Organismos bentónicos, Impacto ambiental.

Para mitigar el impacto sobre poblaciones marinas derivado de la construcción de un muelle (350m) y un rompeolas (650m) en la Terminal de Gas Natural Energía Costa Azul, en Ensenada, la empresa Sempra logró un caso de éxito a partir del rescate, trasplante y conservación de especies bentónicas de interés ecológico y comercial. Bajo la dirección de Investigadores de la UABC, la participación directa de miembros de la Asociación de Buzos y Pescadores de Manchuria, estudiantes universitarios y el apoyo logístico de las Consultoras locales ECONS y Geomar, el programa permitió el rescate de 1'309,898 organismos bentónicos, incluyendo el erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) erizo morado (*S. purpuratus*), caracol chino (*Lithopoma undosa*), pepino de mar (*Parastichopus parvimensis*) entre otras especies. Del total de organismos rescatados, 635,559 fueron aprovechados comercialmente por la comunidad de pescadores. Los restantes 674,339 organismos fueron trasplantados exitosamente en hábitats más favorables con una mortalidad inferior al 2%. Resultado de esta intervención, se crearon sitios de exclusión de pesca donde con el tiempo mejoraron sustancialmente las condiciones de alimentación, crecimiento y reproducción permitiendo el repoblamiento y recuperación del medio marino impactado. La experiencia también permitió el desarrollo y puesta en práctica de un método de trasplante con potencial de replicación en proyectos similares donde

se busque promover la investigación, beneficiar a grupos sociales como parte de una iniciativa empresarial para la mitigación de impactos ambientales. El Programa de Rescate, Trasplante y Conservación de Recursos Marinos Bentónicos de ECA se puede citar como un caso de éxito que demostró que la construcción y operación una terminal de gas natural de gran escala y la pesca artesanal no solo pueden ser compatibles, sino beneficiarse mutuamente cuando se siguen buenas prácticas de Desarrollo Sustentable.

Proceso de colonización bentónica de crustáceos y poliquetos en placas experimentales en el arrecife artificial Uribe 121 en Bahía El Descanso, Baja California.

Flores Uzeta Olga, Mondragón Rojas Marina, Díaz Castañeda Victoria

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, BC.
mmondrag@cicese.mx, Carretera Ensenada Tijuana No. 3918 Zona playitas
c.p.22860 Tel (646) 175 0500 Ext 24298

Palabras clave: Arrecifes artificiales, colonización, placas de PVC y Metal

Los Arrecifes Artificiales (AA) son estructuras que se incorporan al ambiente acuático, posicionadas estratégicamente con la finalidad de proveer hábitat, refugio y alimento para diversas especies de flora y fauna marina. Estas estructuras generan nuevos nichos ecológicos, favorecen el desarrollo de poblaciones y comunidades aumentando la biodiversidad. Con el objetivo de crear un AA fue hundido El buque “Uribe 121” en noviembre 2015, funcionó como nave de patrullaje y rescate y después de 33 años fue donado por la Secretaría de Marina para la creación de un Parque Submarino en Bahía el Descanso, Baja California. Con el objetivo de estudiar el proceso de colonización de macroinvertebrados bentónicos, el 3 de marzo del 2016 se sumergieron placas PVC y Metal de 450 cm² (15 x15 cm), a una profundidad entre 13 y 22 m, las placas fueron colocadas verticalmente mediante una cuerda de nylon y sujetadas con piola de seda, separadas 25 cm cada una. A partir de abril 2016 y hasta febrero de 2020 (excepto 2019), se colectaron las placas por buceo autónomo (muestra y replica) dando un total de 132 placas analizadas a nivel familia. En total se colectaron 118,552 organismos; de los cuales 34,057 corresponden a PVC y 84,495 a Metal con un total de 31 y 39 familias respectivamente de Crustáceos, Poliquetos y Moluscos. Los dendrogramas mostraron que la familia Caprellidae (62%) se separa de las demás en 2016, 2017, 2018, y 2020 por su dominancia en abundancia como en número de especies (7 especies del género *Caprella*) tanto en las placas de PVC como Metal, seguido de los Ischyroceridae (30%) con tres géneros (*Jassa*, *Ischyroserus* y *Erichthonius*). Estas familias disminuyeron considerablemente en 2020, pasando a ser dominantes la familia Isaeidae (21%) y Corophiidae (14%). Entre los poliquetos, los primeros colonizadores en placas de PVC fueron de la familia Syllidae (2%) y Serpulidae (2%), mientras que en Metal fueron los Nereididae (0.45%) y

Chrysopetalidae (0.52%). En las últimas placas analizadas tres familias fueron dominantes: Chrysopetalidae (19% P VC y 6% Metal), Nereididae (12% PVC y 0.9% METAL) y Syllidae (20% PVC y 4% Metal Tanto la abundancia y la riqueza específica se incrementaron con el tiempo de inmersión.

Los caprelidos en ambos tipos de placas fueron un grupo dominante en la estructura de la comunidad y por lo tanto representan un recurso alimenticio para peces y otros invertebrados del AA, además de ser indicativo de que Bahía El Descanso presenta condiciones de un ambiente limpio. El proceso de colonización en placas de PVC fue lento pero a partir del segundo año la abundancia y la diversidad presentaron un incremento importante, en cambio en Metal fue más rápido probablemente por la mayor rugosidad del material y la mayor rapidez de colonización inicial por microalgas, macroalgas y briozoarios favoreciendo una estructura tridimensional para el desarrollo del arrecife artificial.

Distribución de los mecanismos de fototrofia en comunidades microbianas marinas en el mar Mediterráneo

Arroyo Cervantes Alberto Netzahualcoyotl¹, Sebastián Marta², Steindler Laura³, Lago-Lestón Asunción¹, Gómez-Consarnau Laura^{1,4}

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México

²Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona, Catalunya, Spain

³Department of Marine Biology, Leon H. Charney School of Marine Sciences, University of Haifa, Haifa, BC, Israel

⁴Department of Biological Sciences, University of Southern California, Los Ángeles, USA. albertoarroyo@cicese.edu.mx

Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.

Palabras clave: Proteorodopsina, fotoheterotrofia, bacterioplancton microorganismos.

Los procesos metabólicos de los microorganismos presentes en el océano controlan los ciclos biogeoquímicos y a su vez el clima del planeta. Además de la energía obtenida en la respiración y la fotosíntesis, la fotoheterotrofia permite a las bacterias obtener energía de la luz al generar un gradiente electroquímico que se acopla directamente a la síntesis de ATP. Las proteorodopsinas son los sistemas de fotoheterotrofia más abundantes en los ecosistemas marinos. Sin embargo, sus patrones de distribución en distintos tipos de ambientes están poco estudiados, limitando nuestra capacidad de modelar el impacto de estos metabolismos en el océano. Por un lado, analizar los patrones de distribución de grupos de bacterias que son fotoheterótrofos conocidos puede ayudar a comprender la importancia de la fototrofia bacteriana en zonas con diferente productividad y su impacto en los ciclos

biogeoquímicos. Estos datos combinados con cuantificaciones de proteorodopsinas, utilizando el retinal como proxy, y otras variables ambientales puede además dar una perspectiva más cuantitativa de estos procesos en el medio natural.

Utilizando datos de mediciones de retinal y otras variables en 43 muestras en diferentes regiones oceanográficas del mar Mediterráneo, además de información de los genes ARNr-16S y ARNr-18S, realizamos un análisis de correlación este sistema. Las regiones de muestreo se separaron en tres: la del océano Atlántico, el oeste del Mediterráneo y el este del Mediterráneo.

Este análisis permitió observar correlaciones entre ciertos grupos microbianos y variables biológicas o fisicoquímicas en regiones con diferentes rangos de concentraciones de nutrientes, influyendo en el tipo de fototrofia que domina en cada región (fotoheterotrofia con retinal o fotoautotrofia con clorofila).

Se observó que los grupos que dominan la zona fótica de las regiones son organismos fotótrofos, y en mayor medida los fotoheterótrofos, principalmente el grupo SAR11, además de otros órdenes como Flavobacteriales y Rhodobacteriales.

El grupo SAR11, perteneciente a las alfa proteobacterias, no presentó correlación con las mediciones de retinal en las regiones a pesar de ser el más abundante y caracterizarse por sintetizar proteorodopsinas. En cambio, en la región del oeste del Mediterráneo, donde también se observaron las mayores concentraciones de clorofila, la concentración de retinal se correlacionó positivamente con la presencia de grupos microbianos copiotróficos de vida libre productores de proteorodopsinas. Esto indica una relación entre la distribución de organismos fotosintéticos tradicionales (productores primarios) y los organismos fotoheterótrofos del sistema marino. Conocer mejor dicha relación permitirá establecer modelos ecológicos para determinar el impacto de la fotoheterotrofia en el mar y su relevancia a escala global.

Caracterización del genoma y mecanismos fototróficos de la bacteria marina *Stakelama pacifica* BTS27C, aislada en la cuenca del Sur de California

Miguel Cuevas-Cruz¹, Abdiel Lázaro-García¹, Gustavo A. Ramírez², Laura Gómez-Consarnau^{1,3}

1) Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE, México 2) Department of Marine Biology, Leon H. Charney School of Marine Sciences, University of Haifa, Haifa, BC, Israel 3) Department of Biological Sciences, University of Southern California, Los Ángeles, USA. mcuevas@cicese.mx

Palabras clave: rodopsina, luz, bacterioplancton, fotoheterotrofia

La mayoría del bacterioplancton de la superficie del océano utiliza la luz como fuente de energía capturándola a través de fotosistemas basados en clorofila o en rodopsinas. De estos dos, las rodopsinas son los fotosistemas más sencillos, basados

en una sola proteína de membrana y un pigmento retinal. Las bacterias marinas que contienen rodopsinas son fotoheterotróficas y representan más del 80% de todo el bacterioplancton en la zona fótica, haciendo este el modo de vida más común en la superficie del océano. Estudios con bacterias en cultivo con rodopsinas muestran que la energía de la luz puede ser utilizada para optimizar la toma de sustratos o para sobrevivir durante periodos de inanición. Sin embargo, los mecanismos específicos no han sido completamente elucidados. Por tal motivo, es importante llevar a cabo el aislamiento en cultivo de un mayor número de bacterias fotoheterotróficas marinas con rodopsinas para comprender mejor estos mecanismos de captura de luz en el contexto de otras funciones celulares mediante la caracterización de sus genomas.

En este trabajo se llevó a cabo el aislamiento de una cepa de la especie *Stakelama pacifica* (BTS27C) a partir de muestras de agua de mar superficial colectada en la Bahía Todos Santos (Baja California). Para confirmar la presencia de rodopsinas en esta bacteria, se cultivó en medio marino Zobell y se detectó la presencia de retinal mediante LC-MS. Una vez confirmada la presencia de rodopsinas en este aislado, se llevó a cabo la secuenciación, ensamblaje y anotación de su genoma completo. Así mismo se realizó un análisis con distintas herramientas bioinformáticas para llevar a cabo la identificación de genes relacionados con la respuesta a la luz. Finalmente se alineó la secuencia de rodopsina de esta bacteria con las secuencias de otras rodopsinas microbianas conocidas.

Nuestros resultados muestran la presencia de genes involucrados en la síntesis del pigmento retinal, así como de genes para la síntesis de carotenoides potencialmente precursores del retinal. Por otro lado, el gen de rodopsina en el genoma de *S. Pacifica* presenta el aminoácido leucina en la posición 105 de su secuencia, lo cual indica que su máximo de absorción de luz está en longitudes de onda en el rango verde del espectro. Adicionalmente, los análisis de alineamiento de la rodopsina de *S. Pacifica* indican que existe gran similitud con rodopsinas de tipo sensorial. A diferencia de lo observado en la mayoría de rodopsinas de bacterias marinas, la de BTS27C se asemeja más a secuencias que pertenecen a cianobacterias de agua dulce, así como de bacterias de ambientes hipersalinos. Este trabajo proporciona información valiosa sobre las características genómicas y los posibles mecanismos fotofisiológicos de bacterias que tienen rodopsinas y pertenecen a grupos que hasta ahora no han sido estudiados.

Cambios en la funcionalidad física del arrecife de Cabo Pulmo entre 1992-2020

Martínez Ávila Christian Alfonso¹, Álvarez Filip Lorenzo², Calderón Aguilera Luis Eduardo¹, Reyes Bonilla Héctor³, Cabral Tena Rafael Andrés¹.

¹ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

² Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

³ Universidad Autónoma de Baja California Sur. cmartinez@cicese.edu.mx
CP. 22860, Ensenada, B.C. México.

Palabras clave: IFA, calcificación, rugosidad, PNCP, conservación

En las últimas décadas, la dinámica ecológica de los corales hermatípicos ha sido perturbado por los cambios en los factores ambientales y antropogénicos, limitando la construcción y el crecimiento de los arrecifes coralinos. Uno de los arrecifes coralinos que ha enfrentado con éxito las perturbaciones, gracias a los esfuerzos de conservación, es el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP) ubicado al sur del Golfo de California. El objetivo de este trabajo fue modelar por medio del índice de función arrecifal (IFA), la contribución funcional que cada especie de coral hermatípico aporta al arrecife del PNCP, integrando la precipitación de carbonato de calcio (tasa de calcificación), la complejidad morfológica (rugosidad y altura de la colonia) y la cobertura coralina a través del tiempo de 1992 al 2020. Se identificaron 11 especies de coral (6 *Pocillopora* spp., 3 *Pavona* spp., *Porites panamensis* y *Psammocora stellata*) en un rango de cobertura total de $11.66\% \pm 3.77\%$ (año 2003) a $28.71\% \pm 3.27\%$ (año 1992), de las cuales, *Pocillopora* spp. dominan el arrecife con una cobertura relativa $>80\%$ (siendo *P. verrucosa* la especie dominante), seguido de *Pavona* spp. con una cobertura relativa de $\sim 19\%$ (*Pavona gigantea*), mientras que *P. panamensis* y *P. stellata* fueron las especies con menos cobertura relativa ($<2\%$). Los valores de cobertura se vieron reflejados en los valores de IFA, donde se calculó un valor máximo de 0.62 para los años 1992 y 2020, mientras que 1998, 2002 y 2003 son los años con los valores más bajos; 0.45, 0.42 y 0.38 respectivamente. Dichos valores de funcionalidad son explicados por el ENSO de 1997 y la actividad ciclónica consecutiva que repercutió en la disminución de cobertura, modificando la contribución funcional que las especies aportaban al arrecife, sin embargo, se identificó una recuperación notoria de los ensamblajes coralinos posterior al 2003. Nuestros hallazgos destacan que existe un elevado funcionamiento físico del arrecife del PNCP, donde los pocilloporidos, son la entidad funcional dominante (tasa de calcificación $18.07 \pm 2.37 \text{ kg CaCO}_3 \text{ m}^2 \text{ yr}^{-1}$ y rugosidad 3.25 ± 0.35) que regulan el desarrollo y la crecimiento del arrecife, mientras que las especies del género *Pavona* son una entidad funcional que aporta estructura al arrecife (altura de colonia $25.76 \pm 2.08 \text{ cm}$) concluyendo que los esfuerzos de conservación posiblemente benefician al arrecife del PNCP.

Endo-bioerosión en corales masivos del Pacífico mexicano y su relación con factores extrínsecos e intrínsecos

Cosain Díaz Jazmín Arleth¹, Tortolero Langarica José de Jesús Adolfo², Calderón Aguilera Luis Eduardo¹, Negrete Aranda Raquel¹, Cabral Tena Rafael Andrés¹.

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada,

²Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Puerto Morelos, Quintana Roo, México.

E-mail: cosain@cicese.edu.mx

Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918. Zona Playitas Código Postal 22860. Apdo. Postal 360. Ensenada, B.C. México
Número telefónico: 6181812436

Palabras clave: Endo-bioerosión, Pacífico Mexicano, endo-bioerosionadores

El crecimiento y mantenimiento de los arrecifes de coral, dependen de la dinámica entre los procesos de crecimiento (producción) y erosión (remoción de carbonato de calcio). Los procesos de erosión pueden ser causados por factores químicos, físicos o biológicos. La bioerosión es la principal fuente de erosión en los sistemas arrecifales y pese a su importancia, no se ha estudiado de manera importante en el Pacífico mexicano. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue cuantificar las tasas de endo-bioerosión en corales masivos del Pacífico mexicano (Bahía Concepción, Bahía de los Ángeles, La Paz, Cabo Pulmo, Isla Cleofás, Islas Marietas, Isla Isabel, Huatulco y Zihuatanejo), así como determinar su relación con factores extrínsecos e intrínsecos. Para calcular la tasa de endo-bioerosión, se utilizaron radiografías de rayos-X de lajas de esqueletos de colonias coralinas, donde se midieron las áreas erosionadas, y se identificó a los organismos endo-bioerosionadores. Se calculó la tasa de endo-bioerosión anual para cada región y sitio. Los sitios se agruparon en Golfo de California (Bahía de los Ángeles, Bahía de Concepción, La Paz, Cabo Pulmo), Pacífico Central (Isla Isabel, Isla Cleofás, Islas Marietas) y Pacífico Sur (Zihuatanejo y Huatulco). En promedio, la región del Pacífico sur tiene tasa de bioerosión de $7.50 \pm 11.80 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$, el Pacífico central de $11.59 \pm 13.38 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$ y la región del golfo de California de $8.63 \pm 9.20 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$. A nivel localidad, Bahía de Concepción tiene la mayor tasa de endo-bioerosión ($17.00 \pm 13.76 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$) y Zihuatanejo presentó la menor tasa de endo-bioerosión ($0.7 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$). Los principales endo-bioerosionadores son los moluscos con $4.59 \pm 7.12 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$, seguido de las esponjas erosionadoras con $1.93 \pm 5.25 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$ y, en menor medida, los poliquetos con $0.22 \pm 0.47 \text{ mg CaCO}_3 \text{ cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Por otro lado, se obtuvieron datos de temperatura del mar superficial y media de clorofila a (mg m^{-3}), determinando que el estrés por nutrientes y temperatura puede propiciar la endo-bioerosión. Se presentaron altas tasas de endo-bioerosión en la mayoría de los sitios, por lo que, un incremento en la endo-bioerosión en estas comunidades, podría incrementar la fragmentación de los corales y acelerar la degradación de la estructura arrecifal.

Estructura de la comunidad íctica con relación a factores ambientales en el sistema lagunar palizada, Campeche, México

Cortez-Peralta, Jovan.¹, Martínez-Muñoz, Marco A.², Martínez Rodríguez, Leonel Cesar.³ Ramírez-Murillo, Ricardo.⁴

¹ Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, 04960, CDMX. Correo-e: jovancbs.mont@gmail.com Móvil. 5538948988

² Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, I.P.N. Depto. Formación Básica. Academias de Química.

³ Facultad de estudios superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México.

⁴ Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México (IEMS-CDMX). Tlalpan I.

Palabras clave: Ictiofauna, Campeche, indicador, diversidad, abundancia.

El presente estudio se desarrolló en el Sistema estuarino Palizada del Este (PE) el cual desemboca en la Laguna de Términos, la comunidad íctica tiene un papel fundamental en la dinámica y el balance energético debido a su capacidad de desplazamiento dentro del ecosistema y a las asociaciones de especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas que presentan alguna etapa de su ciclo de vida, utilizando diferentes hábitats disponibles en tiempo y espacio utilizados como sitios de crianza, protección, alimentación y reproducción. El objetivo de la investigación es analizar las asociaciones de la ictiofauna con aspectos fisicoquímicos, así como describir las condiciones ambientales y de calidad del agua. Se muestrearon 10 sitios con una red de arrastre para la colecta de peces en febrero de 2017, además se registraron las variables ambientales, y se colectaron muestras de agua y sedimentos. Para analizar las relaciones entre las especies se estimaron los indicadores ecológicos y el índice de importancia relativa (IIR) para determinar las especies dominantes. En laboratorio se identificaron los peces a nivel especie y con el uso del equipo HACH se determinaron los promedios de NO_2^- (0.012 mg/l), NO_3^- (0.035 mg/l), NH_4^+ (0.1 mg/l), PO_4^{3-} (800 mg/l). La temperatura de fondo osciló entre 27°C y 28°C, la salinidad de 0.22 a 15.2 ‰, el O_2 disuelto de 2.12 a 56.3 mg/l, y el pH entre 3.5 y 7.8. Se identificaron 21 especies pertenecientes a 8 órdenes, 14 familias, 16 géneros, *Cathorops melanopus* y *Micropogonias undulatus* fueron dominantes y abundantes. Los valores de los indicadores ecológicos fueron D_{MG} que osciló entre 0.75 y 2.27, H' entre 0.92-1.6, J entre 0.52-1, y λ entre 0.21-0.54). Se concluye que la variabilidad de parámetros ambientales determina y afecta directamente a las especies dominantes, en mayor medida el pH y la temperatura.

El océano como emisor de compuestos halogenados a la atmósfera: ¿Qué variables explican su síntesis y cómo pueden afectar el futuro de la capa de ozono?

Azcatl Delgadillo Rocio Fernanda¹, Gómez Consarnau Laura^{1, 2}, Mühle Jens³,
Dinasquet Julie³

1) Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México 2) Department of Biological Sciences, University of Southern California, Los Ángeles, USA 3) Scripps Institution of Oceanography, UCSD, La Jolla, CA, USA

azcatl@cicese.edu.mx, Carretera Tijuana-Ensenada 3918, Zona Playitas, C.P. 22860 Ensenada, Baja California. Celular: 5535210823

Palabras clave: Cambio global, halometanos, bacterioplancton, capa de ozono.

Una de las principales causas del cambio global es la acumulación de los Gases de Efecto Invernadero incluyendo las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Los halometanos son SAO que transportan diversos halógenos reactivos (ej. cloro, bromo y yodo) a la capa de ozono estratosférico lo cual provoca su destrucción. La principal fuente natural de halometanos proviene del océano, ya que son sintetizados por macroalgas, microalgas, cianobacterias y bacterias, y hoy día se conoce poco sobre la función de estos compuestos en los organismos que los sintetizan o cómo regulan su síntesis. Un estudio reciente muestra que la síntesis de halometanos está directamente relacionada con la actividad de bacterias heterotróficas marinas. Sin embargo, pocos estudios han identificado los parámetros ambientales que explican la síntesis de estos compuestos en el medio natural. En este trabajo, se determinaron las razones de mezcla de diversos halometanos (CH_3I , CH_3Cl , CH_3Br , CHBr_3 , CH_2Br_2 , CHCl_3 , CH_2Cl_2) en más de 2000 muestras de aire medidas a lo largo del año 2015 en la estación del Scripps Pier, en La Jolla, California. Con el objetivo de validar qué variables ambientales explican la síntesis de halometanos en la superficie del océano, estos datos se compararon directamente con otros parámetros físicos, químicos y biológicos de este sistema costero. Mediante la toma de muestras de agua de mar, se realizó la cuantificación de la abundancia bacteriana por citometría de flujo, se obtuvo la producción bacteriana mediante la incorporación de [^3H] leucina, los datos de parámetros ambientales en algunos casos estos se tomaron *in situ* y otros se obtuvieron de datos de boyas y sensores. El yoduro de metilo (CH_3I) presentó correlaciones positivas significativas con la producción bacteriana, temperatura y concentración de nitrato, mientras que el bromuro de metilo (CH_3Br), bromoformo (CHBr_3) y dibromo metano (CH_2Br_2) presentaron correlaciones positivas solamente con la temperatura. Mostrando una dinámica opuesta, el cloruro de metilo (CH_3Cl), cloroformo (CHCl_3) y dicloro metano (CH_2Cl_2) presentaron correlaciones negativas con la producción bacteriana, clorofila-*a*, temperatura, y abundancia de distintos grupos de fitoplancton. Estos datos confirman la importancia de las bacterias heterotróficas principalmente en

la síntesis de CH_3I . Además, la capacidad de observar la dinámica temporal de estos compuestos a tan alta resolución permite identificar franjas temporales de síntesis o consumo neto a lo largo del año que a su vez pueden ser atribuidas a ciertos grupos de bacterias presentes en el agua identificadas a través de la secuenciación de amplicones del gen 16S del ARNr de la comunidad microbiana.

Evaluación de las praderas de pastos marinos (*Phyllospadix* spp) como sistemas de carbono azul en una isla del Pacífico Mexicano.

García-Pantoja Jessica A.¹; Ruiz-Montoya Leonardo¹; Sandoval-Gil Jose M. ^{1*};
Vivanco-Bercovich Manuel¹; Norzagaray-López Orión¹;

¹Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) P.O. Box 453, Ensenada, Baja California 22830, México.

jmsandovalqil@gmail.com

Palabras clave: Área Natural Protegida; Fijación de Carbono; Fotosíntesis; Respiración; Pastos Marinos

Las praderas de pastos marinos desempeñan un importante papel en la fijación y secuestro de carbono en los ecosistemas costeros (C-azul). Aunque las praderas de *Phyllospadix* (*Phyllospadix torreyi* y *Phyllospadix scouleri*) tienen una elevada productividad y presentan una amplia distribución en la zona intermareal rocosa del Pacífico Norteamericano, no existen trabajos que evalúen su potencial como sistema de carbono azul. Este es el primer estudio que cuantificó la capacidad de fijación neta de carbono inorgánico disuelto por estas praderas, además del carbono total almacenado tanto en biomasa epígea como hipogea. El trabajo se llevó a cabo estacionalmente (invierno y verano) en una pradera inalterada localizada en la Isla Todos Santos (Ensenada, Baja California) y que forma parte de la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico. Se delimitó el área total de la pradera, y se cuantificó su cobertura y biomasa a lo largo del gradiente de profundidad (0-5 m). La temperatura e irradiancia PAR fueron monitoreadas *in situ* por medio de sensores sumergibles. Las tasas de fijación neta de carbono a nivel de pradera se estimaron de acuerdo con la productividad vegetativa, y a las tasas de fotosíntesis y de respiración de haces medidas en laboratorio mediante el uso de respirómetros. Las tasas fotosintéticas y respiratorias se expresaron en unidades de carbono aplicados cocientes fotosintéticos y respiratorios (i.e., mol O_2 : mol CO_2), determinados por primera vez en estas especies. El promedio de fijación neta de carbono inorgánico disuelto fue $\sim 279 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, similar a los valores estimados para otras praderas marinas en México. La biomasa foliar de $1600\text{-}1750 \text{ g PS m}^{-2}$ equivale a un total de $\sim 5.52 \text{ Mg C ha}^{-1}$ C almacenado en hojas; hasta diez veces mayor que lo reportado para las praderas de *Zostera marina*, presente en bahías y esteros del Pacífico Norte. La estabilidad de la

productividad vegetativa de las praderas de *Phyllospadix*, su alta biomasa fotosintética y elevados flujos netos de C sostiene el importante papel de estas comunidades como sistemas C-azul. Esta capacidad de fijación de carbono viene a unirse a otros muchos valores socio-ecosistémicos que presentan estas praderas, y refuerza la necesidad de implementación de planes para su protección y restauración frente a los crecientes casos de su deterioro como consecuencia de distintos impactos de origen natural y antropogénico.

Composición faunística y distribución de los Amphinomida, Eunicida y Spionida (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental del oeste del Golfo de México

Martínez-García, Andrea Alejandra¹, Hernández-Alcántara, Pablo², Solís-Weiss, Vivianne³

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior S/N, Cd. Universitaria, CDMX, 04510. México. E-mail: andrea.m07@ciencias.unam.mx; Tel. 5514554810.

² Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior S/N, Cd. Universitaria, Cd. de México, 04510. México.

³ Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Prol. Av. Niños Héroes s/n Puerto Morelos Quintana Roo, 77580, México.

Palabras clave: Poliquetos, bentos, riqueza de especies, abundancia, Tamaulipas

A pesar de que en las comunidades de fondos blandos los poliquetos pueden llegar a representar entre el 36 y 70% de los individuos y entre el 25 y 65% de las especies macrofaunísticas, en el oeste del Golfo de México los estudios sobre estos invertebrados han sido relativamente escasos y su papel ecológico poco conocido. Por ello, el presente estudio tuvo el objetivo de analizar la composición y distribución de los poliquetos Amphinomida, Eunicida y Spionida que habitan en la plataforma continental de esta región del golfo. El material biológico fue recolectado con una draga de caja Reineck (0.25 m²) en 21 estaciones con profundidades entre 20.8 y 174.9 m. Se identificaron 603 ejemplares pertenecientes a 57 especies y 19 géneros de las familias Amphinomidae, Eunicidae, Onuphidae, Magelonidae, Poecilochaetidae y Spionidae; 10 especies son potencialmente nuevas para la ciencia. Spionidae fue la familia más diversa con 19 especies y 7 géneros, por el contrario, Poecilochaetidae solo presentó tres especies de un solo género. Las especies dominantes fueron claramente *Paraprionospio yokoyamai* (215 ind.) y *Paraprionospio treadwelli* (141 ind.), que representaron el 59% de la fauna y se distribuyeron en toda el área de estudio. El número de individuos y especies

disminuyó con la profundidad, registrándose en promedio 8.6 spp./est. (DS= 4.55) y 165.6 ind./0.1 m² (DS= 170.91) en la plataforma interna, 7.7 spp./est. (DS=5.49) y 80.5 ind./0.1 m² (DS= 55.68) en la plataforma media, y 3.8 spp./est. (DS= 2.5) y 48 ind./0.1 m² (DS= 51.94) en la externa. Al sur del Rio Soto la Marina se registró la mayor densidad y riqueza específica (= 8.67 spp./sta., DS= 4.69; = 183.1 ind./0.1 m², DS= 173.2), comparándose con la región norte donde se presentó una fauna menos abundante y diversa (= 6.42 spp./sta., DS=4.79; = 63.6 ind./0.1 m², DS= 50.55). Los resultados de este trabajo mostraron que la profundidad es un factor importante en la distribución de los poliquetos a lo largo de la plataforma continental y que las diferencias regionales observadas en su composición y abundancia podrían estar relacionadas con las provincias biogeográficas Caribeña y Caroliniana, cuyos límites se ubican precisamente en el oeste del Golfo de México.

Influencia del índice de surgencia en la distribución temporal de larvas de peces en el en Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela

Rondón Ramos, Mariana Rosalyth

Universidad de Oriente, Núcleo Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Cumaná, Venezuela. marirond95@gmail.com

Palabras clave: Distribución, larvas de peces, surgencia, alevinaje, Mochima.

La costa norte del estado Sucre es reconocida por presentar focos de surgencia que ocasionan cambios en la hidrografía y propician la fertilidad acuática, ya que generan el afloramiento de aguas ricas en nutrientes. Estos cambios generados por la surgencia, pueden influir en la composición del ictioplancton en las costas nororientales de Venezuela. Por tal motivo, el objetivo de este estudio es determinar la influencia de la surgencia en la distribución de larvas de peces en el Parque Nacional Mochima. Para ello, se llevaron a cabo seis campañas oceanográficas (tres en el periodo de surgencia y tres en relajación), realizadas bimestralmente. La captura de las muestras se ejecutó en tres estaciones del parque, a una profundidad de 2 m, empleándose una red de Bongo con abertura de malla de 300 µm. Los calados se hicieron a bordo de un peñero, con una duración de 10 min, a una velocidad de 2 nudos. Se colectaron un total de 2 671 larvas de peces, distribuidas en 11 órdenes, 26 familias y 41 especies, obteniéndose en surgencia 25 especies y 31 en relajación, teniendo en común 14 especies. En el periodo de relajación hubo mayor presencia de larvas con una abundancia de 2 540, mientras que en surgencia solo se reportaron 131 larvas de peces. En cuanto a la densidad larval está fue menor en surgencia (2,04 larvas/100 m³), y mayor en relajación (39,55 larvas/100 m³), existiendo diferencias significativas (KW= 86,63, p= 0,00). La baja densidad larvaria en surgencia se debe a que la turbulencia ocurrida en este periodo, afecta la sobrevivencia de las larvas, al no permitirles encontrar presas para su alimentación. Además de esto, se ha

reportado que, la estrategia reproductiva de muchas especies en la zona es desovar antes del período de surgencia, con el objeto de evitar, en primera instancia, una elevada mortandad de larvas debido al efecto mecánico provocado por la turbulencia generada por el incremento de los vientos y de la intensidad de la surgencia. Algunos autores han reportado como los meses de mayor densidad larval aquellos correspondientes al periodo de relajación, tal y como se presenta en los resultados de este estudio. Esto se debe a que en este periodo la columna de agua permanece en estado de calma, siendo aprovechado por los peces adultos para su reproducción y aseguramiento de la sobrevivencia de sus larvas, poca dispersión y maximizar el asentamiento de las mismas. Por lo antes descrito, se determinó que el evento de surgencia, afecta de manera directa la distribución de las larvas de peces en el área estudiada, existiendo una menor ocurrencia de larvas, en este periodo, en el Parque Nacional Mochima.

Distribución espacio-temporal del rorcual azul en función de las características oceanográficas en la costa occidental de la península de Baja California

Barcenilla Cristóbal, Celia^{1*}; Pardo, Mario A.²; Heckel, Gisela³; Gendron, Diane⁴

¹ Posgrado en Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) 22860 Ensenada, Baja California, México.

² Laboratorio de Macroecología Marina, CONACYT–CICESE, Unidad La Paz.

³ Departamento de Biología de la Conservación, CICESE.

⁴ Laboratorio de Ecología de Cetáceos, Departamento de Pesquerías y Biología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-I.P.N.):

celia@cicese.edu.mx. Calle M, 524. Col. El Sauzal (22760), Ensenada, B.C., México.

Palabras clave: península de Baja California, rorcual común, modelos aditivos generalizados

El presente trabajo es parte de las estrategias de mitigación frente al desarrollo de nuevas tecnologías para la generación de energía con fuentes renovables en el Pacífico nororiental. La península de Baja California (PBC) es una zona importante de alimentación y tránsito para grandes misticetos migratorios como el rorcual azul (*Balaenoptera musculus*). Esta especie, a diferencia de lo que ocurre con otras ballenas de hábitos migratorios, necesita alimentarse durante su migración invernal por sus altos requerimientos energéticos. Debido a esa necesidad, se propuso que el rorcual azul tiene una distribución predecible hacia regiones de afloramiento con alta producción primaria estacional a lo largo de la costa occidental de la PBC. En esta región, se llevaron a cabo 36 prospecciones aéreas y marítimas sistemáticas entre 1994 y 2020, registrando grupos o individuos de rorcual azul desde la costa hasta 50 km mar adentro, durante las distintas estaciones del año. A partir de datos de

sensores remotos, se exploraron potenciales variables predictoras del hábitat de la especie, como distancia a la costa, perfil batimétrico, temperatura superficial del mar y concentración superficial de clorofila-*a*. En base al resultado de ajustar modelos aditivos generalizados (GAM), se infirió la distribución espacio-temporal del rorcual azul en la costa occidental de la PBC. Se usó la tasa de encuentro de grupos de la especie como variable dependiente. Se avistaron 243 ballenas azules en 162 grupos de máximo 12 individuos o en solitario, tanto en zonas costeras como oceánicas. En primavera se obtuvo el mayor número de avistamientos distribuidos a lo largo de toda la península. En otoño se vio una tendencia a localizarse hacia el sur de la península. La distribución de esta especie en la costa occidental de la PBC varía a lo largo del año.

II. OCEANOGRAFÍA FÍSICA

Solución analítica para las ecuaciones de aguas someras, sin viscosidad y sin rotación, en un canal con batimetría representada por un perfil definido por una función cuadrática

Cortés-Vélez Catalina Inés*, Martín- Atienza Beatriz, Hernandez-Walls Rafael

Universidad Autónoma de Baja California

*cortes.catalina@uabc.edu.mx, Facultad de Ciencias Marinas, km. 103 Carretera Tijuana - Ensenada, C.P. 22860, (646) 22 33 859

Palabras clave: *Ecuaciones en derivadas parciales, ecuaciones de aguas someras, modelación batimétrica, series de potencia.*

A partir de las ecuaciones de aguas someras linealizadas, sin rotación y sin viscosidad, es deducida la solución analítica para la elevación y la velocidad en un canal rectangular con fondo curvo. La batimetría curva del canal es descrita por una función cuadrática definida por tres puntos. La solución analítica fue determinada a partir de series de potencias generalizadas, originando series de potencia numéricamente convergentes. La presente metodología es una útil y sencilla herramienta que permite encontrar soluciones exactas a problemas que en la actualidad están siendo solucionados de forma numérica.

Transporte estacional de la Corriente Costera Mexicana

Salinas Matus Mariana, Parés Sierra Alejandro, Gómez Valdivia Felipe

Institución: Centro de investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)

Dirección: Calle Topacio 629. Valle Dorado. Ensenada. B.C.

Correo electrónico: msalinas@cicese.edu.mx

Teléfono: 7771898763

Palabras clave: Pacífico Central Mexicano, Corriente Costera Mexicana, transporte estacional, modelación numérica.

La Corriente Costera Mexicana (CCM), localizada frente a la costa mexicana entre el Golfo de Tehuantepec y el Golfo de California, fluye hacia el polo y está en interacción con estructuras importantes para la región. La CCM es de importancia ya que acarrea agua tropical a la región subtropical, además de que provee de momento extra hacia la Contracorriente Subsuperficial de California. En este trabajo se examina el comportamiento estacional y promedio del transporte que la CCM acarrea. Con esto se identifican conexiones con flujos adyacentes y otros procesos que afectan a la CCM. Se utilizaron las salidas de un modelo numérico con alta resolución costera que reproduce de manera realista a la CCM, otras estructuras importantes en la región y su variabilidad. Con la climatología de las salidas del modelo se calculó el transporte estacional a diferentes latitudes dentro de un límite establecido que encierra a la CCM. Para las cuatro estaciones del año se encontró una variación espacial del transporte similar, pero con diferencia en la cantidad de transporte acarreado debido a la variabilidad semianual de la componente subsuperficial; durante primavera y otoño la CCM acarrea tres veces más transporte. Se identificaron las interacciones estacionales con los flujos adyacentes, destacando la restricción de la CCM en subsuperficie que varía de latitud debido a la variabilidad del cuenco de Tehuantepec y la importancia del aporte de transporte del domo de Cabo Corrientes para que la CCM se extienda a superficie. Frente a Cabo Corrientes se identificó una pérdida importante del transporte de la CCM hacia la región de transición, que se refleja en un adelgazamiento de la corriente. En el transporte no se cuantificó la interacción de la CCM con el sistema de la Corriente de California, pero sí se pudo observar en la circulación las desviaciones de la CCM hacia la Contracorriente de California durante primavera y otoño, y la intrusión de la Corriente de California a la zona de transición durante primavera.

Potencia asociada a particiones espectrales de oleaje en costas mexicanas

Salinas Prieto, José Antonio¹, Maya Magaña, María Eugenia¹ y Hernández Martínez, Constantina¹

¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

jsalinas@tlaloc.imta.mx

Palabras clave: modelación, oleaje, espectro, potencia, costas

La resolución de las simulaciones globales de oleaje son adecuada para describir distribuciones de altura de ola, dirección, período, energía y potencia en aguas profundas, pero es insuficiente para describir la alta variabilidad local y regional en zonas costeras, por ello es fundamental realizar adicionalmente simulaciones de oleaje en mallas regionales anidadas que consideren batimetrías a más alta

resolución, sobre todo en zonas de océanos someros y áreas costeras, comparándolas con las observaciones disponibles.

El oleaje es una fuente alternativa de energía que México puede aprovechar en sus más de 10,000 Km. de litoral. El Consorcio CEMIE-Océano (Centro Mexicano de Innovación en Energía Océano), patrocinó los resultados de este trabajo, donde se realizaron simulaciones de oleaje para el período 1979-2010 con el modelo Wavewatch III, el cual fue forzado con datos de viento del modelo CFSR, con una resolución espacial de 0.312 (aproximadamente 30 Km.). La resolución de la malla global de oleaje es de 0.5 ° aproximadamente 50 Km, de esta malla se extrajeron las condiciones iniciales y de frontera para dos mallas regionales: sobre el Golfo de México-Caribe y sobre el Pacífico Mexicano. La primera se ubica entre las latitudes 10°N y 30°N y las longitudes 60° W y 100°W, mientras que la segunda se ubica entre 8°N y 35°N y 85° W y 130°W, ambas mallas con resolución espacial de 0.1 ° aproximadamente 10 Km).

En este trabajo se muestra la evaluación del desempeño del modelo Wavewatch III mediante las métricas: error cuadrático medio, error medio absoluto, correlación y desviación estándar, utilizando observaciones de la base de datos ERA5 para 3 regiones de costas mexicanas del Pacífico y para 4 en el Golfo de México-Caribe, esto en las variables: altura significativa, período pico y dirección promedio para las tres principales particiones espectrales, estimando su ciclo anual y estacional para las 7 áreas analizadas. Se calculó la potencia de oleaje para las tres principales particiones espectrales, estimando sus valores extremos mediante los percentiles 10 y 90, identificando las costas mexicanas con mayor potencial de oleaje. Se discuten los resultados del desempeño del modelo, identificando las áreas con mayor potencia y oleaje y mayor fiabilidad en las cercanías costeras de ambos litorales mexicanos.

La circulación superficial de la entrada al Golfo de California en base a altimetría satelital costera

Valle Rodríguez, Jonathan Bruno¹, Trasviña Castro, Armando ¹, Parés Sierra, Alejandro Francisco², Castro Valdez, Rubén ³, Flores Morales, Ana Laura ³, Paulmier, Aurelien ⁴

¹Unidad La Paz, Grupo de Oceanografía Tropical y Laboratorio SERVANT, CICESE, México

²Departamento de Oceanografía Física, CICESE. México

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC. México

⁴LEGOS, Francia

trasvi@cicese.mx, CICESE Unidad La Paz, Miraflores #334 e/Mulegé y La Paz, Fracc. Bella Vista, La Paz 23040, BCS. (612) 121 3031 x 28103

Palabras clave: Circulación superficial, nivel del mar, altimetría costera, Golfo de California, oceanografía satelital.

En la entrada al golfo de California (20 a 23°N) la circulación superficial exhibe diferencias estacionales importantes tanto en la región oceánica como en su zona costera. En invierno y primavera la circulación oceánica refleja el efecto de los vientos del Noroeste, mientras que en la costa del continente la circulación se modifica por la temporada de surgencias. En contraste, en el verano los vientos dominantes provienen del Sureste, la circulación oceánica registra el avance de aguas tropicales hacia el interior del golfo y en la zona costera se activa el chorro hacia el polo de la Corriente Costera Mexicana. El propósito de este trabajo es describir en detalle la circulación de la región a través de mapas de circulación, y de otras variables observables con sensores remotos. Hacemos énfasis en la circulación costera y su interacción con la región oceánica de la entrada. La región ha sido estudiada anteriormente con datos de altimetría de baja resolución ($0.25^\circ \times 0.25^\circ$), distribuidos por Copernicus Marine Service (Unión Europea) para el dominio oceánico. Debido a su resolución espacial tiene limitaciones importantes en la franja costeras. Aquí presentamos resultados que incorporan altimetría satelital reprocesada para la zona costera. Esta permite recuperar datos de nivel del mar en la franja de 50 km cerca de la costa. Usamos información de múltiples misiones altimétricas para generar mapas de alta resolución (7×7 km) de anomalías de nivel del mar y de corrientes geostroficadas. De esta manera construimos mapas semanales y mensuales para el periodo de 2002 a 2016. Discutimos los mapas climatológicos de corrientes en base a altimetría satelital, de temperatura superficial con datos del Grupo de Alta Resolución de Temperatura Superficial del Mar y de los vientos del re-análisis del Centro Europeo de Pronóstico de Rango Medio. En invierno e inicios de primavera encontramos corrientes hacia el sur con temperaturas de 21° - 25°C . Los vientos son del noroeste (5 ms^{-1}). En febrero y marzo aguas de la Corriente de California alcanzan la entrada al golfo y se combinan con la circulación saliente del golfo para formar un remolino anticiclónico con velocidades superficiales de $\sim 0.3 \text{ ms}^{-1}$. De mayo a septiembre, en la costa del continente se establece el flujo hacia el polo de la Corriente Costera Mexicana, con velocidades de 0.3 ms^{-1} . Las temperaturas muestran el avance de las isotermas de 26°C , consistentes con la advección de aguas cálidas de origen tropical. De julio a septiembre la Corriente Costera Mexicana se desprende de la costa y forma una circulación ciclónica de gran extensión centrada en 23°N y que abarca la mayor parte de la entrada. Meses después se establece el chorro costero hacia el polo en la costa occidental de la península de Baja California. Este flujo acarrea aguas de la entrada al golfo, tiene velocidades de 0.25 ms^{-1} y un ancho de 50 a 90 km. Con datos de cruceros estimamos que su extensión vertical alcanza los 100 m de profundidad. Este chorro se desarrolla estacionalmente, su inicio puede variar entre agosto y octubre y extiende la influencia de la entrada, al menos, hasta la boca de Bahía Magdalena (24.5°N).

Cambios en la hidrografía del Norte y Alto Golfo de California, considerando la influencia del Río Colorado: un estudio numérico

Ticse De la Torre, Katerine Elsy^{1, *}, Parés Sierra, Alejandro¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada – CICESE

*E-mail: Ticse@cicese.edu.mx

**Cel: 9614066973

Palabras clave: CROCO, Río Colorado, Norte y Alto del Golfo de California.

Actualmente la hidrografía del Norte y Alto Golfo de California no se encuentra influenciada por la presencia de agua dulce proveniente del Río Colorado, esto debido a las numerosas presas construidas desde el año 1935. Usando un modelo numérico de simulación (CROCO) y datos históricos de descarga del río antes de la supresión de flujo, simulamos dos escenarios de la hidrografía del Norte y Alto Golfo de California durante un año climatológico. El primer escenario denominado escenario 'Control' que considera el estado actual de la zona, y el segundo escenario denominado escenario 'RíoColorado' que considera, además, diferentes descargas del río a lo largo del año. Encontramos que la mayor influencia del Río Colorado se concentra en la costa noroeste del Alto Golfo de California. Las mayores diferencias encontradas son en la salinidad con una pluma que se extiende hasta los ~30°N. Un análisis de trayectorias lagrangianas muestra que las partículas soltadas cerca de la boca del río viajan hacia la costa noroeste en el escenario RíoColorado, mientras que en el escenario Control oscilan alrededor de su posición inicial. La pluma del Río Colorado muestra un balance semigeostrófico en periodos cortos de tiempo, formando una pluma de 'Gran Escala'.

Dispersión de partículas en un dipolo de Chaplygin-Lamb

Ocampo Jaimes, Jesús ^{1*}; Graef Ziehl, Federico ¹; Zavala Sansón, Luis ¹

Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California, México.

ocampojj@cicese.edu.mx

Palabras clave: dispersión de partículas, dipolo de Chaplygin-Lamb, procesos estocásticos lagrangianos

En este trabajo se estudia la dispersión de partículas en un dipolo de Chaplygin-Lamb mediante un modelo estocástico lagrangiano, en el que la velocidad total de una

partícula es igual a la del dipolo más una velocidad estocástica (caminata aleatoria), que representa una turbulencia homogénea. Se hacen experimentos con miles de partículas y con el método de Runge-Kutta de 4º orden se resuelve el sistema de ecuaciones estocásticas para calcular la varianza respecto al centro de masa (dispersión) en función del tiempo. Debido a la geometría del dipolo conformado por un flujo interior y exterior, la dispersión tiene un comportamiento diferente dependiendo en qué región se dispersen las partículas. El primer comportamiento se da en el flujo exterior, donde las partículas no sienten el efecto del flujo interior, resultando en una dispersión que crece linealmente en el tiempo, análoga a la caminata aleatoria (dispersión estándar). El segundo ocurre cuando las partículas interactúan con la separatriz (frontera entre el flujo interior y exterior), ocasionando que la curva de dispersión se deforme creando una oscilación. El tercero es cuando las partículas inician en el interior (en uno de los polos): ahí se crean múltiples oscilaciones en la dispersión debido a las elongaciones de las líneas de corriente y la circulación de los polos

Análisis de la altimetría costera en el Caribe mexicano

Palma-Lara Daniela¹, Carrillo Laura¹, Trasviña-Castro Armando², Reyes-Mendoza Oscar¹

¹ El Colegio de la Frontera Sur, ² Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

daniela.palma@estudianteposgrado.ecosur.mx , 77014

983 - 108 5187

Palabras clave: Circulación, Altimetría costera, Caribe mexicano

La circulación en el Caribe mexicano se encuentra influenciada por la corriente de Yucatán, sin embargo, existe una gran variabilidad de esta a lo largo de la estrecha plataforma continental del estado de Quintana Roo. Se sugiere que esta variabilidad puede estar en gran parte relacionada con la variabilidad que presenta el arribo de la corriente de Caimán a la costa. La altimetría costera es una herramienta que monitorea las variaciones del nivel del mar y que permite el monitoreo de procesos de mesoescala. El objetivo de este trabajo es utilizar la altimetría costera en el Caribe Mexicano con la finalidad de describir la variabilidad de la corriente costera en el Caribe mexicano. Para ello fueron utilizados los datos de ALES (Adaptative Leading Edge Subwaveform por sus siglas en inglés) descargados de la plataforma Open Altimeter Database del periodo 2002 a 2020. Se analizaron los tracks cercanos a la

costa de las misiones ENVISAT, SARAL, Jason y Sentinel. Los productos presentan una frecuencia de 1-Hz (una medición cada ~7 km a lo largo del track) con una resolución variable entre 10 a 35 días. A las mediciones de la anomalía del nivel del Mar (SLA) se le realizaron las correcciones atmosféricas y mareales, y posteriormente se realizaron estimaciones de las velocidades geostróficas para analizar la variabilidad estacional e interanual de la circulación costera en la zona de estudio. El análisis de los datos muestra una aportación mareal <20cm, con una dominancia de señal de marea en la serie de la SLA variable a lo largo de la costa. Resultados preliminares muestran diferencias en las componentes de las velocidades geostróficas a lo largo que la costa lo que sugiere una clara diferenciación de la dinámica costera. En el norte con la dominancia de la corriente de Yucatán, mientras que en sur las variaciones podrían estar relacionada con procesos de mesoescala como giros y la dinámica de la corriente de Caimán. Los resultados de este trabajo sientan bases en el monitoreo de la variabilidad costera utilizando altimetría costera, colaborando con la investigación y el entendimiento de procesos biológicos.

Variación estacional de la constituyente de marea M2 en el cañón de Punta Banda, Baja California, México

Andrea Mitre Apéaz, Manuel López, Julio Candela y Paula Pérez-Brunius.
Centro de Investigación Científica y de Educación superior de Ensenada (CICESE).
mitre@cicese.edu.mx Tel+52 646 128 2678

Palabras clave: Cañón Punta Banda, corrientes de marea, análisis armónico, variación estacional.

Con el objetivo de caracterizar las corrientes de marea en la zona del cañón de Punta Banda ubicado en la bahía Todos Santos, Baja California, México, se analizaron series de corrientes y temperatura de tres anclajes ubicados en distintas partes del cañón submarino de Punta Banda, con duración aproximada de un año (2011-2012). Se realizó análisis armónico a las series completas de corrientes, y se encontró que para la componente M₂ es la más energética. La estructura vertical de las corrientes de la M₂ en el anclaje del centro de la boca de la Bahía (400 m de profundidad) es significativamente baroclínico; el segundo anclaje más profundo afuera de la bahía, la estructura es esencialmente baroclínica, mientras que en el anclaje más somero, pero también ubicado fuera de la bahía, las corrientes son menos energéticas y las componentes barotrópica y baroclínica son similares. En el único anclaje con una duración mayor a un año se encontró que los satélites anuales de la M₂ son significativos indicando una importante variación estacional. Se realizó análisis armónico a segmentos estacionales de 90 días a los datos de corrientes y a la isoterma de 9°C extraída de los datos de temperatura. Se determinó que

efectivamente existe una gran variación estacional de las corrientes de marea de la constituyente M_2 . Las amplitudes máximas de las corrientes totales fueron alrededor de 7 cm/s, mientras que, en otoño, la estación más energética, las amplitudes máximas llegaron a 15 cm/s. La primavera fue la estación menos energética con amplitudes máximas de 6 cm/s. Con respecto a la variación de la profundidad de la isoterma, en promedio está a los 150 m de distancia del fondo, pero presenta variaciones significativas dependiendo de la estación. La mayor amplitud del desplazamiento se presentó en primavera, con una amplitud de 11 m, y la menor se presentó en invierno, donde la amplitud disminuye a 3 m en la vertical. La variación estacional de las corrientes de marea, parece estar ligada a las corrientes baroclínicas que van a ser afectadas por las variaciones estacionales de la estratificación.

Asimilación de datos en un modelo regional del Pacífico Nororiental Mexicano

Ashida Hernández, Eduardo y Parés Sierra, Alejandro Francisco

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
e-mail: ashida@cicese.edu.mx, Departamento de Oceanografía Física, CICESE,
Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, 22860 Ensenada, BC,
México.

Tel. +52 (333) 130 3417

Palabras clave: Asimilación de datos, IMECOCAL, Filtro SEEK, Pacífico mexicano, CROCO

La dinámica del Pacífico Nororiental Mexicano (PNM) está influenciada principalmente por el sistema de corriente de California (SCC). El SSC está compuesto por la Corriente de California (CC) que se dirige de forma persistente hacia el ecuador, y la Contracorriente Subsuperficial de California (CSC) que fluye hacia el polo a lo largo del talud. En este trabajo se estudió el SSC frente a la península de Baja California realizando tres experimentos numéricos con una implementación del modelo de circulación general CROCO (Coastal and Regional Ocean Community Model): (i) experimento de control ("libre", sin asimilación), (ii) esquema de relajación Newtoniana ("nudging"), (iii) esquema de asimilación con un filtro de Kalman de orden reducido: filtro SEEK (Singular Evolutive Extended Kalman). Los datos usados para el esquema de relajación y asimilación consistieron de mediciones superficiales hidrográficas (temperatura y salinidad) de campañas oceanográficas del programa de IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California). Los resultados de los experimentos fueron comparados contra datos independientes de temperatura superficial del producto de nivel 4 MUR (Multi-Scale Ultra-High-Resolution) de NASA/JPL (National Aeronautics and Space Administration's Jet Propulsion Laboratory) y perfiles hidrográficos de los lances de las campañas de IMECOCAL. Para todos los experimentos, el modelo reprodujo adecuadamente las características generales del SCC. En acuerdo a lo reportado por observaciones, la CC modelada

fue persistente hacia el sur permaneciendo en promedio a una profundidad de ~100 m, a su vez, la CSC modelada fue más fuerte alrededor de los meses de junio y noviembre-diciembre, con velocidades promedio de hasta ~6 cm/s. Respecto a la simulación con esquema de relajación, el análisis de la temperatura superficial del modelo mostró en promedio una disminución de la raíz del error cuadrático medio (RECM) del ~29% y un aumento en la correlación de ~2% con respecto al experimento de control. Al comparar el análisis del modelo con los perfiles en toda la profundidad de la columna de agua de IMECOCAL, respecto a la temperatura, se obtuvo una disminución de ~75% en la RECM y un aumento en la correlación de ~0.3%, mientras que en la salinidad se mostró una disminución de ~32% en la RECM y no hubo cambio aparente en la correlación (~0.0%). El desempeño del esquema de relajación fue más aparente en la capa cercana a la superficie, donde en los primeros 100 m la correlación en relación a la temperatura aumentó ~2% y ~8% para la salinidad. Por otro lado, los resultados preliminares del experimento con el esquema de asimilación sugieren una mejora en cuanto a la correlación y RECM con respecto a los datos superficiales y perfiles hidrográficos.

Condiciones oceanográficas costeras durante un evento de norte en un sitio de agregación reproductiva del Arrecife Mesoamericano

Sánchez-Hernández Suleyma¹, Laura Carrillo^{1*}

¹El Colegio de la Frontera Sur, Departamento de Observación y Estudios de la Tierra, la Atmósfera y el Océano lcarrillo@ecosur.mx Av. Centenario km 5.5, Col. Pacto Obrero, 77014 Chetumal, Quintana Roo, México

Palabras clave: corrientes costeras, estructura termohalina, Caribe

Muchas especies de peces de arrecife de importancia ecológica y comercial desovan en momentos y lugares muy específicos conocidos como sitios de agregaciones reproductivas (SAR). Las razones de la selección del sitio y tiempo no han sido muy entendidas. Las hipótesis se centran en la importancia de los factores oceanográficos y sus implicaciones para el transporte de huevos y larvas. En este estudio, se llevó a cabo una campaña de observación para obtener información sobre los procesos físicos oceanográficos costeros que ocurren en un SAR del Arrecife Mesoamericano. La corriente costera y la estructura termohalina se caracterizaron mediante el uso de instrumentación anclada tales como: perfilador acústico de corrientes, cadena de termistores, sensores de presión, y CTD, así como observaciones lagrangianas y lances de CTD, durante el período de desove de luna llena del 11 al 17 de marzo de 2017. Se observó una rápida respuesta de las condiciones oceanográficas costeras al forzamiento meteorológico, en particular, variaciones significativas en el SAR durante el paso de un evento de frente frío conocido como Nortes, caracterizado por

baja temperatura del aire y viento del norte. Previo al paso del Norte, el SAR, predominaba un sistema de los vientos alisios (SE-NE), y se registró una estratificación de la columna de agua y las corrientes superficiales presentaron dirección hacia el norte en el componente a lo largo de la costa y hacia el arrecife en el componente perpendicular a la costa. Sin embargo, durante el paso el Norte, el viento se intensificó con cambió de dirección N-NE, y una caída continua en la temperatura del aire, resultando en condiciones oceanográficas contrastantes, columna de agua bien mezclada, flujo hacia el sur y hacia fuera del arrecife, con adicionalmente un flujo cercano al fondo con agua más densa procedente de la laguna arrecifal que fluye hacia fuera de la costa. Estas condiciones juegan un papel determinante para la dispersión inicial de huevos y larvas de peces en el sitio SAR.

El Caribe Mexicano: una joya oceanográfica

Sosa Millán, Valeria Jarumi; Enríquez Ortiz, Cecilia Elizabeth

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias.

harumi.sosa@ciencias.unam.mx; Calle Rosa Saphir, No. 111, Fracc. El Rosedal, Aguascalientes, Aguascalientes, CP. 20126. Teléfono: 442 774 51 62

Palabras clave: Caribe Mexicano, hidrografía, masas de agua, surgencia

El Caribe Mexicano es una región marina de gran importancia socioambiental, por los servicios ambientales que ofrece; biológica, por su gran productividad y extensa biodiversidad, pues alberga al Sistema Arrecifal Mesoamericano, el segundo más grande del mundo; climática por su papel en la distribución de flujos de agua y calor; y energética ya que debido a su dinámica oceánica tiene potencial para la producción de energía limpia. Sus características oceanográficas son moduladas por la corriente de Yucatán, una intensa corriente de frontera oeste que lleva agua del Atlántico norte y sur a la corriente del Golfo la cual participa de forma importante en la regulación climática global. A pesar de la importancia del Caribe Mexicano se han realizado pocos estudios oceanográficos locales y la información que se conoce hasta ahora ha provenido principalmente de estudios en zonas adyacentes. En abril-mayo de 2019 se realizó el crucero CEMIE-I como parte del proyecto nacional Centro Mexicano de Innovación en Energía Océano el cual busca desarrollar e implementar tecnología para la generación de energía limpia a partir del océano. Como parte de este proyecto, es necesario caracterizar las condiciones medioambientales de la región, y el presente trabajo contribuye mediante la descripción y análisis de los patrones de distribución de la temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Los resultados muestran que la distribución vertical y horizontal de estas variables

hidrográficas se ve fuertemente afectada por los fenómenos asociados a las corrientes de frontera oeste y su interacción con el escarpado y poco profundo talud de Quintana Roo. Entre esos fenómenos se encuentra el levantamiento dinámico de las masas de agua generado por fricción de la Corriente de Yucatán con el fondo marino. Este fenómeno se manifiesta en la parte superior de la columna de agua, pronunciándose en el canal de Cozumel y hacia el norte. Gracias a este levantamiento es posible encontrar agua con características de capas intermedias tales como baja temperatura, ligeramente mayor salinidad, menor concentración de oxígeno y mayor concentración de nutrientes distribuida en la capa superficial cerca del talud continental y cerca de la subsuperficie. También se confirmó la presencia y poca alteración de masas de agua con origen al norte y sur del Atlántico.

Estructura de la salinidad en verano en Bahía de la Paz, Golfo de California

Obeso-Nieblas Maclovio¹, Gaviño-Rodríguez Juan Heberto², Martínez-Flores Guillermo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Instituto Politécnico Nacional

²Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

mniebla@ipn.mx

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 592. Código Postal 23096 La Paz, B.C.S. México
Teléfono contacto: 6121405448

Palabras clave: Evolución de salinidad, El Niño, La Niña, Bahía

Se describe la evolución temporal del gradiente de salinidad en la bahía, con base en muestreos realizados en verano (septiembre) de siete años, período durante el cual se registró un evento Niño muy fuerte, un evento Niña fuerte, dos eventos Niño débiles y tres eventos normales. En 2015 (Niño muy fuerte) se observó la menor salinidad superficial promedio (34.71 gkg^{-1}), sin una estructura de haloclina, con un máximo subsuperficial a los 25 m, luego un mínimo a los 40 m y a continuación el valor máximo del muestreo (35.01 gkg^{-1}) a los 130 m, posteriormente se aprecia una disminución gradual hasta los 381 m. En 2010 (Niña fuerte) se midió la mayor salinidad superficial promedio (35.27 gkg^{-1}), sin una distribución de la haloclina con un máximo subsuperficial a los 11 m, posteriormente un mínimo a los 40 m, luego otro máximo a los 74 m y a continuación se aprecia una disminución gradual hasta los 366 m. Estos dos eventos anómalos representan los extremos de la estructura de la salinidad en los primeros 68 m de profundidad en la bahía en este período. En general se puede apreciar una ausencia de una capa de mezcla, sin una estructura de haloclina en estos muestreos. Al parecer un evento anómalo como un Niño muy fuerte produce una disminución de salinidad muy importante en los primeros 68 m de profundidad,

en contra parte una Niña fuerte aumenta significativamente la salinidad hasta los 130 m. La mayor variabilidad se observó en los primeros 130 m de cada muestreo, después la salinidad disminuye en forma gradual, es de destacar que aun en la parte más profunda de la bahía (Cuenca Alfonso), la salinidad tiene una variación importante. En todos los muestreos se registró una estructura de salinidad diferente, lo que implica que no existe una configuración uniforme y que cambia en el tiempo, producto de la influencia del Golfo de California y las condiciones locales (radiación solar, viento, morfología y mareas).

La estructura termohalina de la interacción de una descarga submarina de agua subterránea en la zona costera del Caribe Mexicano

Camacho-Cruz Karla A^{1*}, Carrillo L², Sánchez A^{1.}, Ortiz-Hernández Ma.C²

Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR, La Paz Baja California Sur¹,
El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal Quintana Roo
kcamachoc1800@alumno.ipn.mx Av. IPN, S/N, La Paz, Baja California Sur, CP
23096

Palabras clave: acuífero subterráneo, salinidad, flujos, marea.

A causa de la naturaleza cárstica de la Península de Yucatán, en la zona costera del Caribe Mexicano existe una ausencia de ríos superficiales, sin embargo, es común encontrar aportes de agua del acuífero cárstico a lo largo de la costa, mediante descargas submarinas de agua subterránea (DSAS). El acoplamiento del sistema cárstico, acuífero subterráneo-laguna arrecifal, comparten conexiones que dan lugar a procesos de intrusión de agua marina hacia el acuífero, y DSAS en la laguna arrecifal, resultando en una zona de interfase en donde ocurren cambios importantes de la estructura termohalina poco estudiados. Con el objetivo de conocer la variabilidad espacial y temporal en una zona de interfase, se realizaron dos campañas de observaciones en el Cenote Manatí y la laguna arrecifal adyacente Nohoch-Teek en las costas de Tulum, Quintana Roo. Las campañas consistieron en mediciones CTD durante un periodo de ~7 h en una marea muerta (23 de noviembre 2019) y viva (25 de enero del 2020), se instalaron sensores de presión, y se registró la velocidad del intercambio de agua en la boca del cenote Manatí. Se observó variación semidiurna en el nivel del mar, en la estructura termohalina del cenote Manatí y de la laguna arrecifal Nohoch-Teek, y en el flujo entre el cenote y el mar. Los valores de salinidad en el cenote Manatí, durante mareas vivas mostraron un rango mayor (9.8–25.2 UPS) que en mareas muertas (10.7–23.5 UPS), evidenciando un mayor intercambio de agua subterránea y marina. Los flujos de intercambio en la cabeza del cenote oscilaron de forma inversa a la variación del nivel del mar, registrándose las

mayores velocidades (0.22 m s^{-1}) durante la bajamar. En la laguna arrecifal, la estratificación fue mayor en la zona de la DSAS y al sur-sureste, mientras que al noreste, la columna de agua mostró mayor homogeneidad y características marinas tanto en mareas vivas y muertas. Durante la bajamar de la marea viva, el transporte de agua menos densa presentó un mayor alcance ($\sim 200 \text{ m}$ sur-sureste) que en marea muerta, además se observaron las menores concentraciones de salinidad (12.5 UPS), evidenciado un mayor aporte de la DSAS. Este trabajo reporta por primera vez la dinámica de la estructura termohalina en la zona de interfase entre el sistema subterráneo y marino en el Caribe Mexicano.

Características termohalinas en enero de la ensenada de La Paz, Baja California Sur

Obeso-Nieblas Maclovio¹, Gaviño-Rodríguez Juan Heberto², Martínez-Flores Guillermo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Instituto Politécnico Nacional

²Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima
mniebla@ipn.mx, jgavinho@gmail.com, gmflores@ipn.mx

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 592. Código Postal 23096 La Paz, B.C.S. México
Teléfono contacto: 6121405448

Palabras clave: Comportamiento termohalino, capa de mezcla, Ensenada, gradiente superficial.

Se describe el comportamiento termohalino en la ensenada, durante enero de 2018 (invierno) en condiciones de una (Niña-débil). La estructura vertical de la temperatura muestra una columna completamente mezclada con los valores máximos en la boca, mientras que los valores mínimos se registraron en la cabecera, la temperatura disminuye desde la boca ($21.91 \text{ }^\circ\text{C}$) hacia la cabecera ($19.03 \text{ }^\circ\text{C}$). La distribución vertical de la salinidad se puede apreciar totalmente mezclada con los valores máximos en la cabecera, entre tanto los valores mínimos se obtuvieron en la zona de la boca y el canal principal. Superficialmente la salinidad se incrementa desde la boca (35.39 gkg^{-1}) hacia la cabecera (36.92 gkg^{-1}). La ensenada se pudo apreciar más densa en la cabecera y menos densa en la boca, mezclada por entero la columna de agua y superficialmente el valor máximo se localizó en la cabecera (26.06 unidades de $\sigma\text{-t}$), con una disminución gradual hacia la boca con un valor mínimo de (24.54 unidades de $\sigma\text{-t}$). En este cuerpo de agua el comportamiento de la densidad responde al efecto combinado de la temperatura y la salinidad, dado que en la cabecera se registró una mayor salinidad y una menor temperatura, lo que dio origen a una mayor densidad. La ensenada según la estructura de salinidad y densidad se

puede separar claramente en dos grandes regiones: la boca con la zona del canal principal (comunicación con la Bahía de La Paz) y la cabecera con una amplia zona de inundación muy somera. Se muestra también un gradiente superficial importante en temperatura, salinidad y densidad entre la cabecera y el canal principal (estaciones E10 a E17). Las características termohalinas de la ensenada responden a la influencia de la Bahía de La Paz y a las condiciones locales (vientos, mareas, radiación solar y morfología).

Circulación residual en las entradas de dos estuarios subtropicales

Juárez Braulio¹, Ruíz de Alegría Arzaburu Amaia¹, Enríquez Ortíz Elizabeth Cecilia²,
Valle-Levinson Arnoldo³

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja
California

ENES-Mérida, Facultad de Ciencias, Campus Yucatán, UNAM
Department of Civil and Coastal Engineering, University of Florida
braulio.juarez@uabc.edu.mx

Palabras clave: Circulación residual; estuarios subtropicales; Corpus Christi;
Laguna Madre

La circulación no mareal, o residual, en estuarios se calcula para estimar el intercambio neto de agua entre cuerpos costeros semicerrados (i.e. estuarios) y el mar adyacente. En la costa occidental del Golfo de México se estimó la circulación residual con mediciones simultáneas de corrientes en la entrada de dos estuarios subtropicales: la Bahía de Corpus Christi y Laguna Madre. Ambos estuarios mostraron una circulación verticalmente homogénea durante la mayor parte del tiempo. En la entrada a la Bahía de Corpus Christi, Port Aransas, la circulación residual consistió en un flujo hacia fuera de la bahía. Mientras, en la entrada localizada al sur de Laguna Madre, Brazos Santiago, el flujo hacia dentro predominó durante la serie de tiempo. Las diferencias encontradas en las mediciones de ambas bocas son el resultado de la diferencia en los aportes de agua continental y marinos que tienen cada una de las localidades. Se observaron eventos en los que el flujo residual tuvo la misma dirección en ambas bocas, lo que sugiere momentos de escala sinóptica (i.e. vientos) dominando la circulación.

Dinámica de la circulación superficial de la Bahía de La Paz, México

Torres-Hernández, María-Yesenia¹; Trasviña-Castro, Armando²; Rosales-Villa, Alida-Rosina¹; Souza-Gomez, Alejandro-José³.

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias, Instituto Politécnico Nacional; Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, Apdo. Postal 592. C.P. 23096, La Paz, B.C.S., México.

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad La Paz; Miraflores No. 334 e/ Mulegé y La Paz. Fracc. Bellavista, C.P. 23050. La Paz, B.C.S. México.

³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida; Km. 6 Antigua carretera a Progreso. Apdo. Postal 73, Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yuca., México.

Autor de contacto: Torres-Hernández, María-Yesenia,

mtorresh1800@alumno.ipn.mx

Teléfono de contacto: 6121607949.

Palabras clave: sub-mesoescala; equilibrio de fuerzas; flotadores lagrangianos.

La Bahía de La Paz (BLP) es el cuerpo costero más grande y profundo del Golfo de California (GC). Los factores que pueden influir en el flujo de nutrientes en esta zona costera son múltiples: el viento local, la marea, la batimetría, la forma de la costa y la influencia de las estructuras de mesoescala del GC. En particular, la literatura reporta la presencia de remolinos ciclónicos en la zona más profunda de la bahía. El análisis de escala de esos remolinos es consistente con la influencia de fenómenos de escalas temporales y espaciales más pequeñas. En este trabajo, exploramos la influencia de los fenómenos sub-mesoescala en la dinámica de la bahía y en la generación de los remolinos. Estos procesos son capaces de inducir mezcla vertical y fertilización de la capa superficial de la bahía. Presentamos el balance de fuerzas en la capa superficial para el caso de dos períodos de observación en 2004, usando flotadores lagrangianos. Estos flotadores describen trayectorias en sentido antihorario y muestran que el movimiento persiste en el interior de la bahía por unos 30 días. Nuestro balance de fuerzas usa como forzantes una combinación del viento sobre la bahía, los gradientes de presión de la marea y la advección por la Boca Grande de la bahía. La mayor parte del tiempo estos forzantes cierran el balance de fuerzas descrito por los flotadores. Solamente cuando hay advección intensa, acompañada de fuertes gradientes de densidad, nuestro tratamiento de los datos de los flotadores subestima el gradiente de velocidad y la advección. Sin embargo, es claro que la circulación registrada por los flotadores lagrangianos en la BLP es de sub-mesoescala.

Evidencia de remolinos de sub-mesoescala dentro de la Bahía de Todos Santos, BC, México

Hernández Walls, Rafael y Navarro Olache, Luis Felipe

Universidad Autónoma de Baja California
Dirección postal Km 108 Carretera Tijuana Ensenada rwalls@uabc.edu.mx

Palabras clave: sistemas dinámicos, velocidad superficial, remolinos de meso-escala, radares de alta frecuencia. Parámetro Okubo-Weiss.

Se detectó la presencia de remolinos de sub meso-escala en el interior de la Bahía de Todos Santos, Baja California al analizar el campo vectorial de las corrientes superficiales obtenido por un sistema de radares de alta frecuencia (HFR). Los datos de la velocidad son calculados por el sistema de HFR dentro de una malla de 484 nodos de velocidad, muestreada en forma horaria. Al obtener los eigenvalores de la matriz jacobiana para cada nodo nos permitió analizar el parámetro de Okubo-Weiss sin la restricción de suponer divergencia cero. Al tomar en cuenta el diagrama de Poicaré nos permitió utilizar la parte imaginaria de los eigenvalores para identificar remolinos que pueden ser seguidos en la base de datos del campo de velocidades. Mostramos evidencia de uno de estos remolinos detectados por el método, el cual se generó cercano al puerto de Ensenada y permaneció dentro de la BTS por más de 9 horas antes de disiparse en el centro de la BTS. El remolino presentó dimensiones de alrededor de 4 km de diámetro con rotación ciclónica y recorrió alrededor de 10 km. Los remolinos en esta escala pueden ser generados por la transferencia de vorticidad a la circulación media de las corrientes de marea, interacción de las corrientes con la topografía o cambios en la dirección del viento (sistemas de brisas).

Análisis del error en la medición de corrientes asociado al movimiento vertical de una boya en la presencia del oleaje

Herrera Vázquez, Carlos Francisco y Guilles Rasclé, Nicolas
cherrera@cicese.edu.mx, nrasclé@cicese.mx

Palabras clave: oleaje, corrientes error en mediciones, modelación numérica

En este trabajo se estudia el error generado en la medición de corrientes por una boya en movimiento, ante la presencia del oleaje y corrientes. Para esto se generó un modelo numérico donde se incorporan las velocidades orbitales del oleaje y la presencia de corrientes generadas por el viento. El estudio se realiza identificando la

importancia relativa del error en la medición cuando se analiza bajo un marco de referencia euleriano, siguiendo la superficie (similar a la descripción cuasi-euleriana de las corrientes), así como variables relacionadas con el oleaje como la deriva de Stokes. Los resultados obtenidos indican que la medición del perfil vertical de corrientes por una boya puede representar un error comparable con la deriva de Stokes, y este error dependerá de la respuesta del desplazamiento vertical de una boya con respecto a la superficie del océano, así como las características del oleaje, y la curvatura de la corriente generada por el viento.

Intercambio de agua en Banco Chinchorro y la posible relación con el estado de conservación de su zona arrecifal

Romero González Citlalli, Candela Pérez Julio, Calderón Aguilera Luis Eduardo, Castro Valdez Rubén, Graef Ziehl Federico.

Departamento de Oceanología, CICESE.
citlalli@cicese.edu.mx Tel. (52-646) 198 12 53

Palabras clave: Banco Chinchorro, circulación de gran escala, viento, mareas, oleaje.

Banco Chinchorro es un complejo arrecifal coralino clasificado como atolón, declarado como Reserva de la Biosfera desde 1996. Es una de las áreas protegidas que se encuentra en mejor estado de conservación en México y representa un importante foco de atención en los planes internacionales de preservación de recursos marinos, debido a su biodiversidad y conectividad con otros ecosistemas del Golfo de México, Cuba y Florida, por lo que conocer la dinámica del intercambio de agua en la reserva puede ser importante para entender el papel que juega esta zona arrecifal como exportadora de material ecológico. En este trabajo, un año de mediciones continuas del campo de presión subsuperficial dentro y alrededor del Banco Chinchorro, junto con observaciones de corrientes y oleaje en el exterior, sugirieron cuatro procesos principales que gobiernan el intercambio de agua del Banco con sus alrededores: el bombeo de agua generado por olas superficiales, la circulación de gran escala en la región, las corrientes impulsadas por el viento y el bombeo de las mareas. La región del Banco se caracteriza por la presencia de viento que proviene principalmente del Este, por lo que el margen oriental del arrecife coralino está expuesto al constante choque de olas que inducen la entrada de agua y generan un gradiente de presión que impulsa una deriva de este a oeste que puede reponer el agua sobre el banco en una escala de tiempo de ~10 días e incluso menos en caso de eventos de oleaje extremo. La persistente presencia de los Vientos Alisios, además de otros eventos, colocan al viento como un factor de forzamiento importante en el intercambio agua, tanto por ser el responsable de generar las olas superficiales que inciden en el Banco,

como por establecer una circulación dentro de la zona arrecifal. Con una fricción de fondo razonable, las corrientes inducidas por el viento sobre el Banco resultan casi un orden de magnitud mayores que las inducidas por el gradiente de presión, ~ 0.1 m/s que implican un intercambio del agua en el arrecife en ~ 1.5 días. Por otro lado, el régimen de micromareas semidiurnas con una amplitud de ~ 20 cm, implica que el Banco intercambia $\sim 10\%$ de sus aguas con su entorno en un día. Este bombeo de marea es efectivo para la renovación total del agua en ~ 10 días en parte, gracias a la circulación de gran escala alrededor del banco. En esa región, la circulación a gran escala está dominada por la Corriente de Yucatán. La variabilidad en la fuerza y latitud de impacto de esta corriente provoca gradientes del nivel del mar dentro del Banco, es decir, un aumento de la corriente de Yucatán de 1 m/s, durante un período de un par de semanas, establece un gradiente zonal del nivel del mar dentro del cual se puede reponer toda el agua del Banco en una escala de tiempo de ~ 14 días.

Observaciones de la estructura vertical del ciclón de Campeche a partir de datos de gliders

Cisneros Castillo, Sebastian^{1*}; Tenreiro, Miguel¹; Pallàs-Sanz, Enric¹
cisneros@cicese.edu.mx

¹Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California, México.

Palabras clave: ciclón de Campeche, estructura vertical, planeadores submarinos, remolino frontal de la Corriente del Lazo.

Se investigó la estructura vertical termohalina y la geostrofia del ciclón de Campeche (CCE) a partir de datos de planeadores submarinos autónomos (gliders), obtenidos en tres misiones diferentes del Grupo de Monitoreo Oceanográfico con Gliders (GMOG; <https://gliders.cicese.mx/Datos>): 0010 (M010, primavera), 0013 (M013, otoño), y 0017 (M017, primavera). Se utilizaron datos de altimetría satelital, y un método de detección de remolinos (periferia y centro) para estudiar la variabilidad superficial de la localización, tamaño, e intensidad del CCE, siendo más frecuente en otoño, y menos frecuente en verano. Los resultados mostraron que la distribución vertical termohalina asociada al CCE fue distinta en cada misión. La anomalía mínima de temperatura conservativa (Θ) fue de -7.87 °C a los ~ 157 m de profundidad, y la anomalía mínima de salinidad absoluta (S_A) fue de -0.86 g/kg a ~ 193 m, ambas anomalías mínimas se observaron en la M010. El valor máximo de velocidad geostrofica (U_g) de 1.02 m/s se localizó a ~ 31 m de profundidad en la M013. En general, los máximos absolutos de anomalías de Θ , S_A , y U_g de la misión M010 se encontraron ~ 100 m más someros que en las misiones M013 y M017. Con los perfiles

verticales de Θ y S_A se analizaron las masas de agua presentes en el CCE en función de la profundidad durante cada misión. En la M010 se observó en superficie Agua superficial del Caribe (CSW) erosionada, y Agua Común del Golfo (GCW) hasta los 150 m de profundidad, mientras que en la M013 el CCE, además de CSW, contenía Agua Subtropical Subsuperficial del Atlántico Norte (NASUW) centrada a las 200 m de profundidad. El CCE de la M017 contenía NASUW erosionada, precursora de la GCW. Estos resultados, sugieren que los CCE muestreados tienen diferentes mecanismos y regiones de generación. Se logró identificar dos estructuras verticales termohalinas del CCE distintas: (i) CCE de origen local con masas de agua del oeste (GCW), y (ii) CCE de origen remoto, con masas de agua de la región Este del golfo (NASUW). El CCE de origen remoto se formó por la fusión con un remolino frontal de la Corriente del Lazo (LCFE por sus siglas en inglés), y con otros ciclones presentes en la bahía de Campeche (BC). Que nosotros sepamos, hasta la fecha no se había reportado la llegada de un LCFE a la BC que modificara significativamente, y que pudiese influenciar en la estructura vertical termohalina del CCE, siendo esto el resultado más novedoso de este trabajo de investigación.

Contribución de las planicies de marea al balance sedimentario del Alto Golfo de California

Valverde García, María Fernanda y Ramírez Mendoza, Rafael

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
mvalverde@cicese.edu.mx CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas CP 22860, Apdo. Postal 360. Ensenada, B.C. México
7773757876

Alto Golfo de California, planicies de marea, balance sedimentario

Se analizaron datos hidrodinámicos y de turbidez de mediciones ubicadas en las planicies de marea en el Alto Golfo de California (AGC) durante invierno del 2009. Se encontró que el tamaño de grano más abundante en las planicies de marea son las arenas muy finas y en una de las estaciones se observó que en mareas vivas existe un flujo neto de aproximadamente $1.99 \text{ [kg s}^{-1} \text{ m}^{-2}]$ con dirección preferencial al sureste y en mareas muertas el flujo neto es de alrededor de $0.05 \text{ [kg s}^{-1} \text{ m}^{-2}]$ con dirección al noroeste. Se observó que los valores más altos de material particulado en suspensión, los esfuerzos en el fondo y la energía cinética turbulenta se presentan en mareas vivas y bajamares mientras que estos valores disminuyen en mareas muertas y pleamares.

Además, se implementó el Modelo General de Transporte Estuarino (GETM) con forzamientos de mareas, meteorológicos y oleaje calibrado por medio de los datos analizados con la finalidad de extender los resultados espaciales y temporales para conocer los impactos que la dinámica de las planicies puede tener a lo largo de la línea de costa y en el AGC, los cambios en el volumen de sedimentos, cuanto se

mueve y en qué escala temporal. Los resultados preliminares indican que los cambios en el volumen de sedimento aumentan en mareas vivas.

USO DE MODELOS NUMÉRICOS PARA LA VALIDACIÓN DE OBRAS COSTERAS

Villalba Loera Francisco Armando, Páez Valencia José Emilio

MAZCOSTA, Manejo Integral Costero

Dirección: avillalba@mazcosta.org, Ibis 409 Int. E10. Fracc. Las Gaviotas. Mazatlán, Sin. C.P. 82110. Teléfono de contacto: 6699180376

Palabras clave: obra costera, ingeniería costera, GSSHA, CFD, DELFT3D

El uso de modelos numéricos en proyectos de ingeniería costera permite, a partir de la utilización de la mejor ciencia disponible, diseñar la mejor y menor obra posible que garantice el cumplimiento de los objetivos trazados y que, además, reduzca sus costos de construcción, operación y mantenimiento, alargue su vida útil y minimice sus impactos al ecosistema costero y a la infraestructura vecina.

Para lograr lo anterior, es imprescindible contar con modelos numéricos con una formulación física y matemática robusta, que manejen escalas temporales y espaciales acordes al problema que se quiere resolver, que permitan ser calibrados y verificados contra registros de campo y que puedan acoplarse entre sí.

Se presentan tres proyectos donde se utilizaron modelos numéricos para diseñar y posteriormente validar, las obras propuestas. El primero involucra el diseño y construcción de una laguna urbana, que originalmente correspondía a una albufera que había sido rellenada con escombros. Para esto se utilizó el modelo hidráulico GSSHA (Gridded Surface Subsurface Hydrologic Analysis), para simular la respuesta hidrológica de la nano cuenca a tres eventos hidrometeorológicos y en condiciones actuales y de proyecto y el modelo SEEP/W, para determinar y cuantificar la influencia de las fluctuaciones del nivel del mar en el régimen de agua superficial y subterránea de la laguna (percolación). La modelación numérica permitió diseñar el dragado de la laguna, predecir su comportamiento a lo largo del año y calcular los niveles hidrológicos críticos, lo que resultó, además del rescate del humedal, en la reducción del riesgo de inundación que recurrentemente sufrían las colonias vecinas.

El segundo proyecto analiza un muelle peatonal sobre pilotes, proyectado a construirse en una zona de alta energía de oleaje. Se utilizó el modelo ANSYS-FLUENT, que provee una serie de procedimientos computacionales para analizar problemas de dinámica de fluidos (CFD). Se construyó una serie de oleaje, con registros de oleaje obtenidos con una video cámara durante una tormenta tropical, considerada como recurrente en la zona, para evaluar estructuralmente los pilotes ante el esfuerzo generado por el oleaje durante dicha tormenta. Los resultados

permitieron hacer una mejor distribución espacial de los pilotes y aprovechar las características batimétricas de la zona para optimizar el diseño del muelle peatonal. El tercer proyecto corresponde a un sistema de escolleras y canal de llamada de agua, para abastecer con agua de mar a 5,000 hectáreas de cultivo de camarón. Del paquete computacional DELFT3D, se utilizaron los modelos D-WAVE y D-FLOW, de manera acoplada, primero para caracterizar la dinámica costera en la zona y luego para hacer el diseño y la validación numérica de las obras costeras. Los modelos numéricos permitieron establecer las dimensiones del canal de acceso, de tal forma de no provocar el arrastre de sedimentos ni el abatimiento del canal debido a la demanda de agua de mar por la camaronera. También permitieron localizar las escolleras en una zona de menor energía, logrando también una menor longitud.

Obra de protección contra la erosión costera frente a la barra del Estero la Cruz en Bahía Kino, Sonora, México.

Cruz-Varela Jesús Antonio¹, Rosales-Grano Pedro², Méndez-Pacheco Juan Carlos³
y Dworak- Robinson Juan A.³

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Guaymas.

³Oceanus S y P.

Patrocinadores del Proyecto: Mrs Bennet y Jacquelynn Dorrance.

Correo: antonio.cruz@unison.mx

Tel: (662)1460820

Palabras Clave: Transporte litoral, erosión costera, modelación, obra de protección.

En la barra del estero La Cruz, en Bahía Kino, Sonora, se localiza un área donde se tienen procesos erosivos activos de la línea de costa. Esta pérdida de sedimentos pone en riesgo proyectos inmobiliarios en operación y otros a desarrollarse en los próximos años. La modificación de la línea de costa queda en evidencia al hacer un análisis retrospectivo utilizando imágenes de satélite de alta resolución, para la zona de los últimos 18 años (2004-2021), donde se aprecia un retroceso de la duna que conforma la barra del estero. Partiendo de que el transporte litoral está jugando un papel importante en la dinámica de la playa adyacente a el sitio, se realizó un estudio detallado de los parámetros que regulan la dinámica costera (oleaje, mareas, corrientes y transporte litoral). Para determinar las características del oleaje incidente, se analizó la información de largo periodo disponible en la base de datos del modelo global de olas WaveWatch III (Tolman, 1991) y se extrajo información del nodo numérico más cercano al sitio. Las series de tiempo de altura significativa, presentaron valores menores a 1 metro durante la mayor parte del año, sin embargo, durante el mes de agosto asociado a los eventos huracanes tropicales, se tienen valores del orden de 4 metros, con periodos asociados de máxima energía de 6 seg y a finales del mes de junio se determinaron periodos de 10 seg. La dirección asociada al máximo de energía espectral fue durante el verano y principios de otoño del sur y

sureste. Para modelar la propagación del oleaje desde el nodo numérico más cercano hasta el sitio de interés, se utilizó el modelo de SWAN (Booij, 1999). El transporte litoral se determinó mediante el módulo SED (sedimento) del modelo numérico Delft-3D (Delft3D, 2014). Se encontró que el transporte litoral grueso fue de 50,000 m³/año y utilizando toda esta información, se diseñó el proyecto ejecutivo de obra, que consiste de una estructura de protección semisumergida paralela a la costa (geotubos) localizada a 70 metros de la playa, que funciona como una barrera que disipa la energía del oleaje y genera una zona de calma entre la estructura y la línea de costa. Con el módulo MOR (morfodinámico) del modelo numérico Delft 3D, se ensayaron alternativas de arreglos de geotubos. Se seleccionó la alternativa que presentó acumulación de sedimentos frente al sitio de interés y poco efecto sobre la morfología de la línea de costa en los predios colindantes.

III. OCEANOGRAFÍA QUÍMICA

Influencia de la surgencia y aportes costeros en el sistema de carbonatos en las formaciones coralinas del noroeste del Caribe Colombiano

Ricaurte-Villota Constanza¹, Murcia-Riaño Magnolia¹, y José Martín Hernández-Ayón²

1. Programa de geociencias marinas y costeras, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Santa Marta, Colombia,
2. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.

Dirección electrónica y postal del autor con quién se establecerá el contacto:
constanza.ricaurte@invemar.org.co, Código Postal: 470006

Palabras clave: Surgencia, Presión Parcial de CO₂, Productividad, Flujos de Carbono, Precipitación.

La absorción de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico en el océano reduce el pH del agua, este proceso se conoce como acidificación del océano, lo cual tiene importantes consecuencias en los ecosistemas marinos (Feely *et al.*, 2008). No obstante, el incremento del CO₂ atmosférico está provocando una mayor disolución de éste en el océano lo que ha modificado la química ácido-base del agua de mar hacia condiciones más ácidas lo que puede disminuir la capacidad de formar estructuras a base de carbonato de calcio como moluscos, equinodermos y corales (Doney *et al.*, 2009). Las zonas coralinas del noreste del Caribe colombiano se caracterizan por presentar una gran diversidad de especies bentónicas considerándose un *hot spot* dentro del Caribe. Esta región se encuentra influenciada por los cambios estacionales de la precipitación y escorrentía de los ríos, así como los pulsos de surgencia persistentes en ciertas épocas del año. Con el objetivo de evaluar la variación interanual e intraanual del sistema de los carbonatos en zonas coralinas expuestas y protegidas del departamento del Magdalena (Noreste del Caribe Colombiano) se realizaron salidas de campo mensuales entre 2017 y 2020, realizando mediciones *in situ* de presión parcial de CO₂ (pCO₂) (sonda CO₂-Pro), temperatura, salinidad, pH y oxígeno (CTDO) entre la superficie y 20 m aproximadamente, adicionalmente se tomaron muestras para medición en laboratorio de pH, Carbono inorgánico disuelto (DIC) y Alcalinidad Total (AT). Se encontró una fuerte influencia de la surgencia estacional en la variabilidad del sistema de los carbonatos, los mayores valores de pCO₂ se registraron en los meses de enero-marzo (>580 ppm) coincidiendo con un

mayor índice se surgencia, bajas temperaturas ($\sim 24^{\circ}\text{C}$) y menor pH (7.5), en contraste, los meses dónde se presenta una mayor escorrentía y en relajamiento de la surgencia (septiembre-octubre) el valor de $p\text{CO}_2$ fue ~ 500 ppm, mayor temperatura ($>29^{\circ}\text{C}$) y mayor pH (8.4). A nivel interanual, los años 2017 y 2020 fue donde se presentaron mayores valores de $p\text{CO}_2$ mientras que la temperatura superficial del mar fue menor en el año 2019 respecto al 2017. En términos generales, los resultados de esta investigación indican que las comunidades coralinas están siendo influenciadas por factores ambientales locales y no locales, que operan a diferentes escalas temporales, dicha variabilidad podría estarles confiriendo una condición de resiliencia sobre todo ante cambios drásticos de temperatura.

Influencia de los arribazones de *Sargassum* spp. en el $\delta^{15}\text{N}$ de *Thalassia testudinum* en la costa del Caribe mexicano

González-Jones Paula¹, Camacho-Cruz K.^{1*}, Ortiz-Hernández Ma.C², Sánchez A¹

Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR, La Paz Baja California Sur¹,
El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal Quintana Roo² _
kcamachoc1800@alumno.ipn.mx Av. IPN, S/N, La Paz, Baja California Sur, CP
23096

Palabras clave: macroalgas pelágicas, enriquecimiento ^{14}N , aguas residuales.

Asociado con la descarga de aguas residuales en la zona costera se ha detectado un enriquecimiento de ^{15}N en el pasto marino *Thalassia testudinum*, en localidades con mayor desarrollo turístico del Caribe mexicano (CM). Desde 2014, el CM recibió una afluencia masiva de macroalgas pelágicas *Sargassum* spp. caracterizadas por valores de $\delta^{15}\text{N}$ de -2.51 a -0.53‰ . La descomposición de estas macroalgas puede modificar el $\delta^{15}\text{N}$ en *T. testudinum*, debido a la asimilación de ^{14}N . El objetivo es evaluar si los arribazones de *Sargassum* spp. “empobrece” la composición isotópica de nitrógeno de *T. testudinum*, en la costa del CM. Se determinó el $\delta^{15}\text{N}$ en hojas de *T. testudinum* en 3 localidades con distinto nivel de desarrollo turístico (Cancún: alto, Akumal: medio y Mahahual: bajo) durante 2 periodos del año (febrero-marzo y junio-noviembre) entre 2009 y 2017. En general, en las localidades con mayor desarrollo (Cancún y Akumal) el $\delta^{15}\text{N}$ en *T. testudinum* disminuyó significativamente a partir del año 2014, asociado a la mayor prevalencia de sargazo en estas zonas. En Cancún, este cambio fue más evidente fuera de la laguna Nichupté ($\delta^{15}\text{N}$ varió de 6.7 a 2.6‰) vs. interior de la misma (zona norte: de 8.8 a 7.7‰ y zona sur: de 10.7 a 8.1‰). En Akumal, el $\delta^{15}\text{N}$ disminuyó de 5.2 a 2.45‰ . Por el contrario, en Mahahual, el $\delta^{15}\text{N}$ no varió significativamente (de 2.4 a 1.8‰) debido a la baja prevalencia de sargazo. De este modo, una fracción significativa del ^{14}N asimilado por *T. testudinum* proviene de la descomposición del sargazo, indicando que los arribazones aportan nutrientes a

estos ambientes oligotróficos, lo cual a su vez puede dificultar la detección de N de origen antropogénico.

Cambios estacionales de las condiciones oceanográficas físicas y biogeoquímicas de cinco campañas durante el período 2019-2020 en la laguna costera de Bahía San Quintín, Baja California, México

Yacini Torres Safia Celeste, Lugo Ibarra Karina del Carmen, Camacho Ibar Victor Froylan, Canino Herrera Sergio Raul, Mejía Trejo Adan, Tanahara Romero Sorayda Aime, Vivanco Aranda Miroslava.

Universidad Autónoma de Baja California syacini@uabc.edu.mx

Palabras clave: San Quintín, dinámica, biogeoquímica

La plataforma oeste de la Península de Baja California comprende parte de la región del sistema de la Corriente de California (CC); una de las áreas más productivas del mundo por su alto contenido de nutrientes obtenidos de manera natural, donde se encuentra la laguna costera de Bahía de San Quintín (BSQ). La BSQ es uno de los cuerpos costeros lagunares con mayor productividad primaria y desarrollo acuícola de la costa noroccidental de México. En el sistema de BSQ, las variaciones estacionales, se han visto reflejadas en los procesos biogeoquímicos. Debido a lo poco profundo de la bahía, las mareas son el principal factor de la dinámica de las aguas en el área, siendo su corriente unidireccional una respuesta al flujo de marea. La importancia ambiental y socioeconómica de esta bahía, nos llevó a establecer como objetivo el actualizar las variables oceanográficas físicas y biogeoquímicas estacionalmente (otoño, primavera y verano), así como comprender la dinámica dentro de BSQ. Durante la campaña de muestreo se consideraron 15 estaciones a lo largo de toda la bahía, distribuidas en bahía Falsa y en BSQ. En total se realizaron cinco campañas con duración de 13 hrs cada campaña. Durante el trabajo de campo *in situ*, se analizaron las variables de temperatura (con un intervalo de 16° a 23°C), conductividad, pH, alcalinidad y oxígeno. Las variables que se analizaron en laboratorio fueron nutrientes inorgánicos, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y metales disueltos. De los resultados obtenidos de las variables hidrográficas nos permiten inferir que los cambios se deben principalmente a las condiciones de mareas (con un intervalo en mareas vivas de .75 a 1.50 m), las variables meteorológicas y la batimetría. En cuanto a los nutrientes inorgánicos (NO₂, NO₃, SiO₂, PO₄) los intervalos de concentración para el mes con menor concentración y el mes con mayor, para NO₂ va de los 0.004 a los 2.5 µmol/L, el NO₃ va de 0.05 a 2.5 µmol/L, el SiO₂ va de 2 a 25 µmol/L y el PO₄ va de 0.14 a 4.5 µmol/L, estos

presentaron cambios importantes principalmente en la zona de cultivo de ostiones de bahía falsa y para el resto de bahía la distribución de los nutrientes se vio afectada principalmente por la marea. Por otro lado los metales que analizamos (Zn, Pb, Cd, Cu y Cr) nos muestran cambios en las concentraciones principalmente con el Zn y Cu ya que son esos los que se presentaron con mayor frecuencia en las diferentes estaciones de muestreo.

Hierro o nitrato, ¿cuál nutriente limita la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de California durante verano?

Minerva Andrea Padilla-Villa¹, Armando Félix-Bermúdez^{1,2}, Francisco Delgadillo-Hinojosa², Karina del Carmen Lugo-Ibarra¹ & Mary Carmen Ruiz-De La Torre¹.

¹Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, C.P. 22860 Ensenada, Baja California, México

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, C.P. 22860 Ensenada, Baja California, México

padilla.minerva@uabc.edu.mx

Ave. Ermita Sur 5426, Fraccionamiento Electricistas, Tijuana, Baja California, C.P. 22106.

Palabras clave: Limitación por nutrientes, fitoplancton, Golfo de California, hierro, nitrato

Durante el verano, la estratificación térmica en el Golfo de California (GC) reduce el flujo vertical de aguas subsuperficiales hacia niveles superiores y, en consecuencia, el aporte de nutrientes. De acuerdo con datos satelitales, este contexto oligotrófico da lugar a grandes desiertos marinos delimitados por concentraciones de clorofila a (Clor-a) extremadamente bajas ($<0.3 \text{ mg m}^{-3}$). La presencia de diazótrofos, reportada en el GC durante el verano, indica que el nitrato (NO_3) y/o el hierro (Fe) son posibles limitadores de la biomasa del fitoplancton. En este estudio, evaluamos la respuesta de la comunidad fitoplanctónica de un parche oligotrófico en el GC al enriquecimiento con Fe y NO_3 . El estudio consistió en un experimento de incubación de cinco días, constituido por un control y tres tratamientos: +Fe, + NO_3 , y +Fe+ NO_3 . La muestra de agua se colectó a ~20 m de profundidad en una estación ubicada al norte de la Isla Ángel de la Guarda, con base en estrictos protocolos de muestreo ultra-limpios. Para cada tratamiento, se llenaron 10 botellas de policarbonato lavadas con ácido. Cada 24 h se realizaron muestreos destructivos de ocho botellas (dos de cada tratamiento y dos del control) para medir la concentración de NO_3 , Fe, Clor-a e identificación y conteo de fitoplancton. Nuestros resultados indican que el Fe no es el elemento que

limita el crecimiento de la comunidad fitoplanctónica durante verano. Sin embargo, esta comunidad respondió positivamente a los tratamientos con NO_3 ($+\text{NO}_3$ y $+\text{Fe}+\text{NO}_3$). Al cabo de cuatro días de experimento, la concentración de Clor-a en el tratamiento $+\text{Fe}+\text{NO}_3$ sobrepasó 0.84 mg m^{-3} al control. Al quinto día de incubación, la Clor-a en el tratamiento $+\text{NO}_3$ aumentó 0.59 mg m^{-3} con respecto al control. En contraste, la Clor-a en el tratamiento $+\text{Fe}$ no tuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto al control. Durante el experimento, el grupo fitoplanctónico que presentó el mayor crecimiento después de ser fertilizado con NO_3 (NO_3 y $+\text{Fe}+\text{NO}_3$) fue el de las diatomeas, cuya abundancia incrementó 2 órdenes de magnitud con respecto al control. De igual manera, el picoplancton respondió positivamente a los tratamientos con NO_3 ($+\text{NO}_3$ y $+\text{Fe}+\text{NO}_3$), y alcanzó su máximo crecimiento al cuarto día de experimento (entre 3 y 5 veces más células por litro que el control). Estos resultados sugieren que la baja disponibilidad de NO_3 durante verano produce desiertos marinos en la porción norte del GC, un mar marginal que se considera altamente productivo y que brinda alimento y fuente de empleo a miles de personas. Conforme avanza el siglo XXI, se espera que la temperatura superficial del mar sea cada vez más elevada. De acuerdo con nuestros resultados, esta tendencia de calentamiento puede generar un recrudescimiento de las condiciones de limitación de NO_3 en el GC. Por tal motivo, ante un futuro predominio de condiciones cálidas y oligotróficas, resulta importante realizar más trabajos de investigación que evalúen el impacto actual de la disponibilidad de nutrientes sobre los productores primarios que habitan en el GC.

Variabilidad del flujo de CO_2 océano-atmósfera en el pacífico frente a México en los últimos 25 años

Coronado-Álvarez Luz de Lourdes Aurora*¹, Hernández-Ayón José Martín*

Autor de correspondencia: 1coronadolu@yahoo.com.mx

Número telefónico celular: 16462109455

*¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular 3917, C.P. 22870, Ensenada, B.C.

Palabras clave: FCO_2 , pCO_2 , zona del Pacífico frente a México.

A nivel global se ha descrito que, por debajo de los 35° Norte de latitud, el océano actúa como una fuente de CO_2 a la atmósfera. La zona del Pacífico frente a México (ZPM) es un área del océano que presenta diversas corrientes marinas y masas de agua, por lo que se ha regionalizado con base a esas características oceanográficas físicas; sin embargo, en este estudio se propuso fortalecer dicha regionalización con base a sus características físicas y químicas, así como discernir los cambios estacionales por región y estimar el flujo de CO_2 océano-atmósfera en los últimos 25 años. La ZPM se dividió en tres áreas: Sistema de la Corriente de California (SCC),

Cabo Corrientes (CC) y Golfo de Tehuantepec (GT). Se obtuvieron datos satelitales diarios con resolución de 4x4 km, de 1993 al 2018, de topografía dinámica absoluta (ADT, por sus siglas en inglés) del área de estudio. Se analizaron bases de datos internacionales de 1993 a 2018, con las banderas de calidad más altas, de temperatura superficial del mar (TSM), viento, $p\text{CO}_2$ y se estimó FCO_2 . Los resultados estadísticos mostraron que las tres regiones presentaron distribuciones de probabilidades altas de ser diferentes con intervalos de credibilidad al 95%; esto robusteció la regionalización propuesta y añadió variables químicas en su consideración ($p\text{CO}_2$ y FCO_2) además de las físicas (TSM y ADT). El SCC tuvo valores mayores de FCO_2 ($30.8 \text{ mmol C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$); en CC y GT los rangos fueron menores, -19.9 a 25.8 y -11.8 a $12.5 \text{ mmol C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente. El FCO_2 promedio (\pm desviación estándar) más alto fue en verano en SCC y CC ($4.6 \pm 4.2 \text{ mmol C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$); en GT fue en otoño ($1.2 \pm 2 \text{ mmol C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) por los vientos tehuanos. En promedio anual la ZPM fue un sumidero de CO_2 $-9.4 \text{ mol C m}^{-2}$.

Asociación del vanadio con la pirita sedimentaria y sus grados de piritización en ambientes sedimentarios modernos

García Orozco Jonathan^a, Huerta Díaz Miguel Ángel^b, Valdivieso Ojeda Jacob Alberto^b, Arenas Islas Diana^a, Cervantes Flores Roxana^a.

^aPosgrado en Oceanografía Costera, Instituto de Investigaciones Oceanológicas Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Apdo. Postal 76, Ensenada, Baja California 22800, México.

^bInstituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC, Apdo. Postal 453, Ensenada, Baja California 22800, México. jonathan.garcia.orozco@uabc.edu.mx
Dirección postal: Av. Estado de México 810, Col. Popular Valle Verde 1, Ensenada, Baja California 22810, México. Teléfono: (646) 258-82-84.

Palabras clave: vanadio, sedimento, zona de mínimo de oxígeno, pirita, grado de piritización de V.

El papel que juegan los sulfuros de hierro en el remoción de vanadio (V) en sedimentos marinos no ha sido adecuadamente estudiado, por lo que este trabajo representa el primer intento de estudiar el papel que juegan estos minerales como sumidero de V a escala global. Para lograr este objetivo, se midieron las concentraciones de V asociado a las fracciones operacionalmente definidas como HCl (V_{HCl}) y pirita (V_{pyr}), con las cuales se calcularon sus grados de piritización (DTMP-V) en diferentes ambientes y depósitos sedimentarios: zona de mínimo oxígeno (ZMO; cuencas San Lázaro y San Blas), sedimentos anóxicos y anóxicos-sulfídicos (cuencas San Pedro, Santa Catalina, San Clemente y Cañón de la Bahía Todos Santos), sedimentos óxicos (Patterson Escarpment, plataforma continental de Baja California

y Golfo de México), turbiditas y sistema hipersalino de Guerrero Negro. Las concentraciones promedio (en nmol g^{-1}) de V_{HCl} fueron: turbiditas (8.4 ± 14.3), sedimentos óxicos [$(1.1 \pm 1.5) \times 10^2$], ambiente hipersalino [$(2.2 \pm 2.5) \times 10^2$], sedimentos anóxicos-sulfídicos [$(4.2 \pm 2.0) \times 10^2$] y zona de mínimo de oxígeno [$(7.9 \pm 4.3) \times 10^2$]. Las concentraciones de V_{pyr} para los diferentes ambientes sedimentarios fueron estadísticamente similares ($P=0.05$), con valores promedio que abarcaron de 4.9 ± 3.9 nmol g^{-1} (sedimentos óxicos) a 8.6 ± 5.4 nmol g^{-1} (turbiditas). Estos resultados indican que la fracción pirita no es un reservorio importante de V reactivo ($V_{\text{HCl}} + V_{\text{pyr}}$) y que el tipo de ambiente sedimentario, independientemente de su estado redox, no influye en la incorporación del V a la pirita. Se plantea entonces que el enriquecimiento de V en la fracción HCl de la ZMO es una consecuencia de su incorporación a la mackinawita (FeS), mineral que tiene la capacidad de reducir e incorporar al V. Los valores más bajos de DTMP-V correspondieron a la ZMO, abarcando de $0.76 \pm 0.80\%$ a $2.13 \pm 0.72\%$, los cuales son el resultado de las elevadas concentraciones de V_{HCl} asociados a esta zona y de las relativamente bajas concentraciones de V_{pyr} presentes en todos los ambientes sedimentarios considerados en este estudio. Los DTMP-V más elevados fueron los medidos en las turbiditas ($30 \pm 20\%$ a $97.0 \pm 2.4\%$), resultado de valores extremadamente bajos de V_{HCl} .

Variación espacial y temporal de manganeso disuelto en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México (verano 2008 - primavera 2009)

Gutiérrez Ricardo Aarón^a, Delgadillo Hinojosa Francisco^b, Torres Delgado Eunise Vanessa^c, Félix Bermúdez Armando^d

^{a,b,c,d}Universidad Autónoma de Baja California - Instituto de Investigaciones Oceanológicas aaron.gutierrez@uabc.edu.mx (646)1830286

Palabras clave: Baja California, Corriente de California, Espectrofotometría, Manganeso disuelto, Surgencia

El manganeso es un elemento altamente reactivo que participa en procesos redox y en el ambiente marino puede estimular el crecimiento de los productores primarios. A pesar de su relevancia biogeoquímica, los trabajos de estudio de manganeso disuelto a lo largo del Sistema de la Corriente de California son escasos. En este trabajo se presentan los resultados de cuatro campañas oceanográficas para estudiar la variación espacial y temporal del manganeso disuelto (Mn_d) en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Durante el periodo de agosto del 2008 a junio del 2009, a bordo del BO Francisco de Ulloa, se visitaron cinco estaciones oceanográficas ubicadas a lo largo de un transecto perpendicular a la costa, desde la rada portuaria en el interior hasta la boca sur en el exterior de la bahía. En cada estación de muestreo se realizaron lances hidrográficos y de CTD para registrar la temperatura, la salinidad

y el oxígeno disuelto. También se recolectaron muestras de agua de mar para el análisis del Mn_d aplicando las técnicas de “ultralimpieza” para evitar la contaminación del barco. Las muestras se tomaron desde la superficie (5m) hasta el fondo, dependiendo de la batimetría en cada estación, por medio de botellas Go-Flo montadas en una roseta recubierta de pintura epóxica. Para la cuantificación del Mn_d , el agua de mar se pasó por una columna de resina Chelex-100 y el extracto se analizó mediante espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. El análisis hidrográfico indicó que, durante ese periodo, hubo un predominio del agua del subártico y que la temperatura y la salinidad mostraron una variación estacional típica de esta masa de agua. En las campañas de primavera-verano se observaron las más altas temperaturas y una columna de agua estratificada, mientras que en las de otoño-invierno, la columna de agua se encontró fría y bien mezclada. La distribución espacial de la concentración superficial de Mn_d presentó altas concentraciones en el interior de la Bahía Todos Santos con una clara tendencia de disminución hacia el océano abierto. En el exterior de la bahía, los perfiles verticales mostraron los valores del Mn_d más altos en la superficie y disminuyeron hacia el fondo, de manera similar a los reportados para la zona oceánica de la Corriente de California. En contraste, la distribución vertical del Mn_d en el interior presentó los valores mayores en la superficie, una disminución en las aguas subsuperficiales y un posterior aumento hacia el fondo. El análisis de estos resultados sugiere que el enriquecimiento de Mn_d dentro de la bahía está asociado a las características retentivas del agua que presenta el sistema y posiblemente la fuente principal es el flujo de Mn_d desde los sedimentos.

Calidad de sedimento del sistema lagunar San Ignacio, Navachiste Macapule, por metales pesados.

Rodríguez-Meza, Guadalupe Durga*¹, González-Ocampo, Héctor Abelardo¹

¹IPN-CIIDIR Unidad Sinaloa

Juan de Dios Bátiz Paredes #250. C. P. 81101. Guasave, Sinaloa. México.

gmeza@ipn.mx Cel. 687-107-9496

Palabras clave: Sinaloa, sedimentos, factor enriquecimiento, plomo

El sedimento marino de manera natural comprende una matriz compleja de materiales de diferente origen que permite conocer la calidad del agua y del ecosistema, sin embargo esto se ha visto modificado por acumulaciones de partículas y elementos de origen antropogénico que interactúan con los procesos físicos, químicos y biológicos que se realizan. El sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule está localizado en la porción norte del estado de Sinaloa, es clasificado como sitio RAMSAR y área natural protegida (ANP) por la diversidad biológica y procesos ecológicos que desempeña. A pesar de ello, recibe aguas provenientes de los asentamientos humanos y las actividades productivas (agricultura, acuicultura,

ganadería, asentamientos humanos) que incorporan al sistema lagunar diferentes contaminantes señalados por diferentes autores. El objetivo del presente estudio fue determinar la calidad de los sedimentos del sistema lagunar a partir de estimar el factor de enriquecimiento (FE) de Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Cd y Pb durante las temporadas seca y húmeda. Para ello, el sedimento colectado se seco, homogenizo y se trato con agua regia (1:3 HNO₃:HCl) para su digestión en planchas de calentamiento. Para estimar la concentración se empleó un espectrofotómetro de absorción atómica GBC (EAA), curvas de calibración y materiales de referencia certificados (PACS-2, MESS-3). Se obtuvo el factor de enriquecimiento (FE) con los datos de Salomons y Forstner (1984) como nivel de referencia, dado que no se cuenta con niveles de fondo para la región. A partir de la concentración promedio se observó la siguiente secuencia: Fe > Mn > Zn > Pb > Ni > Cu, el contenido de Fe y Mn presentó un ligero incremento en enero, relacionado al aporte natural y antropogénico. El primero de ellos, por el intemperismo de las rocas (litología) y transporte del material particulado en temporada de lluvias, donde los óxidos de Fe y Mn son la forma común. El coeficiente de correlación de Fe con Mn, Zn, Cu, Ni y Pb mostró valores positivos ($r^2 \geq 0.70$). Con respecto al aporte antropogénico, se relaciona al uso de fertilizantes en los campos agrícolas y el acarreo de las partículas durante los riegos, el recambio de aguas en granjas acuícolas y residuos de los asentamientos humanos. A partir del FE se observó a Pb (FE= 3.8 - 7.0) como elemento enriquecido (anómalo) en los sedimentos, en el área de Cerro cabezón y adyacente al Dren San Antonio, relacionado al uso de embarcaciones con motor y a las actividades productivas, respectivamente. De esta manera, el flujo de estos contaminantes representa un riesgo para la biota presente y el ecosistema.

**Carbón orgánico disuelto en aguas profundas del Golfo de México.
Distribución, exportación vertical y contribución a la respiración microbiana**

Samperio-Ramos, Guillermo; Hakspiel-Segura, Cristian; Camacho-Ibar, Víctor F.;
Velásquez-Aristizábal, Jorge A; Muñoz, M.

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja
California.

Dirección y contacto: Carretera Ensenada-Tijuana N°. 3917, Fraccionamiento
Playitas C.P. 22860. Ensenada, Baja California, México.

guillermo.samperio@uabc.edu.mx, +52 6461514588.

Palabras clave: Carbono orgánico disuelto, distribución del COD, Golfo de México,
utilización aparente de oxígeno, flujo vertical.

En los ambientes oligotróficos del océano abierto, el carbono orgánico disuelto (COD) es producido principalmente por el fitoplancton y remineralizado por procariontes heterótrofos. Si el exceso superficial de COD subduce, una fracción de éste puede ser procesado y contribuir al consumo de oxígeno en capas subsuperficiales. Debido a que el desarrollo de este ciclo del COD en la región profunda del sur del Golfo de México es prácticamente desconocido, se analizaron muestras recolectadas en dos cruceros durante periodos contrastantes (septiembre de 2013 y febrero-marzo 2015). Con los datos obtenidos de ambas campañas se examinó si la variabilidad espacial y temporal del COD manifestaba algún patrón, a escala sinóptica, asociado con forzamientos físicos (advección isopical) o biogeoquímicos (producción y consumo de COD) derivados de las condiciones hidrográficas. Se llevaron a cabo estimaciones de los flujos verticales de COD hacia la zona mesopelágica superior y se determinó la contribución potencial de COD en los procesos respiratorios, integrados en la utilización aparente de oxígeno (UAO), considerando la presencia de estructuras de mesoescala y un horizonte isopical ($\Theta=26.5 \text{ kg m}^{-3}$) correspondiente a la parte superior de la termoclina permanente.

Se observó una distribución vertical similar a la descrita para el Atlántico Norte. Las concentraciones de COD en el estrato superficial (0–150 m) fluctuaron entre 41 y 109 $\mu\text{mol kg}^{-1}$, con valores promedio de $72 \pm 13 \mu\text{mol kg}^{-1}$ y de $65 \pm 9 \mu\text{mol kg}^{-1}$ en febrero-marzo 2013 y septiembre 2015, respectivamente. La concentración de COD en la sección superior de la termoclina (~150 – 300 m), mostró un gradiente de disminución con la profundidad de $0.051 \mu\text{mol kg}^{-1} \text{ m}^{-1}$. La concentración de COD en la base de la termoclina ($43 \pm 3 \mu\text{mol kg}^{-1}$) alcanzó un valor cercano al mínimo de las aguas profundas ($42 \pm 2.6 \mu\text{mol kg}^{-1}$).

La distribución espacial del COD en la capa superior (concentración integrada hasta 150 m), mostró un patrón regional débil que se caracterizó por una marcada disminución en las estaciones asociadas con la circulación ciclónica en la Bahía de Campeche y un aumento relativo en las estaciones con características anticiclónicas. Aunque no parece existir una asociación clara entre los flujos verticales y la estacionalidad, su magnitud estuvo controlada por la interacción entre factores físicos y biogeoquímicos. La diferente contribución del COD a la UAO entre estaciones con características ciclónicas y anticiclónicas evidenció variaciones en los procesos de remineralización de la materia orgánica dentro de los horizontes de densidad estudiados y, por lo tanto, consecuencias en el secuestro de carbono en la zona mesopelágica de la cuenca.

Metales traza relacionados a actividades antropogénicas. Sedimentos marinos superficiales y aguas residuales tratadas de la frontera Tijuana, B.C.- California USA a la Bahía de Todos Santos, BC., México

Valenzuela-Suárez Brianda Jannyn¹, Ramírez-Álvarez Nancy², Macías-Zamora José Vinicio², Hernández-Guzmán Félix Augusto², Sánchez-Osorio José Luis³

¹Facultad de Ciencias Marinas-UABC, ²Instituto de Investigaciones Oceanológicas-UABC, ³Instituto de Servicios de Salud Pública del Estado de Baja California-Ensenada, B.C., México. jannyn.vs@hotmail.com

Palabras clave: Sedimentos, Aguas Residuales, Metales Traza

El estudio de la contaminación por metales traza (MeT) es de gran interés debido a los efectos potencialmente tóxicos para los organismos que habitan en los cuerpos de agua. Su ingreso a los cuerpos de agua puede ser por vía natural (intemperismo, erosión) o antropogénica (minería, agricultura, descarga de aguas residuales, etc.), llegando a los sedimentos que se depositan en el fondo. Los MeT de origen natural en los sedimentos marinos se encuentran en diferentes concentraciones dependiendo de las características geológicas del área. Generalmente, su presencia en los sistemas marinos está asociada a las partículas en suspensión y sedimentos. Entre estos MeT se encuentra el Cromo; ampliamente usado en la fabricación de pigmentos, cemento, conservadores textiles, agentes anticorrosivos y baterías, entre otros. El Cr es particularmente importante debido a que es un metal potencialmente tóxico para los organismos acuáticos y carcinogénico para los mamíferos incluyendo al ser humano. El objetivo de este trabajo es determinar la concentración de Cr y Fe (normalizador) en sedimentos marinos superficiales y en los efluentes de las aguas residuales tratadas (EART) de las cuatro principales plantas de tratamiento de la región fronteriza Tijuana (B.C)-California (E.U.A) a la Bahía Todos Santos, B.C, México. Así mismo, determinar su distribución espacial en la zona, e identificar sitios enriquecidos por este metal. Para ello, en 2018 se colectaron muestras de sedimentos marinos superficiales (n = 97) y, en 2020, se colectaron muestras de aguas residuales (n = 5). Para su análisis, se realizaron digestiones con HNO₃:HCl (1:3 v/v). Para su cuantificación se utilizó un espectrómetro de emisión atómica de plasma por microondas (MP-AES 4100). Adicionalmente, se midió la granulometría y contenido de carbono orgánico del sedimento para determinar el efecto de dichos parámetros en la distribución Cr en el área de estudio. Aunque diversos estudios consideran a los EART como una de sus principales fuentes de MeT a la zona de estudio, hasta nuestro conocimiento no existen reportes de las concentraciones descargadas por los efluentes que confirmen dicha afirmación. En este estudio, el rango promedio de concentración de Cr en los diferentes EART fue de 0.010 a 0.084 mg/L, que se traduce en un aporte de Cr de 45.7, 139.6, 124.0. 8114.00 g/d para las plantas de El Sauzal, El Gallo, El Naranja y Punta Bandera (efluente tratado), respectivamente. En tanto, el óxido de hierro (Fe₂O₃) se eligió como normalizador en los sedimentos ya que presentó una alta correlación con el Cr tanto en la cuenca (R² = 0.73) como en el

Estero de Punta Banda ($R^2 = 0.94$). Se observó enriquecimiento por Cr en 35 estaciones, siendo localizadas 19 en la zona norte, 8 en la zona centro, 4 en la zona sur y 4 en el estero. Los sitios se encontraban asociados a zonas profundas, caracterizadas por sedimento fino e influenciados por el transporte de materiales en suspensión de la corriente de California. En general, se esperaba observar mayores concentraciones y sitios enriquecidos por Cr en la zona norte, debido a la mayor presión antropogénica existente en esta zona.

Distribución de cianobacterias simbióticas UCYN-A fijadoras de nitrógeno en un transecto en la zona de mínimo oxígeno del Pacífico tropical mexicano

Vieyra Mexicano Cinthya, Pajares Moreno Silvia, Souza Saldivar Valeria
Instituto de ciencias del mar y limnología, UNAM
vieyra_mex24@comunidad.unam.mx CP. 57940
Teléfono: 5531309160

Palabras clave: fijación nitrógeno, ZMO, *nifH*, cianobacterias, UCYN-A.

La fijación biológica de nitrógeno (FBN) es un proceso llevado a cabo por un grupo reducido de bacterias y arqueas conocidas como diazótrofes, los cuales son capaces de reducir el gas dinitrógeno (N_2) a nitrógeno (N) biológicamente disponible, desempeñando un papel fundamental en el suministro de N a las regiones oceánicas. En los últimos años, la cianobacteria marina simbiótica UCYN-A se ha dado a conocer como una de las fijadoras de nitrógeno más abundantes y extendidas en varios ambientes marinos, con la excepción de las zonas de mínimo de oxígeno (ZMO), que se han propuesto como un ambiente ideal para la diazotrofia marina, encontrándose principalmente la presencia de diazótrofes heterótrofos. Hasta la fecha, se sabe poco acerca del clado UCYN-A en el Pacífico tropical nororiental (ETNP), una de las ZMO más extensas e intensas del océano global. Esta investigación, la cual es la primera realizada en el ETNP, estudió la distribución espacial y temporal del clado UCYN-A en un transecto (de costa a océano abierto) frente al Puerto de Mazatlán, en la ZMO del Pacífico mexicano, proporcionando una comprensión inicial de la distribución de UCYN-A en las ZMO. La estructura y diversidad de UCYN-A basada en el gen *nifH* se evaluó por secuenciación masiva en un mismo transecto con 4 y 3 estaciones en 2018 y 2019, respectivamente, a 3 profundidades diferentes (superficie, primer máximo de clorofila y fondo). El gen *nifH* se amplificó en todas las muestras de la superficie, 3 muestras del primer máximo de clorofila y las muestras de fondo en las estaciones costeras. La mayor diversidad alfa en 2018 se encontró en la muestra de fondo de la estación costera, mientras que en 2019 fue en la muestra del primer máximo de clorofila de la estación intermedia. De acuerdo con la gráfica NMDS, las muestras de la zona costera tuvieron una estructura diferente a las más oceánicas. Sin embargo, la prueba de Mantel sugirió que las distancias entre las muestras no están correlacionadas significativamente con la separación geográfica de las mismas.

Por otro lado, el análisis de redundancia (RDA) de las relaciones entre las variables ambientales y los nutrientes con la distribución de UCYN-A mostró que la temperatura se correlacionó positivamente con las muestras oceánicas, mientras que las muestras costeras de la superficie y PMC de ambos cruceros mostraron relación con el oxígeno, la fluorescencia y la salinidad.

Tapetes microbianos como responsables del enriquecimiento de metales en ambientes sedimentarios hipersalinos y atalosalinos

Ceja-González Jair Carlos ^{a,*}, Valdivieso-Ojeda Jacob Alberto ^b, Huerta-Díaz Miguel Angel ^b.

^aPosgrado en Oceanografía Costera, Instituto de Investigaciones Oceanológicas/Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C., México

^b Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C., México ceja.jair@uabc.edu.mx; Teléfono: 5571076699

Palabras clave: enriquecimientos de metales, tapetes microbianos, Cuatro Ciénegas, salina Chula Vista

La abundancia y distribución de elementos traza es controlada principalmente por el Fe y Mn a través de sus fases oxidadas (oxihidróxidos de Fe y Mn) o reducidas (sulfuros de Fe), dependiendo si el ambiente sedimentario es óxico o anóxico-sulfídico. Sin embargo, en ambientes sedimentarios hipersalinos influenciados por tapetes microbianos se ha reportado baja disponibilidad de Fe reactivo y enriquecimientos importantes de elementos traza (e.g., Mo, Cu, As y Pb). La falta de información geoquímica de sedimentos hipersalinos dificulta distinguir si estos enriquecimientos se deben a la hipersalinidad o a la presencia de tapetes microbianos. En este trabajo se determinaron las concentraciones de Fe, Mn, Mo, As y Pb en las fracciones autigénica (reactiva) y litogénica (no reactiva) de sedimentos hipersalinos sin presencia de tapetes microbianos (salina de Chula Vista, California) y de sedimentos atalosalinos con tapetes y microbialitos (fosas Poza Azul, Los Hundidos y Churince, cuenca de Cuatro Ciénegas, Coahuila). Adicionalmente, se estimaron los factores de enriquecimiento de metales traza (FE_{Me}) con base en la corteza terrestre para establecer la presencia de empobrecimientos ($FE_{Me} < 0.5$) o enriquecimientos ($FE_{Me} > 2.0$) de metales traza. Se observaron niveles de Mn autigénico muy bajos en todos los ambientes sedimentarios (rango: 0.033 ± 0.173 a $0.317 \pm 0.097 \mu\text{mol g}^{-1}$ en Chula Vista y Los Hundidos, respectivamente). En general, los sedimentos hipersalinos presentan mayores concentraciones de Fe autigénico ($54 \pm 47 \mu\text{mol g}^{-1}$) que los sedimentos atalosalinos (rango: 0.060 ± 0.225 a $5.5 \pm 3.1 \mu\text{mol g}^{-1}$).

g^{-1} en Churince y Los Hundidos, respectivamente). En contraste, las concentraciones autigénicas más bajas de Mo ($50 \pm 17 \text{ nmol g}^{-1}$) y concentraciones por debajo del límite de detección de Pb (4.1 nmol g^{-1}) y As (8.4 nmol g^{-1}) se observaron en Chula Vista; y valores entre uno y dos órdenes de magnitud mayores en los sedimentos atalosalinos: 179 ± 53 , 23.8 ± 6.8 y $127 \pm 12 \text{ nmol g}^{-1}$ para Mo, Pb y As, respectivamente, en Poza Azul. Los valores de FE_{Fe} y FE_{Mn} para todos los ambientes sedimentarios considerados estuvieron dentro del rango de similitud de la corteza terrestre ($0.5 \leq FE_{\text{Mn}} \leq 2.0$). En los sedimentos hipersalinos el Mo fue el único elemento que estuvo ligeramente enriquecido ($FE_{\text{Mo}} = 3.62 \pm 0.99$), mientras que en los sedimentos atalosalinos el Mo, Pb y As se encontraron enriquecidos ($FE_{\text{Me}} > 10$). Nuestros resultados sugieren que los tapetes microbianos promueven valores elevados de FE_{Mo} , FE_{As} y FE_{Pb} sin importar si el ambiente es hipersalino o atalosalino, incluso con baja disponibilidad de Fe y Mn autigénicos. Esta característica, puede servir como bioseñal de la presencia de tapetes microbianos en ambientes sedimentarios en el pasado geológico de la Tierra y potencialmente en otros planetas como Marte.

Efecto de las mareas cafés (*Sargassum spp.*) en la calidad del agua de la zona costera del Caribe Mexicano.

Camacho-Cruz Karla A.¹, Ortiz-Hernández Ma. C.^{2*}, Rey-Villiers Néstor¹, González-Jones Paula¹, Galan Caamal Rene de Jesús², Sánchez Alberto¹

Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR, La Paz Baja California Sur¹, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal Quintana Roo² kcamachoc1800@alumno.ipn.mx Av IPN, S/N, La Paz, Baja California Sur, CP 23096

Palabras clave: Mar Caribe, nutrientes inorgánicos disueltos, *Sargassum spp.*, calidad del agua

En el Caribe Mexicano, la arribazón y descomposición de millones de toneladas de macroalgas pelágicas *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans* registradas entre el 2014 y 2019, resultó en agua café turbia (Sargassum-brown-tides, Sbt). A causa de la Sbt, en la región norte del Caribe mexicano, se comenzó a registrar disminución en la luminosidad en la columna de agua, del oxígeno disuelto, del pH, e incremento en las concentraciones de amonio y fósforo causando mortandad masiva de algunos organismos. Con el objetivo de evaluar los efectos de la Sbt en la composición química del agua de la región central y sur de la costa del Caribe mexicano; se analizaron las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , PT) y parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno disuelto, temperatura) en las playas de Akumal, Tulum (Riviera Maya) y Mahahual-Xhahuayxol (Costa Maya) entre el 2016 al 2019. De acuerdo a los resultados, entre junio, julio y octubre, del 2018 y

2019, las concentraciones de amonio incrementaron significativamente y los valores de oxígeno disuelto disminuyeron significativamente, coincidiendo con los periodos de afluencias masivas de *sargassum spp.* a la costa. En octubre de 2015 y febrero y junio-octubre del 2016 y 2017, se registraron disminuciones en las concentraciones de amonio, coincidiendo con una baja cobertura de *sargassum spp.* Los efectos en la disminución de la calidad del agua provocados principalmente por la descomposición masiva del *sargassum spp.* durante junio-julio-octubre del 2018 y 2019 fueron evidentes. Si el *sargassum spp.* continua arribando y descomponiéndose en la zona costera, la calidad del agua se deteriorará, incrementado la pérdida de la biota.

Metales pesados en tejidos de *Balistes spp.* Del sistema Lagunar San Ignacio Navachiste Macapule, Sinaloa, México

Rodríguez-Meza, Guadalupe Durga*¹, Michel-Rubio, Alfonso Adan², González-Ocampo, Héctor Abelardo¹

¹IPN-CIIDIR Unidad Sinaloa, ²UAdO

Juan de Dios Bátiz Paredes #250. C. P. 81101. Guasave, Sinaloa. México.

gmeza@ipn.mx

Palabras clave: sistema lagunar, Sinaloa, metales pesados, pez, tejido

Los sistemas lagunares constituyen ambientes de relevancia biológica y ecológica por diversos procesos bióticos y abióticos que se desarrollan, sin embargo, las condiciones naturales se han visto afectadas por la presencia de contaminantes provenientes de las actividades productivas. En la porción norte de Sinaloa, el sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, reconocido como sitio RAMSAR y área natural protegida, recibe aguas residuales provenientes de campos agrícolas, granjas acuícolas y de asentamientos humanos, entre otros. Estudios realizados en agua señalan nutrientes en exceso que causan procesos de eutrofización y mareas rojas, presencia de pesticidas organoclorados y metales pesados en sedimentos y músculo de especies de interés comercial (jaiba, botete, pargo). En el presente estudio se determinó Cu, Fe, Mn, Zn, Ni, Cd y Pb en tejidos de *Balistes spp.* (cochito) del sistema lagunar, para conocer los niveles y posible riesgo a la salud humana, considerando su alto consumo en la región. Para ello, los ejemplares colectados en la temporada seca y húmeda (años 2018 - 2019) se les extrajo hígado, intestino, piel y músculo, donde 0.5 g de la muestra se digirió con HNO₃ en planchas de calentamiento hasta sequedad. La detección se realizó con un espectrofotómetro de absorción atómica (GBC Avanta) flama aire-acetileno, se incluyeron blancos y materiales de referencia certificados. A partir de la concentración se observó la siguiente secuencia entre los tejidos: intestino > hígado > músculo > piel, principalmente con Fe (1411.5 mg kg⁻¹ en intestino) y Zn (832.3 mg kg⁻¹ en gónada), que son elementos esenciales para los procesos fisiológicos y se relaciona con aporte natural (intemperismo de rocas). Sin embargo, el uso de grandes cantidades de fertilizantes y otros agroquímicos en los campos agrícolas favorece el incremento del contenido de los elementos esenciales

(Fe, Cu, Zn) y presencia de elementos no esenciales (Cd y Pb), detectados en el intestino debido sus hábitos alimenticios, donde se observó partículas del sedimento. Los niveles obtenidos son semejantes a los reportados en otros estudios y no representan un riesgo por el consumo del músculo o filete, aunque para otros organismos de la cadena trófica puede representar un riesgo por la bioacumulación y biomagnificación de elementos en sus tejidos.

Estudio preliminar de *Macrocystis pyrifera* como fuente de fucoïdanos con aplicaciones en sanidad acuïcola.

Ortega-Muñoz, Ilse Paola ;Sánchez-Nava, Amara Thayde; Sánchez-Serrano, Samuel.

^aFacultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917 Colonia Playitas C.P. 22860 Ensenada, Baja California, México. ortega.ilse@uabc.edu.mx

Palabras clave: Fucoïdano, *Macrocystis pyrifera*, *Vibrio alginolyticus*, antibiograma.

Las macroalgas pardas, pertenecientes al grupo phaeophyta, cuentan con la característica de poseer fucoïdanos. Los fucoïdanos, son polisacáridos sulfatados de tipo higroscópicos, que se componen de núcleos de L-fucosa, unidos por enlaces de 1,4-O-glicosídica y grupos sulfatos. La presencia de estos fucoïdanos en las algas pardas despierta intereses farmacológicos, ya que este tipo de polisacáridos, ofrecen diversos beneficios bioactivos, presentando funciones anticancerígenas, anticoagulantes, antitumorales, antitrombóticos, antiinflamatorias, inmunomoduladoras, antiviral, antiproliferación, antibacterianas, entre otras. Las propiedades que presentan los fucoïdanos van a variar dependiendo de la especie de alga utilizada, del sitio del cual se extrajo, así como también, de las características estructurales y de composición, el modo de extracción y la pureza del producto. La macroalga fue recolectada de la costa de Ensenada, B.C., se lavó con agua purificada para la eliminación de sales y arena adheridos al alga, se recortó y se guardó en bolsas con cierre hermético, para después congelarla para preservar el organismo. Una vez transportadas al laboratorio, las muestras se liofilizaron. Los polisacáridos sulfatados se obtuvieron por medio de extracción acuosa a 55°C a partir de 10 g de alga seca, previamente molida. Una vez extraídos los polisacáridos, se fraccionaron por precipitación con etanol al 70%. A partir del fucoïdano extraído, se realizó un antibiograma, para establecer la susceptibilidad que presenta la bacteria *Vibrio alginolyticus*. Se utilizó un medio de cultivo no selectivo para el antibiograma (Agar-TSA), para propósitos generales para el aislamiento y recuento de microorganismos y un medio de cultivo de TCBS, para comprobar la especie de vibrio trabajada, *Vibrio alginolyticus*. Se observó que dicho extracto presenta una inhibición sobre el vibrio. Al comprobar las propiedades inhibitorias que presentan los fucoïdanos sobre *Vibrio alginolyticus*, una especie que amenaza cultivos dentro de la acuicultura, podemos

comenzar a considerar el tratamiento de los cultivos afectados por vibrios, con este extracto natural como una nueva aplicación dentro de la sanidad acuícola.

Distribución de propiedades fisicoquímicas en la Bahía de Todos Santos durante dos campañas oceanográficas de 2019

Reyes Vera Rafael, Lugo Ibarra Karina del Carmen, Tanahara Romero Sorayda Aime, Vivanca Aranda Miroslava, Canino Herrera Sergio Raul

Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917 Colonia Playitas C.P. 22860 Ensenada, Baja California, México. a351664@uabc.edu.mx, C.P. 22839 Ensenada, B.C. (646)132-20-31

Palabras clave: Bahía Todos Santos, nutrientes, distribución especial y vertical

Durante el 2019 se realizaron dos campañas oceanográficas (del 27 al 28 de marzo y del 02 al 04 de octubre) en la Bahía de Todos Santos (BTS), Baja California, México a bordo de la Patrulla Oceanográfica Farías PO-110 y del Buque Balizador BB-04 SAGITARIO ambos de la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR) con la finalidad de estudiar la distribución espacial y vertical de las propiedades no conservativas: nutrientes inorgánicos disueltos (nitritos, nitratos, fosfatos, ácido silícico y metales traza), Oxígeno Disuelto (OD), pH y Alcalinidad Total (AT), además de las variables oceanográficas conservativas (temperatura y salinidad). Se llevó a cabo la recolección de muestras de agua superficial y a diferentes profundidades de tres transectos (A, B y C) a lo largo de la BTS, con un total de 19 estaciones. Se utilizaron los programas Excel® para crear la base de datos de las variables y Ocean Data View (ODV) para generar las gráficas de los valores obtenidos. Los resultados obtenidos para cada variable fueron: temperatura 8-21 °C en la vertical, salinidades de ~33.0-34.8, el pH de 7.12 a 9.7 cercano a la costa, AT 1500-2891 µM, OD de 44-320.46 µM, N-NO₂ de 0.05-9.9 µM, N-NO₃ de 0.04 a 20.02 µM, P-PO₄³⁻ de 0.00-4.9 µM, Si(OH)₄ de 0.09-16.8 µM, Cu de 0.75 mg L⁻¹, Pb de 2.34 mg L⁻¹, Cd de 0.08 mg L⁻¹, Zn de 3.71 mg L⁻¹ y Cr de 0.38 mg L⁻¹. De manera general, se encontraron las concentraciones mínimas de nutrientes nitrogenados en la superficie, las cuales coinciden con las máximas concentraciones de salinidad y con las mínimas concentraciones de oxígeno, fosfatos, silicatos y mínimos valores de pH. En la distribución superficial de los nutrientes se encontró que los N-NO₂⁻ y Si(OH)₄ presentaron las máximas concentraciones en el centro de la BTS, y las máximas concentraciones de P-PO₄³⁻ al sur de las islas, en la zona externa de Punta Banda. Estas coinciden con los máximos valores de pH. En la distribución vertical, las concentraciones máximas de OD fueron menores comparadas con lo reportado en

las campañas oceanográficas de 2017-1 (12-294 μM) y 2016-1 (20.831-291.63 μM). Las concentraciones máximas de salinidad fueron mayores, respecto a lo reportado para 2017-1 (33.34-33.86). La distribución y el comportamiento de estas variables esta influenciado por el efecto de diferentes actividades antropogénicas que se presentan en la zona costera.

IV. OCEANOGRAFÍA GEOLÓGICA

Evolución tectono-estratigráfica de la cuenca Carmen, Golfo de California, basada en datos de reflexión sísmica en 2D

Marc Julià Miralles^{1*}, Ismael Yarbuh², Raquel Negrete-Aranda³, Ronald M. Spelz², Antonio González-Fernández³.

¹Posgrado en Oceanografía Costera, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C., México.

²Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.

³Laboratorio de Tectonofísica y Flujo de Calor, Departamento de Geología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, México. marc.juli@uabc.edu.mx

Palabras clave: *Golfo de California, cuencas pull-apart, sísmica de reflexión.*

El Golfo de California (GC) es un sistema de rift activo definido por una serie de fallas con desplazamiento oblicuo-lateral derecho, que conecta una serie de cuencas pull-apart a lo largo del límite de placas entre el Pacífico y Norteamérica. En general, la geología regional del sistema de rift del GC se encuentra bien definida tanto en el norte como en la sur, gracias al análisis e interpretación de datos de sísmica de reflexión. Sin embargo, la cuenca Carmen (CC) en la porción centro-sur del GC, es una de las regiones poco estudiadas. El presente estudio tiene por objetivo integrar un marco geológico regional de la CC, con el fin de proporcionar información actual sobre el proceso de ruptura litosférica, estado de evolución cinemático y el magmatismo asociado a la formación de fluidos geotérmicos, a partir del procesado de ~155 km de datos de sísmica de reflexión multicanal en 2D de alta resolución. La CC presenta una geometría angosta y alargada con una orientación NW-SE delimitada por la Cuenca Guaymas al norte, la Cuenca Farallón al sur y la Península de Baja California y la plataforma continental de Sonora al oeste y este, respectivamente. Desde el punto de vista estructural, la CC se encuentra delimitada por las fallas transforme Carmen (FTC) en el noroeste y la falla transforme Farallón (FTF) en el sureste, así como una serie de fracturas subsidiarias que se propagan en dirección perpendicular al eje principal de la cuenca. En vista en planta, la CC tiene ~ 125,000 m de largo y ~ 30,000 m de ancho, lo que sugiere una relación geométrica de ~4:1. Esto implica el alto grado de evolución de la cuenca con una morfología “tipo aguja” con un pronunciado graben axial desarrollado entre fallas maestras. La estructura resultante es un sistema horst-graben que se puede dividir en tres minicuenas con morfologías contrastantes a lo largo de la dirección del eje del golfo. La interpretación de los datos de reflexión sísmica muestran que en estas regiones las

mini-cuencas se corresponden con sistemas grabenes y semi-grabenés delimitados por fallas normales al sur, mientras que hacia la parte norte de la cuenca el emplazamiento de un cuerpo ígneo sugiere ruptura continental y formación de nuevo piso oceánico. En estas zonas son de interés las acumulaciones de fluidos hidrotermales asociados con inyecciones magmáticas en zonas de fractura.

Geometría y estructura de sistemas hidrotermales sub-superficiales en la cuenca Pescadero Sur, Golfo de California, a partir de batimetría de alta resolución y perfiles acústicos someros.

Macías Iñiguez Isabela¹, Contreras-Pérez Juan², Negrete-Aranda Raquel², Madero-Spelz Ronald³, Yarbuh Ismael³

¹Posgrado de Ciencias de la Tierra, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Mexico.

²Laboratorio de Tectonofísica y Flujo de Calor, Departamento de Geología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Mexico.

³Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Mexico. isabela@cicese.edu.mx

Palabras clave: Golfo de California, sistemas hidrotermales, cuenca Pescadero

El rift del Golfo de California (GC) es el resultado de un sistema de deformación transtensional, caracterizado por un arreglo de fallas normales y de rumbo que conectan una serie de cuencas sedimentarias de tipo pull-apart. En esta región, los sistemas hidrotermales se forman en zonas de fallamiento activo, donde se producen anomalías de calor que están asociados con la formación de nueva corteza oceánica, emplazamiento de cuerpos ígneos hipoabisales (sills) y deformación plástica del fondo marino. Estos sistemas están caracterizados por la formación de chimeneas hidrotermales y por la proliferación de un ecosistema extremófilo bastante diverso. La cuenca Pescadero Sur (CPS) está ubicada en la porción sur del GC, la cual presenta una morfología sigmoidal con una marcada asimetría en forma de Z delimitada por las fallas transformes de Alarcón y Pescadero. En esta región, las cuencas se caracterizan por grandes tirantes de agua, bajas tasas de sedimentación y un fondo marino fuertemente fracturado por estructuras subsidiarias. El adelgazamiento cortical en esta parte del golfo y el flujo de calor cercano a la superficie del fondo marino, ha generado las condiciones ideales para que en esta zona se encuentren dos importantes campos hidrotermales llamados Auka' y Jachmaat', los cuales hacen de esta parte del GC un lugar megadiverso. Con el propósito de caracterizar la

geometría del sistemas térmico de la CPS, se llevó a cabo un análisis estructural a partir de batimetría de alta resolución y se interpretaron perfiles acústicos someros de alta resolución que cubren un área de $\sim 60 \text{ km}^2$. Se escogieron aquellos perfiles levantados de manera paralela, en donde se observaron un conjunto de zonas transparentes (i.e., material sedimentario que contiene el fluido hidrotermal), la cobertura sedimentaria, el basamento cristalino y las zonas de fallas y fracturas. Posteriormente se realizó un cálculo del volumen del acuífero. Los resultados preliminares sugieren que el volumen promedio del medio poroso es de $\sim 4.66 \times 10^7 \text{ m}^3$. Se ha encontrado que en regiones cercanas a las chimeneas hidrotermales el volumen es mayor, lo cual posiblemente esté relacionado con inyecciones magmáticas o fluidos que percolan a través de las fallas y fracturas interpretadas en la región.

Efecto del oleaje asociado a tormentas lejanas en la morfodinámica de una playa estacional de Baja California, México.

Gasalla López, Beatriz^{1*}, Ruiz-de Alegría Arzaburu, Amaia².

¹Posgrado en Oceanografía Costera, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C., México.

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México. gasalla.beatriz@uabc.edu.mx

Palabras clave: Oleaje de *tormentas lejanas* (swell), *perfil de playa*.

El continuo crecimiento de la ocupación de las costas, sumado en un gran número de casos, a la carencia de un plan de gestión sólido que estructure e integre de forma adecuada los proyectos de construcción con los ecosistemas costeros, conlleva a un aumento de los riesgos que las comunidades costeras pueden sufrir en casos de eventos extremos. En estudios previos se ha determinado que la playa de Ensenada, en Baja California, presenta una alta variabilidad estacional y, con este trabajo se quiere evaluar el impacto de los eventos de oleaje extremo sobre el perfil de playa. Para ello se han medido 3 km de la playa de Ensenada, durante un periodo de 8 años (2012-2020) de forma mensual/bimensual. La primera parte del estudio se centra en la identificación de los eventos de swell de alta energía utilizando un umbral específico en función de su altura de ola mediante un análisis POT (Peak Over Threshold). Luego, se realiza un análisis morfológico para cuantificar el cambio volumétrico asociado a los eventos. Y, por último, se lleva a cabo un análisis clúster de las condiciones hidrodinámicas y topográficas para agrupar los eventos extremos identificados y aplicárles luego un rastreo de las tormentas que los generaron. Con el trabajo se quiere complementar los estudios previos mostrando a detalle la morfodinámica asociada a eventos específicos de alta energía.

V. PESCA Y ACUACULTURA

Estudio genético sobre sustitución de especies en el comercio de pescados en tres ciudades de México.

Reyna-Fabian Mariana¹, Munguia-Vega Adrián^{2,3}, Aziz-Pico Mariana¹, Terrazas-Tapia Renata¹, Domínguez-Contreras José Francisco²

¹ Conservation Genetics Laboratory & Desert Laboratory on Tumamoc Hill, The University of Arizona, Tucson, AZ, USA.

² Applied Genomics Lab, La Paz, Baja California Sur, México.

³ Oceana en México, Protegiendo los Océanos del Mundo A.C. Ciudad de México. mreyna@oceana.org Poseidón 39, Col. Crédito Constructor CDMX, México C.P. 03940

Palabras clave: sustitución de especies, recursos pesqueros, política trazabilidad, México

La sustitución de especies pesqueras es uno de los principales retos para el manejo sustentable de los recursos marinos. A nivel global los niveles de sustitución promedio reportados varían entre 19 y 30%. El objetivo de este trabajo fue determinar la frecuencia de sustitución de productos marinos en pescaderías y restaurantes en tres ciudades (Tijuana-Ensenada, Guadalajara y Mérida) que nos permita comprender la práctica de sustitución en México. Recolectamos tejido de 197 muestras a las cuales posteriormente en el laboratorio les realizamos su extracción de ADN, amplificación (PCR de ~650 nucleótidos de ADN de la región mitocondrial COI) y su secuenciación. Después realizamos su identificación genética con base en la secuencia más parecida presente en dos bases de datos (GenBank y código de barras de la vida Bold). Determinamos la sustitución de especies comparando el nombre comercial de cada muestra con tres bases de referencia (Especies de interés pesquero en el Pacífico Mexicano, Catálogo de peces comerciales marinos de México de la Conabio y Lista de nombres comunes de Fishbase) cuando el nombre común de la especie identificada genéticamente era distinto del nombre comercial con el cual la muestra de pescado fue vendida. Encontramos un promedio global de sustitución del 44.2% para las tres ciudades que fue menor en restaurantes (37.9%, N = 79) comparado con pescaderías (49.4%, N = 95). El atún aleta amarilla fue el nombre comercial más común y no mostró sustitución. Los nombres comerciales con niveles altos de sustitución incluyen los siguientes nombres comerciales: marlin (100%), huachinango (87.5%), mojarra (66.7%), curvina (52.9%), mero (45%) y lenguado (45%). El nivel de sustitución fue muy similar en Tijuana-Ensenada y Guadalajara (47.3% y 48.3% respectivamente), en Mérida fue menor (36.3%). Dentro de los 77 casos de sustitución de especies identificados se encontraron a 5 especies que se emplearon en mayor

frecuencia como sustitutas de otras especies: atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*, N = 16), basa (*Pangasianodon hypophthalmus*, N = 10), tilapia (*Oreochromis niloticus*, N = 8), blanco del pacífico (*Caulolatilus princeps*, N = 7) y verdillo (*Paralabrax nebulifer*, N = 4). Identificamos especies clasificadas como vulnerables, en peligro de extinción (*Isurus oxyrinchus* y *Lopholatilus chamaeleonticeps*) y una en peligro crítico (*Stereolepis gigas*), de acuerdo con la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La sustitución de especies tiene efectos negativos en las dimensiones económicas, sociales y ambientales. Permite el acceso de productos ilegales al mercado y esto coloca a los pescadores que pescan de manera legal en un plano de competencia desigual. Nuestra propuesta es una política de trazabilidad que permita rastrear el camino que recorre un pescado para llegar a nuestras mesas. Este camino se conoce como cadena de valor y existen muchos actores involucrados, entre pescadores, transportistas, quienes procesan el pescado y quienes lo comercializan. Es necesario tener información relativa a cada etapa por la que transita el producto pesquero, para así poder rastrear los productos pesqueros a lo largo de toda la cadena de valor.

Evaluación de los “trasplantes” de erizo rojo (*Mesocentrotus franciscanus*) como estrategia de manejo de la pesquería en El Rosario, Baja California, México

Hernández Castillo, Alanh, Malpica Cruz, Luis, Zepeda Domínguez, José Alberto, Medellín Ortiz, Alfonso

Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), alanh.hernandez@uabc.edu.mx

Palabras clave: *Repoblamiento, Trasplante, Mejoramiento, Erizo rojo*

Los bosques de macroalgas son uno de los ecosistemas más productivos del planeta y proveen alimento y refugio a una gran diversidad de especies. En la costa del Pacífico de Baja California, estos ecosistemas marinos están dominados principalmente por *Macrocystis pyrifera*. Altas temperaturas pueden tener efectos negativos dramáticos sobre los ecosistemas de bosques de macroalgas, y recientemente se han visto gravemente afectados por ondas de calor marinas y otros eventos de calentamiento. En la medida que estos impactos hagan descender la biomasa de ciertas macroalgas, se puede afectar la disponibilidad de alimento a herbívoros de gran importancia ecológica y económica. Una especie icónica de estos ecosistemas de importancia ecológica y con alto valor para la pesca regional es el erizo rojo de mar (*Mesocentrotus franciscanus*). En México, la pesquería del erizo rojo es económicamente importante porque se estima que mantiene 1,600 empleos directos e indirectos. -A pesar de que la densidad de la población de erizo rojo es alta,

durante los últimos años los pescadores han reportado un bajo índice gonadosomático, lo que pone en riesgo la rentabilidad de la pesquería. Para intentar contrarrestar este impacto el INAPESCA y los productores pesqueros de erizo implementaron una estrategia de “trasplante”, que consiste en tomar erizo rojo con un bajo índice gonadosomático, transportarlo y liberarlo en donde la abundancia de macroalgas es alta. Esto le permite al organismo alimentarse de macroalgas y aumentar su índice gonadosomático para su futura cosecha y comercialización. Nuestro objetivo es evaluar y documentar el estado y las características de este “trasplante”. Analizamos mediante un modelo lineal generalizado datos pesqueros tanto de arribos pesqueros como de la estrategia de trasplante, para comparar y conocer el efecto de la temperatura superficial del mar, tratamientos (pesca y trasplante) y el tiempo sobre la variación del índice gonadosomático. También se complementó con encuestas hacia los pescadores de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Ensenada para obtener datos pesqueros y de percepción hacia la estrategia de trasplante. Nuestros resultados sugieren que de 2016 a 2019 ha ocurrido una variación en el índice gonadosomático, presentándose un incremento del 0.9% anual para la estrategia de trasplante y un decremento del 0.8% anual para la pesca en general. La temperatura superficial del mar por su parte se observó que produce un decremento del índice gonadosomático del 0.14% por cada aumento de unidad de temperatura. Las encuestas reflejan que el 100% de los encuestados aseguran que la estrategia de trasplante funciona y consideran que genera un aumento en el índice gonadosomático de los organismos trasplantados. Así mismo les ayuda a disminuir su tiempo de búsqueda y cosecha, lo que sugiere una disminución de costos operativos de la pesquería. Aunque este estudio sugiere efectos positivos de la estrategia de trasplante son necesarios más estudios para evaluar plenamente el impacto tanto en la actividad pesquera, en las especies objetivo, y en la comunidad en general.

Transitando de la Pesca hacia la Maricultura en aguas abiertas, en el Sistema Ambiental Regional Costa de Oaxaca. I. Capacidad Física de Soporte Ambiental.

Serrano Guzmán, Saúl Jaime; Hernández Santiago, Cuitláhuac; Cuevas Aguirre, Ángel y Pintos Terán, Pablo.

sserrano@angel.umar.mx_Universidad del Mar. Cd. Universitaria s/n. El Faro. Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca. C. P. 70902.

Palabras clave: Maricultura, Capacidad de Soporte Ambiental Físico.

Por una parte, la disminución del tamaño y volumen de las capturas en las pesquerías ribereñas de la Región Costa de Oaxaca (RCO): Huachinango (*Lutjanus peru*), Pargo lunarejo (*L. guttatus*), Barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) y Tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*). Por otro, el avanzado estado sucesional de los Sistemas Lagunares en la RCO (por eutrofización natural y antrópica en Manialtepec, Chacahua-Pastoría y Corralero-Alotengo) y las múltiples actividades y presiones antropogénicas sobre sus cuencas de drenaje (conservación, caza, asentamientos humanos, mineras, agropecuarias, pesqueras, turísticas y de transporte), plantean el surgimiento y desarrollo de la Maricultura, mediante el cultivo sustentable de especies a mar expuesto (fuera de lagunas costeras en franco proceso de senescencia y transición geológica hacia tierras emergidas).

Usando criterios medio ambientales (hidro-climáticos, físico-químicos y bioecológicos), durante el Año Niño 2015/16 se hicieron recolectas de muestras de plancton y registro de variables para calidad del agua (de 0.5 a 50 m de profundidad) dentro del Sistema Ambiental Regional Costa de Oaxaca (SARCO) y desde su franja litoral hasta la isóbata de 60 m. Caracterizando su vocación acuícola, se emplazaron 235 Unidades Marinas de Cultivo (UMC) de 32 Ha. c/u, incluida un área perimetral de amortiguamiento: 160 para bivalvos (Biv) y 75 para peces y/o crustáceos (Pec/Cru), conteniendo c/u 4 Unidades Marinas de Producción Acuícola (UMPA's), formadas por los Sistemas de Cultivo: Jaulas Flotantes (JF) para Peces y/o Crustáceos y Líneas Largas Sumergidas (LLS) y/o Estantes Sobre elevados (ESe) para Bivalvos u otros invertebrados y/o macro algas.

La Capacidad Física de Soporte Ambiental, abarca una superficie marina total de 52'210.42 Ha. (equivalente al 58.51 % del SARCO), donde operarán UMC (entre las isóbatas de 10-60 m) a escala de Fomento, Comercial e Industrial inicialmente con: Peces (*Lutjanus guttatus*), Crustáceos (*Litopenaeus vannamei*), Bivalvos (*Magallana gigas*^[1] -triploide- y *C. corteziensis*).

Primero se delimitaron y colocaron en el SARCO los lotes para cultivar peces y/o crustáceos (con 6 y hasta 12 JF, dentro de 32 Ha, divididas en 4 UMPA's de 8 Ha c/u., para la rotación de cultivos), iniciando de la parte somera (10-19 m, para Fomento y 20-39 m, para Comercial) hacia la profunda (40 a 59 m, para Industrial) formando transectos, donde la distancia operativa entre UMC contiguas fue de 600-800 m, estableciendo una distancia de bio-seguridad entre transectos de 5 km., considerando como principio precautorio disminuir la posible transferencia de enfermedades o "contagio entre transectos contiguos" y establecer un "cortafuego epidemiológico" entre "Ranchos para peces y/o crustáceos"; y reducir la acumulación de bio-depósitos alrededor, en función de Indicadores Bentónicos de Eutrofización (IBE). Posteriormente, se intercalaron UMC para cultivar bivalvos (con 3 LLS o ESe, de 8 Ha c/u), formando 4 UMPA's contiguas de 32 Ha c/u, que distan 1

^[1] **El Ostión del Pacífico:** *Crassostrea gigas*, ya no corresponde al género *Crassostrea*, ahora su género es *Magallanica* (*M. gigas*). El cambio se produjo a partir de las evidencias

genómicas proporcionadas por Salvi y Mariottini en 2017, entre transectos con “Granjas para bivalvos”, considerando el mismo principio precautorio y minimizar la bio-depósitacion según los IBE.

Efecto de la temperatura de aclimatación en la respuesta hemática de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

Guirado Flores Jesús Salvador Olivier, Hernández Rodríguez Mónica, Murillo Valenzuela Luis Alberto

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. jesusgf@cicese.edu.mx, mhernand@cicese.mx

Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Payitas, Ensenada, B.C., C.P. 22860

Palabras clave: *Trucha, temperatura, aclimatación, hematología*

La temperatura es una variable fisicoquímica que afecta los procesos fisiológicos de los peces, lo que incide en su crecimiento, supervivencia y reproducción. Los peces tienen la capacidad de adaptarse a los cambios en el ambiente, lo que permite que los procesos celulares operen con normalidad después de un periodo de aclimatización o aclimatación. La aplicación de la biometría hemática en el cultivo de peces permite comprobar que las variaciones en la temperatura, salinidad y oxígeno del agua pueden ocasionar cambios fisiológicos en los niveles de algunos parámetros sanguíneos. En este estudio se evaluó el efecto de la temperatura de aclimatación (16, 19 y 22 °C) en la hematología de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). La aclimatación a las diferentes temperaturas tuvo una duración de 40 días, se utilizaron truchas con un peso promedio de 50 ± 9.59 g, y los parámetros hematológicos que se evaluaron fueron el recuento de leucocitos y eritrocitos, hematocrito, concentración de hemoglobina e índices eritrocitarios. Las diferencias significativas ($p < 0.05$) se encontraron en el número de eritrocitos, el volumen corpuscular medio (VCM) y la hemoglobina corpuscular media (HCM) en los tratamientos de 16 y 22 °C, por lo que se determinó que la mayor temperatura ocasionó un aumento en el número de eritrocitos, y una disminución en el VCM y HCM.

Preferencia y tolerancia térmica de *Totoaba macdonaldi*: Efecto de la temperatura de aclimatación y la inclusión de harina de soya en la dieta

Yen Ortega Eloy Eduardo¹, Hernández Rodríguez Mónica² y Correa Reyes Juan Gabriel³

¹Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit

²Departamento de Acuicultura, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Payitas, Ensenada, B.C., C.P. 22860, mhernand@cicese.mx

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, México

Palabras clave: *Totoaba macdonaldi*; temperatura; harina de soya; biología térmica

Totoaba macdonaldi es un pez marino endémico del Golfo de California considerado como una especie con potencial para la acuicultura. En los últimos años se han realizado algunos estudios con la finalidad de conocer algunos aspectos de sus requerimientos nutricionales, sin embargo, hasta el momento no se ha determinado el efecto interactivo de la temperatura y la calidad de la dieta sobre su rendimiento en cultivo y el comportamiento termorregulador. En el presente trabajo se evaluó el efecto de la temperatura de aclimatación (23, 26 y 29 °C) y la sustitución de harina de pescado por harina de soya (HS: 32, 43 y 56%) en el comportamiento térmico y temperatura crítica máxima (TCMax) de juveniles de *T. macdonaldi*. El estudio se realizó por 61 días durante los cuales los peces fueron alimentados tres veces al día a saciedad aparente. La temperatura preferida de los juveniles se registró entre los 26.4 a 27.7°C, y fue influenciada por la temperatura de aclimatación ($P < 0.05$) pero no por la dieta ($P > 0.05$) para los peces aclimatados a 23 y 26 °C, sin embargo, la dieta con HS sí afectó esta respuesta en los peces aclimatados a 29 °C. La TCMax fue afectada por la temperatura de aclimatación ($P < 0.05$) y la dieta ($P < 0.05$) cuando los peces se aclimataron a 23 y 26 °C. Los resultados muestran que la temperatura preferida de los peces aclimatados a 23 y 29 °C, y la resistencia térmica de los aclimatados a 23 y 26 °C disminuyó cuando el porcentaje de remplazo de la harina de pescado fue mayor. En el presente estudio se demostró que el uso de HS como alternativa a la harina de pescado en la dieta y la interacción con la temperatura podría afectar algunas de las respuestas térmicas de esta especie.

Criopreservación de esperma de abulón azul: una estrategia para contribuir a su conservación

Castro Acevedo Erika, Paniagua Chávez Carmen Guadalupe, Lafarga de la Cruz Fabiola.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México. erikacastro@cicese.edu.mx

Palabras clave: *Criopreservación, Haliotis fulgens, esperma, Haliotidos*

El abulón azul, (*Haliotis fulgens*) es un gasterópodo endémico de la costa occidental del Pacífico norte que figura como uno de los moluscos más apreciados en la gastronomía internacional. A pesar de que esta especie tiene gran potencial para ser cultivada en la península de Baja California, los esfuerzos para el desarrollo de la acuicultura comercial han avanzado paulatinamente. Esto puede relacionarse a las dificultades y riesgos de este tipo de actividad en el país, además de la falta de infraestructura en las regiones costeras y a los altos costos de operación. Por otro lado, el mal manejo de las pesquerías y las actividades antropogénicas han afectado a las poblaciones del abulón azul, y actualmente los esfuerzos se enfocan en la conservación de la especie y su ambiente. La criopreservación de células reproductivas es una técnica que permite el almacenamiento de material biológico por un tiempo indefinido a muy bajas temperaturas (-196 °C) utilizando nitrógeno líquido como refrigerante. El almacenamiento de gametos y embriones utilizando técnicas de criopreservación es una estrategia en la industria de la acuicultura que puede ayudar en la producción y conservación de recursos genéticos tanto en especies cultivadas como en peligro de extinción. Algunos de sus beneficios son la sincronización en la disponibilidad de gametos de ambos sexos, reducción en los costos de mantenimiento y desove de reproductores, reducción en la transmisión de infecciones entre localidades, disponibilidad de esperma con características deseables para la cruce selectiva, así como como el mantenimiento de líneas genéticas. Aplicar las técnicas de criopreservación de gametos en organismos de importancia comercial y biológica como el abulón azul puede generar beneficios en la restauración de hábitat mediante programas de repoblamiento, y es una opción para asistir durante la reproducción en la industria acuícola de esta especie que aún no se ha establecido completamente. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un protocolo de criopreservación no controlada del esperma de abulón azul. Para lograrlo se realizaron dos experimentos de inducción a la liberación de gametos, de donde se obtuvo el esperma de ocho machos. Se probaron cuatro crioprotectores: dimetilsulfóxido, propilenglicol, glicerol y metanol a cuatro concentraciones (5%, 10%, 15%, y 20 %) y cuatro tiempos de incubación (5, 10, 15 y 20 min). El congelamiento se llevó a cabo utilizando una cámara de congelamiento manual con nitrógeno líquido en su interior. Las muestras se congelaron a -30 °C por 10 min y una vez enfriadas fueron guardadas a -196°C hasta su posterior evaluación. Para determinar la calidad del esperma descongelado se evaluó la motilidad y viabilidad de las células. La motilidad fue evaluada estimando el porcentaje de esperma motil en los diferentes tratamientos. Para determinar la viabilidad espermática se evaluó la integridad de la membrana utilizando los fluorocromos: Yoduro de Propidio (YP) y SYBR 14. Estos permiten identificar a las células con una membrana citoplasmática intacta (fluorescencia verde; SYBR 14) de

aquellos que presentan daños en su membrana (fluorescencia roja; YP). Los resultados de este trabajo serán presentados durante la reunión.

Dinámica del sistema CO₂-carbonatos en un sistema de recirculación acuícola durante el ciclo reproductivo del ostión japonés

Villasuso-Palomares Salvador, Paniagua Chávez Carmen Guadalupe

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.

villasuso@cicese.edu.mx, cpaniagu@cicese.mx

Palabras clave: *Ostión japonés, sistema CO₂-carbonatos, calidad del agua, reproducción, sistemas de recirculación acuícola*

El ostión japonés (*Crassostrea gigas*) es una de las principales especies de bivalvos cultivados en México. Sin embargo, la producción de *C. gigas* presenta un gran reto por superar: la producción continua de semilla para satisfacer la demanda actual. Para la producción de semilla es necesario controlar los factores exógenos que intervienen en el ciclo reproductivo de los organismos como lo son: la temperatura y la alimentación. Los sistemas de recirculación acuícolas (SRA) son una opción para un control más preciso de los factores que intervienen en el ciclo reproductivo de los organismos, además de permitir el control sobre agentes contaminantes, la calidad del alimento, las tasas de alimentación y la calidad del agua (nitrógeno amoniacal total y nitritos, pH, alcalinidad, salinidad, CO₂ y oxígeno disuelto). Sin embargo, la alimentación, la temperatura y la calidad del agua no son los únicos factores que pueden afectar el proceso de maduración en los bivalvos. La acumulación de CO₂ puede modificar la fisicoquímica del agua como el pH, los carbonatos, los bicarbonatos, la alcalinidad, la calcita y la aragonita (sistema CO₂-carbonatos). Con la modificación del sistema CO₂-carbonatos se puede ver afectado el proceso de biomineralización, la regulación ácido-base, la disolución externa de la concha, cambios en la tasa metabólica, cambio en el uso del sustrato metabólico y la supervivencia. El uso de los SRA para la maduración de *C. gigas* bajo condiciones controladas de alimentación, calidad del agua y el sistema CO₂-carbonatos podría reducir el tiempo requerido para la obtención de organismos maduros y obtener una mejor calidad de semilla. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar y evaluar el sistema CO₂-carbonatos durante el ciclo reproductivo de *C. gigas* en un SRA. El experimento se realizó en un SRA donde se controló el sistema CO₂-carbonatos con un reactor de calcio, el cual contenía un medio de coral fósil. Un RAS sin reactor de calcio fue usado como control. Ochocientos dieciséis ostiones fueron distribuidos en ambas condiciones experimentales, alimentados con pasta de

microalga y monitoreados por 130 días. El índice de condición fue utilizado para evaluar el estado fisiológico de los ostiones y para determinar el grado de desarrollo reproductivo se utilizaron cortes histológicos. Para determinar el efecto de controlar el sistema CO₂-carbonatos en los organismos y el SRA, se midió diariamente el pH, la alcalinidad, la salinidad y la temperatura y de manera indirecta se calculó la presión parcial de CO₂, carbonatos, bicarbonatos y los índices de ración de calcita y aragonita. Asimismo, se determinaron la concentración del nitrógeno amoniacal total, nitritos, nitratos y la concentración de oxígeno disuelto. Los resultados de este trabajo serán presentados en el congreso.

Exploración de la vejiga natatoria de Sciaenidos: composición bioquímica

Cruz-López Honorio¹, Cortes-Santiago Yadira¹, Rodríguez-Morales Sergio², Leticia Olivera-Castillo³ y Lus M. López¹

¹Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917, Col. Playitas, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México. honorio.cruz@uabc.edu.mx; llopez@uabc.edu.mx.

²Unidad de Química en Sisal, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Puerto de Abrigo S/N, Sisal, 97356, Hunucmá, Yucatán, México.

³Centro de Investigación y de Estudio Avanzados del Instituto Politécnico Nacional - Unidad Mérida, Antigua Carretera a Progreso Km. 6, 97310 Mérida, Yucatán, México.

La vejiga natatoria de algunas especies, principalmente de la familia Sciaenidae comúnmente llamados “corvinas” son utilizadas para generar un producto denominado “fauces”. Las fauces de pescado son uno de los cuatro tesoros marinos (abulón, pepino de mar, aleta de tiburón) en China continental y Hong Kong y se han utilizado ampliamente como alimentos tónicos; se cree, que tienen efectos que promueven la salud a través de nutrientes y componentes bioactivos. Dado que existe un interés científico y económico, y considerando que se debe de prestar atención en este recurso, el propósito de este estudio fue determinar la composición bioquímica de la vejiga natatoria de *Totoaba macdonaldi*, *Cynoscion othonopterus* y *Atractoscion nobilis*. Además, se determinó la capacidad de captación de radicales libres de los hidrolizados de colágeno generados con papaína y alcalasa. El contenido de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y contenido de aminoácidos de la vejiga natatoria fue evaluado. Los valores de la composición proximal en peso seco tuvieron las siguientes variaciones: ceniza, de 0.72 a 1.92%; proteína, de 83.62 a 94.28% y lípidos de 3.67 a 17.25%. Entre las especies, *A. nobilis* tuvo el menor contenido de

proteínas y el mayor contenido de lípidos. Se identificaron diecinueve aminoácidos (AAs), pero su concentración varió ligeramente entre especies. La glicina fue el principal AA, el valor más alto se observó en *A. nobilis* (32.6%) y el más bajo en *T. macdonaldi* (29.2%). El AA con menor concentración fue cisteína, seguido de histidina, hidroxilisina, isoleucina, tirosina, metionina, treonina, valina, fenilalanina, leucina, lisina, serina, hidroxiprolina y ácido aspártico; en conjunto estos 14 AAs representan el 25% del contenido total de AAs. En contraste cinco AAs (glicina, ácido glutámico, alanina, arginina y prolina) representan hasta el 75% del total de AAs. A pesar de que todas las vejigas natatorias presentaron un alto contenido de proteína, el valor de la relación de aminoácidos esenciales (EAA) fue bajo. No obstante, presentó altos niveles de AAs funcionales, especialmente glicina, ácido glutámico, prolina, alanina y arginina, estos AAs tienen funciones bioactivas claves para reducir el riesgo de enfermedades. Todos los hidrolizados de colágeno generados con papaína y alcalasa presentan actividad de captación de radicales DPPH. Las vejigas natatorias de las especies analizadas tienen un alto contenido de proteína con un perfil pobre en aminoácidos esenciales, lo que indica que es una proteína inadecuada para la nutrición humana. Debido al alto contenido de AAs funcionales de las vejigas natatorias y actividad antioxidante de los hidrolizados de colágeno, este tejido puede ser considerado como una fuente de aminoácidos de importancia nutracéutica y sustrato para la obtención de péptidos bioactivos.

Palabras clave: composición bioquímica, vejiga natatoria, hidrolizados de colágeno, Sciaenidos

Concentrado de proteínas de soya como una alternativa de proteína para dietas de juveniles de *Totoaba macdonaldi*: su efecto en el metabolismo intermediario e integridad histológica del hapatopáncreas

Idaly Trejo-Escamilla*¹, Lus M López¹, Carlos A Álvarez, Enric Gisbert³, Mario A Galaviz¹

^aUniversidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C. trejo.idaly@uabc.edu.mx. 6461343076 cel.

²Laboratorio de Acuicultura Tropical, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas Km 0.5, Villahermosa, Tabasco, C.P. 86039, México.

³IRTA (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria), Ctra. Poble Nou, km 5.5, 43540, Sant Carles de la Rapita, Tarragona, Spain

Palabras clave: metabolismo, *Totoaba macdonaldi*, histología,

Ante la búsqueda de alternativas potenciales para el reemplazo la harina de pescado (HP), se encuentra el concentrado de proteína de soya (CPS) por su semejanza en el contenido proteico a la HP (60-70%). Existen diversos estudios en peces carnívoros

enfocados a encontrar los porcentajes adecuados de sustitución, como respuesta pronta se ha evaluado el crecimiento y eficiencia alimenticia. Sin embargo, es necesario realizar estudios a nivel de metabolismo y condición del hígado para evaluar el estado de salud de los organismos. En el presente estudio se formularon siete dietas con diferentes niveles de soya (15, 30, 45, 60, 75, 90, y 100%) y una dieta control (CPS15, CPS30, CPS 45, CPS 60, CPS 75, CPS 90, SPS100 y DC). 480 juveniles de totoaba (50.0 ± 1.0 g) fueron alimentados a saciedad dos veces al día (8:00 y 16:00 horas) con las dietas formuladas por 60 días. Al término del bioensayo se removieron los hígados de peces para medir la respuesta de enzimas del metabolismo intermediario y la histología del hepatopáncreas. Se encontró que las enzimas glucogénicas hexoquinasa y glucoquinasa, mostraron una disminución significativa ($P < 0.001$) por la inclusión de SPC en las dietas. En la actividad de fructosa 1-6 bifosfatasa se observó una disminución significativa ($P > 0.05$), los valores más altos se presentaron en las dietas DC hasta CPS45 y los valores más bajos se presentaron en las dietas CPS75 hasta CPS100. Por otra parte, no se presentaron diferencias significativas en las actividades de G6PDH y las enzimas málicas ($P > 0.05$). Respecto al catabolismo de AA, la razón Alanino aminotransferasa/Asparto aminotransferasa fue significativamente ($P < 0.001$) mayor en la dieta CPS100, indicando esto una posible alteración en el hepatopáncreas. Al verificar la histología del hepatopáncreas, los peces alimentados con DC hasta una inclusión de 45%, no mostraron alteraciones en los hepatocitos ni en las células pancreáticas. Sin embargo, los peces alimentados con más de 60% de CPS mostraron alteraciones, desde presencia de núcleos picnóticos en hepatocitos hasta infiltraciones de linfocitos tanto en parénquima hepático y pancreático. De acuerdo a los resultados generados por el presente estudio, se puede concluir que juveniles de totoaba pueden ser alimentados hasta con 45% de CPS en las dietas sin verse comprometida la salud de los peces.

Co-alimentación durante el desarrollo temprano de larvas de Totoaba (*Totoaba Macdonaldi*) bajo condiciones de cultivo

Brandon Escárcega., Lus M. López., Fernando Barreto., Samuel Sánchez., Rosario Jara Montañez, Ángel Raúl Herrera., Samantha Victoria., Mario A. Galaviz*.

^aUniversidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C. mgalaviz@uabc.edu.mx. 646-1210412 cel.

Palabras clave: *Totoaba, Larvas, Co-alimentación, sistema digestivo, histología.*

En la acuicultura, uno de los principales cuellos de botella en la producción de peces marinos se presenta en las primeras etapas de la vida, lo que disminuye el comercializar nuevas especies de producción. Este tipo de práctica depende de la

producción de alimento vivo, el cual consiste en rotífero (*Brachionus sp.*) y Artemia (*Artemia sp.*) por su fácil producción masiva, sin embargo, estos organismos no cuentan con los suficientes perfiles nutricionales que requieren las larvas en esa etapa de desarrollo, los cuales se compensan con la ingesta de microdieta. Es por tal motivo, se realizaron cuatro tratamientos para deshabitación, con el fin de evaluar el crecimiento y la supervivencia en larvas de totoaba (*Totoaba macdonaldi*) bajo condiciones de cultivo: T1 protocolo de alimentación tradicional (Rotífero - Artemia - Microdieta), T2 protocolo de alimentación tradicional con doble ración (Rotífero - Artemia - Microdieta * 2), T3 deshabitación temprano directo (Rotífero+Microdieta - Artemia) y T4 deshabitación temprano (Rotífero - Artemia+Microdieta). No se presentaron diferencias significativas en crecimiento, longitud y supervivencia, únicamente se presentó una ligera diferencia en longitud en el dpe14 del T1, sin embargo, la tendencia fue mayor en el T1 y T2. Por otra parte, en el T3 y T4, presentó un mejor desarrollo ontogénico, por lo tanto, en base a los resultados de este estudio, implementar una co-alimentación a partir del día post eclosión 18 como un protocolo de destete temprano, puede ser una estrategia prometedora para la producción de esta especie.

Uso de levaduras marinas *Debaryomyces hansenii*, administradas en microdietas elaboradas con Concentrado de Proteína de Soya para el destete de larvas de totoaba (*Totoaba macdonaldi*).

Lizeth Vez Blandón^a., Dariel Tovar Ramírez^b., Lus M. López^a., Fernando Barreto^a., Samuel Sánchez^a., Rosario Jara Montañez^a, Ángel Raúl Herrera^a., Samantha Victoria^a., Mario A. Galaviz^{a*}.

^aUniversidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C. mgalaviz@uabc.edu.mx. 646-1210412 cel.

^bCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR-La Paz). Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita, La Paz, Baja California Sur. C.P. 23096.

Palabras clave: *Debaryomyces hansenii*, levaduras marinas, microdietas, Concentrado de proteína de soya, fuentes proteicas vegetales, *Totoaba macdonaldi*, larvas

El uso de levaduras marinas como coadyuvantes en el aprovechamiento de dietas inertes a base de ingredientes de origen vegetal ha tomado un gran interés en la industria acuícola, el cual logra reducir costos de producción en los cultivos larvarios de peces con importancia comercial. Las microdietas toman gran interés en este aspecto ya que se logran obtener mejoras en el crecimiento y supervivencia de las

larvas de peces marinos. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el uso de la levadura *Debaryomyces hansenii* (CBS 8339) como coadyuvante, en el aprovechamiento de la proteína de soya en dietas para larvas y juveniles de totoaba. En este estudio se realizaron 9 microdietas a base diferentes niveles proteína de soya en sustitución parcial de la harina de pescado y adicionadas con levadura ((dieta control D1, (HP100-L0 % (D1), HP100-L1 % (D2), HP100-L2 % (D3), CPS10 %-L0 % (D4), CPS10 %-L1 % (D5), CPS10 %-L2 % (D6), CPS20 %-L0 % (D7), CPS20 %-L1 % (D8), CPS20 %-L2 % (D9)). Demostrando que con un porcentaje de inclusión del 1 % de la levadura *D. hansenii* en microdietas para larvas de *Totoaba macdonaldi* otorgó mejores beneficios a éstos, en comparación a las otras dietas. En este trabajo, se discuten los mecanismos que pudieran estar implicados en el efecto probióticos en las larvas de totoaba.

Efecto de las tasas de reducción de salinidad del agua sobre la sobrevivencia de postlarvas del camarón *Litopenaeus vannamei* durante la aclimatación a baja salinidad

Magalhaes Vitalina^a, Braga André^b, Galaviz Mario^a

^a Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada, Baja California, México

^b Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada, Baja California, México
vitalina.magalhes@uabc.edu.mx

Palabras clave: Manejo, desempeño zootécnico, tiempo, crustáceo

Aunque el camarón *Litopenaeus vannamei* puede tolerar una amplia gama de salinidades (0.5 a 45 g/L), el proceso de aclimatación de postlarvas (PLs) es crucial para un cultivo de camarón exitoso en agua de baja salinidad. Así, este resumen tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes tasas de reducción de salinidad sobre la sobrevivencia de PLs durante el periodo de aclimatación. Para el siguiente estudio, 100 PLs de 21 días fueron colocadas en unidades de 4 litros y se aclimataron disminuyendo la salinidad de 35 a 1 g/L durante 24 horas bajo dos tratamientos: A1 (35 a 1 g/L), con reducción constante de salinidad por medio de recambio con agua dulce a una tasa de 1.45 g/L/h; y A2, (35-5-2-1 g/L), en donde se realizaron recambios a cada hora con agua dulce a tasas de 0.46% para reducción de 35 a 5 g/L, 0.25g/L para disminuir de 5 a 2 g /L (0.25 g/L) y 0.13 g/L para reducir de 2 a 1 g/L. En adición, se mantuvo un grupo control, en donde se realizaron recambios con agua salada a 40%/h con el fin de mantener la salinidad inicial (35 g/L). Todos los grupos experimentales (control, A1 y A2) fueron evaluados en triplicado y fueron mantenidos

por más 24 horas después del final del experimento. Los parámetros de calidad de agua, temperatura, oxígeno, pH, amonio, nitrito y alcalinidad, se midieron a cada hora durante las 24 h de aclimatación y al final del experimento. Al finalizar el proceso de aclimatación y 24 horas después, se estimó la sobrevivencia, mediante el conteo de las larvas vivas. No fueron observadas diferencias significativas entre los parámetros de calidad de agua, manteniéndose dentro del rango recomendable para el cultivo de la especie durante todo el experimento. La sobrevivencia de las PLs no fue afectada por los métodos de reducción de salinidad durante el periodo de aclimatación, resultando valores arriba del 80% para todos los grupos experimentales. Por otro lado, 24 h después del final de la aclimatación, la sobrevivencia de los camarones aclimatados en A2 (81.07%) fue significativamente mayor en comparación A1 (65.47%). Por lo anterior, se concluye que la reducción de salinidad con tasas variables de acuerdo con los diferentes niveles de salinidad permite mejor aclimatación de PLs, obteniéndose mayor sobrevivencia a comparación con aquellas aclimatadas a tasas constantes de reducción independientemente del nivel de salinidad.

Transcriptoma de *Totoaba macdonaldi* para identificar marcadores nutricionales durante la ontogenia .

Hernández-Montiel, Álvaro H., Llera-Herrera, Raúl., Giffard-Mena, Ivone., Sánchez-Serrano. Samuel., Galaviz-Espinoza. Mario A Galaviz*.

^aUniversidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C. mgalaviz@uabc.edu.mx. 646-1210412 cel.

Palabras clave: *Totoaba*, *Larvas*, *Deshabitación*, *Transcriptoma de novo*, *Ontogenia*.

Una de las mayores inversiones en la piscicultura marina, es la producción de alimento vivo; comparable al gasto en la etapa de crecimiento. En consecuencia, los productores suelen realizar una deshabitación temprana del alimento vivo, para reducir costos de producción. Sin embargo, esta práctica puede ser perjudicial para organismos con baja capacidad digestiva, necesaria para asimilar el cambio alimenticio. Con el objetivo de aumentar la supervivencia durante la deshabitación, se han realizado estudios para evaluar la capacidad digestiva en peces de piscifactoría o con potencia comercial, justificados por los cambios fisiológicos durante la morfogénesis como presencia de células especializadas, que promueven la funcionalidad de órganos involucrados la funcionalidad del sistema digestivo. Debido a que este también es un problema en cultivos de *Totoaba*, se decidió abordar dicha cuestión mediante un análisis transcriptómico, durante el proceso de deshabitación.

Recolectándolas a temperaturas de $24 \pm 1^\circ\text{C}$, 35 UPS y $\text{DO} > 4 \text{ mg/L}$. Los días post eclosión (DPE) seis alimentadas con rotífero, DPE9 y DPE12 (rotífero-Artemia), DPE16 (Artemia), DPE20 (Artemia-microdieta) y DPE28 (microdieta). Conservándolas en RNA later 1:9 para su secuenciación. La calidad y limpieza fue analizada con FastQC y Trimmomatic, mientras que el ensamble de novo fue con Trinity (trinityrnaseq-v2.9.0). Posteriormente, se extrajeron los ORFs con Trinotate, generando secuencias peptídicas con TransDecoder.Predict. La anotación funcional se realizó en Uniprot y PFAM. Tras el ensamblaje de novo, se realizó un análisis de abundancia de K-mers con Kallisto, para analizar la expresión diferencial con EdgeR Bioconductor 3.11 y para evaluar la integridad de los genes ensamblados con BUSCO ortholog (BUSCO v2.0). La comparación histológica fue con cortes longitudinales de entre 4 y 5 μm de espesor, teñidos con hematoxilina-eosina. Se identificaron un total de 139.773 genes, de los cuales 66.008 codifican para alguna proteína; por otro lado, con BUSCO se identificó un total de 89% de genes completos, 4,1% fragmentados y 6,9% perdidos. En el análisis de expresión diferencial, se observaron genes relacionados con el desarrollo morfológico del sistema digestivo, así como su funcionalidad ácida, a partir de los 20 y 28 DPE; sumados a un análisis de componentes principales, para agrupar las muestras en grupos tempranos (G1_D06-D09), medios (G2_D12-D16) y tardíos (G3_D20-D28). Lo anterior, se confirmó por la presencia de glándulas gástricas en el grupo tardío; indicando la maduración del sistema digestivo enzimático del estómago. Por otro lado, se observó una alta expresión de genes relacionados con procesos inflamatorios, así como la presencia de leucocitos en la lámina propia del intestino posterior y hepatocitos vacuolizados. Coincidiendo con el proceso de deshabitación entre el alimento vivo ha formulado.

En base en lo anterior, se seleccionaron como marcadores nutricionales de larvas de Totoaba, durante un periodo habitual de deshabitación, a; PepA, PepC, Try1 y Try6 relacionados con la funcionalidad digestiva, así como Ppbi, Myd88, C1ql3, Lep y Muc2 implicados en la homeostasis del sistema inmune.

Crecimiento y mortalidad de bagre *cathorpos fuerthii* (STEINDACHNER, 1876) del Golfo de Tehuantepec, México.

Martínez Rodríguez, Cesar Leonel.¹, Martínez-Muñoz, Marco A.², Cortez-Peralta, Jovan.³, Ramírez-Murillo, Ricardo⁴, Maqueda-Chavarria Luis M.⁵

1. Facultad de estudios superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo SN, Ejército de Oriente Zona Peñón, Iztapalapa, 09230 CDMX. Correo-e: cesarmartinezunam88@gmail.com Móvil. 5536688048

2. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, I.P.N. Depto. Formación Básica. Academias de Química.

3. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, CDMX.

4. Instituto de Educación Media Superior de la Ciudad de México (IEMS-CDMX).
Tlalpan I.

5. Facultad de ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México

Palabras clave: Tehuantepec, Von Bertalanffy, otolitos, crecimiento, mortalidad.

El bagre *Cathorops fuerthii* es una especie eurihalina la cual se distribuye en el Pacífico Oriental de México hasta Ecuador, en un rango de profundidad de 10-20 metros. Es capturado incidentalmente en la pesca de arrastre del camarón, al no representar una pesquería de interés económico pasa a formar parte de los llamados “descartes”; su comercialización se centra en mercados populares en la costa de Oaxaca y Chiapas, sin embargo, su cultivo representa una producción anual de aproximadamente 3,200 toneladas a nivel nacional, el interés por su cultivo es atribuible a su acelerado crecimiento y alto aporte nutricional. El objetivo del presente estudio fue determinar la edad, crecimiento y mortalidad de *C. fuerthii*. Se colectaron 659 organismos proveniente de la pesca del camarón durante 12 cruceros de investigación en el Golfo de Tehuantepec en los años 2014, 2015 y 2016 para cada ejemplar se registró la longitud estándar (mm), peso (g) y sexo; se obtuvieron 148 otolitos (sagitta) los cuales fueron tratados mediante la técnica de glicerina y luz transmitida con el propósito de observar los anillos de crecimiento. La edad del 73.64 % de los otolitos se estimó en un intervalo de entre 3 años y 4 años. La relación peso-longitud describió un crecimiento alométrico positivo ($b=3.02$ y $R=0.96$) para la muestra analizada. Los parámetros de crecimiento y mortalidad fueron estimados por medio de la clave talla/edad. Los parámetros estimados fueron: $L_{\infty}=234.74$, $k=-0.14$ y $t_0=3.30$. El modelo de crecimiento de von Bertalanffy fue: $LS = 234.74 [1 - e^{-0.147\{t+3.304\}}]$. El crecimiento en peso de *C. fuerthii* se determinó por el siguiente modelo: $W=2 \cdot 10^{-4} SL^{2.5796}$. La mortalidad natural (M) resultó con un valor de 0.44, la mortalidad total $Z=1.63$, y mortalidad por pesca $F= 1.19$. El bagre Congo aumenta de talla y peso de forma acelerada en la primera etapa de vida estabilizándose en su edad adulta por otro lado la pesca de arrastre impacta de manera importante a las poblaciones de bagres debido a su distribución de los caladeros en la pesca del camarón del Golfo de Tehuantepec y a su morfología externa lo cual son más vulnerables al arte de pesca poco selectiva.

Efectos del concentrado de proteína de soja sobre la estructura de la microbiota intestinal y la fisiología digestiva de *Totoaba macdonaldi*

Larios-Soriano Ernesto¹, Carrillo Zavala Roberto¹, López M. Lus¹, Galaviz Mario A¹.

¹Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC),
Ensenada, Baja ernesto.larios.soriano@uabc.edu.mx

Palabras clave: *Totoaba macdonaldi*, Microbiota transitoria, Concentrado proteico de soya, Sub-adultos, Nutrición acuícola

El concentrado de proteína de soja es reconocido como una de las fuentes de proteína alternativas que parcialmente sustituyan la proteína animal para la formulación de piensos acuícolas (Chakraborty et al. 2019). Sin embargo, no se conoce de que manera los componentes alternativos de la dieta modulen la estructura de la comunidad microbiana y, por lo tanto, las funciones inherentes a esta microbiota intestinal que se ha adquirido a través de procesos coevolutivos (Van den Abbeele et al. 2011). Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron estudiar la composición de la microbiota asociada al tracto digestivo de *T. macdonaldi*, e investigar si altos niveles de CPS modulan las comunidades microbianas en el intestino, la estructura intestinal y la lipogénesis hepática en sub-adultos. Se prepararon cuatro dietas: la dieta de control (100% de harina de pescado) y las dietas experimentales que contenían una sustitución parcial de la harina de pescado por concentrado de proteína de soya (15, 30 y 45% de SPC). Después de 90 días, se tomaron muestras del contenido del intestino posterior para determinar la composición taxonómica del microbiota alóctona mediante la secuenciación de la región V3-V4 del gen 16S rRNA. Simultáneamente, se colectaron muestras de hígado e intestino posterior para examinarlas mediante métodos histológicos. El estudio demuestra que las proteobacterias dominan el microbiota alóctona de la totoaba sub-adulta independientemente de la dieta. Sin embargo, el concentrado de proteína de soja modula las comunidades de bacterias accesorias y provoca ligeros efectos en el hígado y el intestino de los peces. El CPS reguló la riqueza y abundancia de la microbiota accesorio, de la cual, las principales unidad taxonómica operativa (OTUs) que mostraron un aumento significativo corresponden al Phylum Firmicutes (Bacillales y Lactobacillales). Por otro lado, se observó que el SPC no tuvo un efecto significativo en la estructura del epitelio intestinal y el tejido hepático de los sub-adultos de totoaba. La presencia de organismos fermentadores se ha relacionado con la producción de ácido láctico y ácido acético a partir de la fermentación de fuentes proteicas y energéticas de origen vegetal como la soya y la síntesis de ácidos grasos de cadena corta por lo que no descartamos que estos cambios puedan influir en las funciones fisiológicas de la Totoaba en etapa sub-adulta.

Producción de tilapia Stirling (*Oreochromis niloticus*) en sistemas de biofloc, con sustitución parcial de la dieta por macilla de cerveza y su efecto en la fisiología y desarrollo.

Juan Ángel Gómez Cadena^a, Fernando Figueroa Saavedra^a, Gustavo Rodríguez Montes de Oca^b, Gilberto Valencia^a, Mario A. Galaviz^c, Miguel Arturo Cabanillas

Gámez^{a*}.

^aUniversidad Autónoma del Estado de Baja California, Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Carretera, Mexicali-San Felipe Km 3.5, Laguna Campestre, Mexicali, B.C. Tel. 686 563 6906. miguel.cabalillas@uabc.edu.mx

^bUniversidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar. Paseo Clausen S/N Col. Los Pinos, C.P. 80000, Mazatlán, Sinaloa, México.

^cUniversidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C.

Palabras clave: *Oreochromis niloticus*, Biofloc, stirling, cebada malteada.

Los sistemas biofoc son una de las tecnologías más recientes y novedosas, los cuales se basan en aprovechar los residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos a través del desarrollo de microorganismos en el medio de cultivo, favoreciendo la dominancia de comunidades bacterianas quimio/foto autótrofos y heterótrofos, resolviendo así sustancialmente los problemas de saturación de nutrientes a partir de su reciclaje. Actualmente la disminución de la utilización de la harina de pescado es uno de los temas más importantes en materia de nutrición acuícola, buscando con ello el desarrollo de sistemas de cultivo más rentables y con un menor impacto ecológico. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto de la utilización de la cebada malteada (macilla de cerveza), como complemento alimenticio sobre la fisiología, desarrollo y la calidad de la carne de la tilapia Stirling (*Oreochromis niloticus*). En este estudio se diseñaron 5 tratamientos consistentes en la sustitución parcial de la dieta por cebada malteada (Biof-Control, Biof-10%, Biof-20%, Biof-30%, Biof-40%). Los resultados del presente proyecto demostraron que es posible sustituir el alimento balanceado hasta en un 20% en el cultivo de tilapia en biofloc sin afectar significativamente la biomasa final, ganancia en peso, sobrevivencia ni el FCA, lo cual representa un ahorro altamente significativo en el cultivo. Actualmente se trabaja en los análisis de la química sanguínea, composición proximal y actividad enzimática, así como, la calidad de la carne. Dichos datos permitirán evaluar la fisiología de los organismos y la calidad del producto.

Efectos del cambio climático en el Golfo de California en dos recursos marinos utilizando datos satelitales y pesqueros

Ciprés Hernández, Paulina ^a , Aguirre Gómez, Raúl ^b , Salmerón García, Olivia. ^{b*}

a Comisión Nacional Forestal, Periférico Poniente #5360 Col. San Juan de Ocotán, Zapopan, Jalisco, 45019

^b Instituto de Geografía, UNAM Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, CDMX, México, 04510

^{b*} Autor para correspondencia: raguirre@igg.unam.mx

Palabras clave: Golfo de California, Sardina, Camarón, TSM, TSMN, [Clo_a]

El Golfo de California soporta importantes pesquerías en todo el país. Particularmente el de las sardinas y los camarones. El presente trabajo tiene como objetivo analizar el efecto del cambio climático en la captura de estas dos especies. El análisis se llevó a cabo considerando los datos de captura de peso vivo y las variables ambientales medidas por satélite: temperatura superficial del mar (TSM) para las sardinas, temperatura superficial de la mar nocturna (TSMN) para el camarón y Concentración de clorofila_a [Clo_a] para ambas especies. La información satelital se obtuvo a través de imágenes MODIS, en el período 2005-2018. Siete zonas de pesca fueron delimitadas por razones biológicas, geográficas y políticas: tres para sardinas y cuatro para camarones. Los resultados indican que [Clo_a] fue mayor en las regiones costeras e en la zona de las grandes islas, alcanzando su pico más alto en marzo y su más bajo en agosto. La TSM varió de sur a norte, siendo febrero el mes con la TSM más baja y agosto el más cálido. La pesca de la sardina tiene una correlación positiva significativa con [Clo_a] ($r = 0,659$) y negativa con TSM ($r = -0,582$). La captura de camarón mostró una alta correlación significativa con TSMN ($r = 0,857$), y una correlación estadística no significativa con [Clo_a] ($r = 0,114$). La zona costera de los estados de Sonora y Sinaloa es la región con mayor [Clo_a], propiciando la captura de sardinas. A pesar de que la captura de camarón no mostró una buena correlación con [Clo_a], se desarrolla en la costa de Sinaloa, la región con la [Clo_a] más alta, debido a la presencia de importantes sistemas lagunares, donde se cultivan camarones. La pesquería de ambos recursos tuvo cambios importantes durante el evento ENOS 2015 (Niño-Godzilla).

Efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de insecto (*Hermetia illucens* y *Acheta domesticus*) en el desempeño biológico, digestibilidad, actividad enzimática y perfil de ácidos grasos de juveniles de *Totoaba macdonaldi*

Carvajal Soriano Karen Elyne¹, Lazo Corvera Juan Pablo²

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, carvajalsk@cicese.edu.mx, jplazo@cicese.mx, Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.

Palabras clave: *Proteína alternativa*, *Harina de insecto*, *Hermetia*, *Acheta*, *Totoaba*

La acuicultura ha sido la industria animal de mayor crecimiento en los últimos años, destacando su enorme potencial de contribuir notoriamente a la seguridad alimentaria de una población mundial en ascenso. En este contexto, la nutrición de los organismos cultivados es fundamental ya que repercute directamente en su crecimiento y salud, sin considerar que más de la mitad de los costos de producción están asociados a la alimentación. La harina de pescado ha sido considerada un ingrediente óptimo para suplir los requerimientos nutricionales de los peces, sin embargo, su uso es poco sostenible ambientalmente. Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación evaluó dos harinas de insecto como ingredientes alternativos a la harina de pescado. Se llevó a cabo un ensayo de alimentación durante 64 días en un sistema de recirculación reemplazando parcialmente (25 y 50%) la harina de pescado por harina de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) y harina de grillo doméstico (*Acheta domesticus*). Se formularon cinco dietas isoprotéicas ($48.88 \pm 0.15\%$) e isolipídicas ($15.77 \pm 0.18\%$): Control, HMSN25, HMSN50, HGD25 y HGD50. Las dietas se administraron a grupos por triplicado de juveniles de *Totoaba macdonaldi* ($112 \text{ g} \pm 15 \text{ g}$) tres veces al día a hasta saciedad aparente. No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de peso ganado (%PG) entre los tratamientos, sin embargo, la tasa de conversión alimenticia sí mostró diferencias entre los peces alimentados con HGD25 respecto a los alimentados con HMSN25.

Presuntas hipnosporas de *Perkinsus* sp. en la almeja *Leucoma grata* en el estero El Castillo, Navolato, Sinaloa

Góngora Gómez Andrés Martín^{1,2*}, Domínguez Orozco Ana Laura¹, Villanueva Fonseca Lizeth Carolina², Acosta Campos María José¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. gogam69@hotmail.com*. Blvd Juan de Dios Batiz Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joaquín, AP 280, Guasave, Sinaloa, CP 81101, México. Tel. 687 8729626.

²Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Av. Universidad s/n. Fracc. Villa Universidad.

Palabras clave: *Leucoma grata*, *Perkinsus* sp, Medio Fluido de Tioglicolato (MFT), Sinaloa.

Por su valor comercial, la almeja *L. grata* es una de las especies de bivalvos más explotadas localmente, y es afectada por enfermedades infecciosas que pueden

causar altas mortalidades, entre las que destaca la causada por el protozooario *Perkinsus marinus*. El objetivo del presente trabajo fue detectar la presencia del protozooario patógeno *Perkinsus* sp en poblaciones naturales de *L. grata* y relacionar su presencia con las variables ambientales durante las cuatro estaciones del año (verano 2020-primavera 2021). Por estación, se recolectaron 30 organismos en un banco natural ubicado en el estero El Castillo, Navolato, Sinaloa, México. Se registraron las variables ambientales del agua: Temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH, profundidad, transparencia. De cada organismo se obtuvieron la longitud, altura y ancho de la concha, además del peso corporal. La detección de *Perkinsus* sp se realizó mediante el método Medio Fluido de Tioglicolato (MFT). Los resultados de las variables ambientales fueron los siguientes: Temperatura = 25.1 a 33.3°C; salinidad = 31 a 38 UpS; pH = 7.75 a 7.88 UpH; oxígeno disuelto = 3.58 a 6.58 mg L⁻¹; profundidad = 10 a 80 cm y transparencia = 10 a 80 cm. Las medidas mínimas y máximas que se obtuvieron de la almeja fueron: longitud = 32.40 a 38.39 mm, altura = 28.08 a 33.51 mm, ancho = 18.12 a 24.54 mm y peso = 11.9 a 23.8 g. La mayor prevalencia de *Perkinsus* sp se observó en verano, con una prevalencia promedio de 18.33% y con grado de infección de nivel ligero (<10⁴ parásitos g⁻¹ tejido húmedo) de acuerdo a la escala de Bushek *et al.* (1994). No hubo correlación significativa entre la prevalencia de *P. marinus* con los parámetros ambientales. Este trabajo aporta conocimientos básicos acerca de la detección de presuntas hipnosporas del patógeno *Perkinsus* sp en poblaciones naturales de la almeja *L. grata* en el estero El Castillo, Navolato, Sinaloa, México.

Efecto de las variables ambientales sobre el crecimiento y la composición bioquímica en el ostión de Placer *Crassostrea corteziensis* cultivado en el estero Bacorehuis, Ahome, Sinaloa

Góngora Gómez Andrés Martín^{1,2}, Villanueva Fonseca Lizeth Carolina², García Ulloa Gómez Manuel¹, Acosta Campos María José¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd Juan de Dios Batiz Blvd. Juan de Dios Bátis Paredes No. 250, Col. San Joaquín, AP 280, Guasave, Sinaloa, CP 81101, México. gogam69@hotmail.com.

²Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave, Av. Universidad s/n. Fracc. Villa Universidad.

Palabras clave: *Crassostrea corteziensis*, Cultivo, Crecimiento, Componentes bioquímicos.

El ostión de Cortez o de placer *Crassostrea corteziensis*, es una especie que tiene un lugar económico importante por su alto valor comercial en el mercado regional y nacional. Esta especie es nativa del noroeste mexicano, tradicionalmente se ha capturado en los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Como consecuencia de su explotación, han desaparecido bancos naturales, convirtiéndose en un candidato ideal para la acuicultura intensiva y para la producción de semilla en laboratorio. El objetivo de esta investigación fue conocer la relación entre los parámetros poblacionales y las variables ambientales con las reservas bioquímicas del ostión de Cortez *Crassostrea corteziensis* cultivado en el estero Bacorehuis, Ahome, Sinaloa, durante un ciclo de producción anual. Se recolectaron 30 organismos mensualmente para analizar el crecimiento de los organismos (longitud, altura, ancho de la concha y peso corporal), con la misma periodicidad se monitorearon las variables ambientales (temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, profundidad y transparencia), y la composición bioquímica (proteínas, carbohidratos y triglicéridos) en el ostión de Cortez *C. corteziensis*. Los resultados de las variables ambientales fueron los siguientes: Temperatura = 30 a 33.5°C; salinidad = 23 a 38 UpS; pH = 5.1 a 7.9 UpH; oxígeno disuelto = 4.3 a 8.7 mg L⁻¹; profundidad = 50 cm a 1.2 m y transparencia = 10 cm a 1.1 m. Las medidas mínimas y máximas que se obtuvieron en el ostión fueron: longitud = 4.05 ± 0.69 a 48.39 ± 4.61 mm, altura = 4.06 ± 0.83 a 68.82 ± 6.56 mm, ancho = 1.15 ± 0.45 a 22.17 ± 4.31 mm y peso = 0.01 ± 0.01 a 38.76 ± 12.06 g. Las concentraciones de proteínas, triglicéridos y carbohidratos fueron las siguientes: la concentración de proteínas mostró variaciones a lo largo del cultivo de *C. corteziensis*, el tejido proveniente de la glándula digestiva y manto mostraron los mayores valores con 501.27 mg g⁻¹ y 486.33 mg g⁻¹ respectivamente, mientras que en la branquia se obtuvo el valor menor con 253.86 mg g⁻¹, la mayor concentración de triglicéridos se encontró en la glándula digestiva y gónada con 89.89 mg g⁻¹ y 71.35 mg g⁻¹ respectivamente. El tejido branquial mostró los menores con 20.47 mg g⁻¹, respecto a los carbohidratos, en la gónada y glándula digestiva se encontró la mayor concentración con 387.48 mg g⁻¹ y 375.01 mg g⁻¹ respectivamente, mientras que en el manto la menor con 336.91 mg g⁻¹. Los parámetros poblacionales que se correlacionaron con la composición bioquímica de la especie fueron la concentración de carbohidratos en los tejidos analizados de branquia ($r= 0.91$) y manto ($r= 0.85$) respectivamente.

Crecimiento y análisis económico del cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas*, diploide y triploide en el estado de Sinaloa

Villanueva Fonseca Brenda Paulina¹, Góngora Gómez Andrés Martín², Hernández Sepúlveda Juan Antonio², García Ulloa Gómez Manuel²

¹Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Guasave.
brendapaulina1984@hotmail.com. Avenida Universidad S/N, Flamingos, AP 81048,
Guasave, Sinaloa.

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el
Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Blvd Juan de Dios Batiz Blvd. Juan de
Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joaquín, AP 280, Guasave, Sinaloa, CP
81101, México. gogam69@hotmail.com.

Palabras clave: *Crassostrea gigas*, análisis económico, diploide, triploide

El ostión japonés, *Crassostrea gigas*, representa la especie de ostreidos más cultivada en todo el mundo. De acuerdo a las últimas estimaciones de la FAO (2015), registró una cosecha de 555,994 toneladas en el año 2013, significando 10% de la producción mundial de moluscos. A pesar del creciente interés por su cultivo, aún existen factores como su genética y requerimientos tecnológicos para la adaptación de variedades específicas a las condiciones en nuevos sitios de cultivo, que deben ser cuidadosamente revisados para mantener e impulsar su economía. Noriega-Curtis (2012) mencionan que el uso de ostiones triploides representa una de las principales prioridades para el crecimiento de la industria ostrícola mexicana. Lo anterior apunta a un escenario de incertidumbre comercial que impacta directamente en el rubro de la sociedad que depende del cultivo de esta especie para subsistir. El objetivo del presente fue realizar un análisis económico en un cultivo de ostión japonés *C. gigas* diploide y triploide en tres sitios del estado de Sinaloa.

Para la realización del cultivo se utilizaron 21,000 ostrillas (7,000 por cada ploidía y sitio), previamente certificadas del laboratorio de CIBNOR-La Paz. El tamaño inicial fue de 11.12 mm y 0.54 g para diploides, y de 13.13 mm y 0.61 g para triploides. El tiempo de duración del cultivo fue de Julio 2013 a Julio 2014 con el método de cultivo Long-line. Para el análisis económico del cultivo, se consideró la compra de nuevos equipos de cultivo y la tasa de depreciación se ajustó de acuerdo con Jolly y Clonts (1993). También, se utilizó el precio de la semilla, y se calculó el ingreso económico utilizando los resultados de producción obtenidos hasta alcanzar la talla comercial y supervivencia al final del cultivo, así como el precio de los ostiones en las áreas de cultivo. El precio base se estableció por acuacultores locales (\$ 2.22 USD / docena), estableciendo una talla de la altura de la concha mínima de 10 cm. Las características de producción y los costos (fijos y variables) fueron usados para estimar la factibilidad financiera de cada combinación de ploidía-lugar. El análisis preliminar se realizó con datos generados exclusivamente durante el ciclo de cultivo del experimento, pero según la experiencia de los acuacultores locales, es necesario considerar un stock inicial de 250,000 ostiones para una producción comercial. Por lo que el análisis económico completo fue extrapolado a tal cantidad pretendiendo proveer de una herramienta económica para comparar las dos ploidías en los diferentes lugares de cultivo seleccionados para este estudio.

Se concluyó que la densidad inicial promedio de 250 000 ostiones asumidos por este estudio a partir de las 3 500 semillas experimentales que comparan el crecimiento y las prestaciones económicas de *C. gigas* diploides y triploides, fue más rentable para la granja Guasave durante el primer ciclo (11 meses), de igual manera se recomienda el cultivo de organismos diploides e iniciar el ciclo de cultivo en octubre-noviembre para mejorar su supervivencia e ingreso final neto.

Efecto de diferentes fuentes alimenticias en el perfil de aminoácidos, ácidos grasos y análisis proximales de pupa de mosca soldado (*Hermetia illucens*, Linnaeus, 1758)

Montiel-López, Raúl^b., Galaviz-Espinoza, Mario^a., Olivas-Valdez, José^a., Sánchez-Nava, Thayde^a., Barreto-Curiel, Fernando^a

^a Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. ^bEstudiante de Lic. Biotecnología en Acuicultura. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C.
fbarreo8@uabc.edu.mx. 646-1848996 cel.

Palabras clave: Mosca soldado, perfil de aminoácidos, ácidos grasos

El uso de organismos acuáticos para la alimentación humana consumo humano y obtención de compuestos con alto valor nutricional en la industria biotecnológica ha aumentado considerablemente en las últimas décadas. Sin embargo, este aumento ha generado un incremento en el precio de materias primas, tales como la harina y aceite de pescado, principales componentes en alimentos balanceados para la acuicultura. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la harina de pupa de mosca soldado *Hermetia illucens* alimentadas con siete fuentes de alimento y así, obtener las características nutricionales para su uso como aporte de proteína parcial o total en dietas para organismos acuáticos. Se utilizaron siete dietas para la alimentación de las pupas de mosca negra (BSF) empleando subproductos o desechos: D1 (molido de vísceras, piel, cabeza y espinazo de cabrilla, *Serranidae* sp.), D2 (Cabeza de camarón *Penaeus* sp. molidas), D3 (mezcla 50:50 de D1 y D2), D4 (ensilado biológico de D1), D5 (ensilado biológico de cabeza de camarón, D2), D6 (mezcla 50:50 de D4 y D5), D7(control- salvado de trigo). Las dietas fueron proporcionadas en pasta. Se colocaron 500 larvas de BSF de 5 días post-eclosión (DPE) descendientes de una colonia de BSF mantenida en la Facultad de Ciencias Marinas. Los organismos se colocaron en contenedores plásticos de 1.7 L de capacidad y se alimentaron por 21 días. Todos los tratamientos se hicieron por triplicado. Se presentaron diferencias significativas en los siete contenidos de proteína, donde el D7 mostró el mayor contenido ($55.3 \pm 2.3\%$). Sin embargo, para el contenido de grasa cruda, el T1, obtuvo el contenido más alto de grasa, el cual fue de $35.4 \pm 1.4\%$, mostrando diferencias significativas con T3, T2 y T7. En los resultados

obtenidos para los ácidos grasos (AGs) se observó un perfil lipídico con mayor porcentaje de ácidos grasos saturados y monoinsaturados en la mayoría de los tratamientos, obteniendo un promedio del 50% en cada uno de ellos. Sin embargo, para el T7, se observó una mayor concentración de PUFAs, en especial de C18:2n6 con $24.1 \pm 3.9\%$. Respecto a los perfiles de aminoácidos (Aas), se observó que el T7 presentó una mayor concentración y diferencias significativas tanto para el contenido de aminoácidos esenciales ($25.8 \pm 1.7\%$) como no esenciales (31.4 ± 2.1). De los resultados anteriores se concluye que los perfiles nutricionales de la pupa soldado pueden ser modificables según la dieta proporcionada. Por tal motivo, se recomienda analizar los contenidos nutricionales antes de formular una dieta balanceada e incorporar los aminoácidos y ácidos grasos limitantes o esenciales.

Efecto del enriquecimiento de alimento vivo en el perfil de aminoácidos y ácidos grasos de rotífero

López-Lucero, Edgar Alexis^b, Galaviz-Espinoza, Mario^a, Jara-Montañes, Rosario^a,
Herrera-Gutiérrez, Raúl^a, Barreto-Curiel, Fernando^a

^a Universidad Autónoma del Estado de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas. ^bEstudiante de Lic. Biotecnología en Acuicultura. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, 22860 Ensenada, B.C.
fbarreo8@uabc.edu.mx. 646-1848996 cel.

Palabras clave: rotífero, enriquecimiento, perfil aminoacídico y lipídico

El alimento vivo (fitoplancton y zooplancton) es uno de los elementos esenciales para la producción y supervivencia en el desarrollo larvario de peces, moluscos y crustáceos. El rotífero *Brachionus plicatilis* es uno de las especies más utilizadas como alimento en larvas de peces, debido a su tamaño microscópico (100-300 μ) y a su rápida reproducción. Sin embargo, también muestra algunas desventajas, las cuales repercuten en la composición bioquímica-nutricional de este organismo. Por ello, el objetivo de este trabajo fue enriquecer rotíferos con distintas fuentes alimenticias y determinar el efecto de la alimentación proporcionada en la composición bioquímica (proteínas, lípidos, extracto libre de nitrógeno, cenizas y perfil de aminoácidos y ácidos grasos) de los rotíferos. Los rotíferos se alimentaron con cinco combinaciones de dietas comerciales, conocidas como enriquecedores (Rotigrow Plus + levadura de pan, Ori-One, Dieta nueva, Rotigrow One Step y Rotigrow Plus + levadura de pan + enriquecimiento). La unidad experimental contenía cinco tanques cilíndricos de 100 litros, se utilizó un método de batch o bloqueo por tiempo, donde la densidad de siembra inicial fue de 250 rotíferos/ml por tanque y se alimentaron a las raciones diarias sugeridas por cada fabricante de enriquecedor. Los resultados obtenidos de los análisis de composición bioquímica mostraron que los rotíferos alimentados con

la dieta de Rotigrow + levadura de pan presentaron el mayor contenido de proteína cruda ($60.22\% \pm 0.022$), sin embargo, en cuanto a lípidos totales aquellos rotíferos alimentados con la dieta Ori-One mostraron un contenido lipídico mayor ($14.23\% \pm 0.0051$). En el perfil de ácidos grasos, los rotíferos alimentados con la dieta Ori-One obtuvieron un mayor porcentaje de PUFA's, (48% aproximadamente), presentando un enriquecimiento en los ácidos grasos C18:2n6, C18:3n3, C2:4n6, C22:6n3 (18.1, 6.0, 2.3, y 11.9 % respectivamente). Sin embargo, para el ácido graso C20:5n3 el tratamiento de Rotigrow Plus + levadura de pan mostró una mayor concentración de éste ácido graso (4.4%). En cuanto al perfil aminoacídico, la dieta Rotigrow + levadura de pan generó el mayor contenido de aminoácidos esenciales (28.5%) y no esenciales (31.8%) respecto al porcentaje de proteína, superior al resto de los cuatro tratamientos restantes. Con estos resultados se concluye que el tratamiento Rotigrow Plus + levadura de pan es el enriquecedor que obtiene un mayor enriquecimiento en los valores nutricionales de proteína cruda y aminoácidos en el rotífero *Brachionus plicatilis*. La dieta Ori-One resulta benéfico para los rotíferos en contenido de ácidos grasos esenciales ARA, EPA y DHA. Se recomienda seguir haciendo experimentación con mezclas de enriquecedores en diferentes proporciones para obtener el perfil nutricional deseable en los rotíferos *Brachionus plicatilis*.

VI. GESTIÓN DE RECURSOS COSTEROS

Modelo de ordenamiento ecológico marino y regional, como instrumento de política ambiental en México.

Macías Carballo, Mariana^{1*}, Arizpe Covarrubias, Oscar¹, Wurl, Jobts², Serrano Castro, Rodrigo³ y Ortega Rubio, Alfredo⁴.

^{1*} Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Biología Marina.

² Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Geología Marina.

³ Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento Académico de Ciencias Sociales y Jurídicas.

⁴ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Departamento de Planeación Ambiental y Conservación. mariana_macias33@hotmail.com, Parras de la fuente 363 Ecolomas, Ensenada Baja California México, C.P. 22810.

Tel: (646)1180191.

Palabras clave: Planeación territorial, costa, legislación ambiental, modelo matemático e indicadores.

Los Programas de Ordenamiento Ecológico están clasificados en marinos, regionales, territorial y locales. La formulación de los tres primeros instrumentos de política ambiental se formula en dependencias federales, recibiendo el apoyo de las delegaciones estatales de la zona a ordenar para disminuir las desventajas y fortalecer las ventajas de los tomares de decisiones. En este contexto el objetivo de este trabajo es proponer un modelo que permita mejorar los procesos del Ordenamiento Ecológico Marino y Regional; el cual permita desarrollar una estrategia metodológica para modelar dichos procesos de los Programas de Ordenamiento Marino y Regional de los estudios de caso. La metodología utilizada está basada en el análisis de sistemas, con el cual se obtuvo como primer paso un análisis comparativo cualitativo para obtener la selección de los indicadores a utilizar, posteriormente se obtuvo un MCSSA, para finalmente realizar una Evaluación Multicriterio para los POEMR utilizando la Geomática integral en un ambiente SIG y así obtener ecuaciones sectoriales y por indicadores para generar el modelo matemático. Los resultados obtenidos muestran que, de los 13 índices, 40 subíndices y 168 indicadores, es necesario considerar que existen 52 estrategias y lineamientos a evaluar dentro de los 13 POE analizados obteniendo 2 MCSSA (regional y marino). Estos datos se acomodaron en una matriz de presencia/ausencia para aplicar el modelo estadístico CSMA. La Evaluación Multicriterio se ajustó en un ambiente SIG fundamentándolo con el método de comparación por pares de Saaty para obtener la importancia que este aportara al modelo matemático. Uno de los elementos relevantes, indica que el ACP no es significativo al 95% por el sesgo estadístico para la elección de los indicadores a utilizar para diagnosticar el área. La propuesta es

incluyente para el índice de la salud del océano, considerando el factor de la presión del suelo cuenca arriba y el efecto directo sobre los ecosistemas marino-costeros. La propuesta del modelo matemático consiste en 8 pasos utilizando la información del diagnóstico, representando cada sector con una función matemática, por ejemplo, la pesquería artesanal se expresa para el Golfo de California: $STD^*(PsAr/\text{Área de la UGA}) e^{0.3} + 2$.

Caracterización y diagnóstico del Estero de Todos Santos, Baja California Sur, México.

Castañeda-Mercado María Jose¹, Arizpe-Covarrubias Oscar Alfredo¹, González-Baheza Arturo¹

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur. uabcsur@gmail.com
Carretera al Sur KM 5.5., Apartado Postal 19-,B, C.P. 23080, La Paz Baja California Sur, México. (612)157-2899

Palabras clave: Estero, Humedal, Hidrología, Manejo, Conservación.

La importancia de los humedales y esteros reside en sus funciones ecológicas, económicas y sociales. Son lugares con una gran productividad orgánica, sirven como refugios de vida silvestre presentando especies nativas de la región, además, sirven como sitios de anidación, reproducción y alimentación, así como zona de internación para algunas aves migratorias. Dada la importancia ecológica de los humedales y esteros, la delimitación y caracterización de estas zonas con base en sus componentes es necesaria para comprender, manejar y gestionar estos ecosistemas. El objetivo del presente estudio fue delimitar, caracterizar y diagnosticar el estero de Todos Santos, en Baja California Sur, México. Para delimitar el Estero de Todos Santos se realizaron modelos de elevación y mapas con los componentes hidrográficos, geológicos, biológicos y socioeconómicos con base en los datos del manual de Ordenamiento Ecológico Territorial, la Carta de Todos Santos F12-B33, y datos cartográficos de INEGI. Posteriormente se realizó un cluster de datos para identificar las unidades ambientales presentes dentro del polígono del estero y zonas aledañas. El polígono trazado del estero de Todos Santos presenta un área de 5,026, 432 m², con un perímetro de 14,712 m. Se identificó una gran diversidad de especies nativas y migratorias que dependen del humedal, dentro de las cuales un total de 53 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo. Los indicadores más importantes utilizados para delimitar el estero fueron la hidrografía y topografía del sitio. Se identificaron vegetación, hidrografía, topografía, agricultura (cultivos extensivos), y los aspectos fisiográficos como los componentes ambientales de mayor relevancia en el estero. Así mismo, los principales componentes sociales fueron demografía y urbanización. Se proponen un total de cinco unidades ambientales en la zona del estero y sitio aledaños, las cuales fueron: concentración de escurrimiento,

humedal, zona de impacto, flora introducida y área urbana. La zona del humedal ha mostrado un claro deterioro a lo largo del tiempo, por lo que se identificó la zona del humedal como zona vulnerable del estero debido a que es muy relevante para las especies de flora y fauna que dependen de él. Se identificó el uso del agua como la principal problemática dentro del estero, debido a que el uso del agua de escurrimientos y aguas subterráneas es usado para el riego de cultivos extensivos, lo cual disminuye el suministro de agua a la zona del humedal y promueve su deterioro. Adicionalmente se identificaron el impacto antropogénico, el cambio de uso de suelo y las especies no nativas como problemáticas importantes a tener en cuenta. Es necesaria la formulación de un plan de manejo para la conservación y evitar la degradación del humedal; así como reglamentación para una correcta administración del agua que permita que la cantidad de escurrimiento superficial y subterráneo que llegan a la zona del humedal sean suficientes para evitar la degradación.

Restauración ecológica aplicada para desplazar *Paspalum vaginatum* y recuperar cobertura de *Rhizophora racemosa* en África occidental

Agraz-Hernández Claudia Maricusa^{1*}, Houndjinou Ebénézer², Reyes-Castellanos Jordan Efrén¹, Chan-Keb Carlos Armando³, Muñiz-Salazar Raquel⁴

¹Instituto EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Agustín Melgar s/n entre Juan de la Barrera y Calle 20, Col. Buenavista, C.P. 24039 San Francisco de Campeche, Campeche, México.

²Ecole d'Aménagement et de Gestion de l'Environnement. Faculté des Sciences Agronomiques (FSA). Université d'Abomey-Calavi (Bénin).

³Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Universidad Autónoma de Campeche, Av. Agustín Melgar s/n entre Juan de la Barrera y Calle 20, Col. Buenavista, C.P. 24039 San Francisco de Campeche, Campeche, México.

⁴Escuela de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Baja California. Blvd. Zertuche y Blvd. De los Lagos s/n. Fracc. Valle Dorado. Ensenada, Baja California. C.P. 22890.

*clmagraz@uacam.mx. Instituto EPOMEX. Av. Héroe de Nacozari #480. Campus 6 de Investigaciones. Universidad Autónoma de Campeche. CP. 24029. Campeche, Campeche. Tel:9811202587.

Palabras clave: manglares, rehabilitación hidrológica, *Paspalum vaginatum*, reforestación, *Rhizophora racemosa*.

Los manglares a pesar de ser uno de los ecosistemas más productivos del mundo y proveer múltiples servicios ecosistémicos, se registran más de 3 millones de hectáreas deforestadas a nivel mundial, ocasionado por diversas actividades antrópicas y por efectos de la variación climática. La deforestación genera cambios hidrológicos que afectan las condiciones químicas del agua y suelo. En particular para

los manglares de Benín en África, el efecto combinado de las sequías y el uso excesivo de este ecosistema por las comunidades ha generado la reducción dramática de la cobertura, desaparición de ciertas especies de fauna y flora de importancia ecológica y económica, además de la invasión de la planta *Paspalum vaginatum*, la cual desplaza a los manglares. En este trabajo, se restauraron 230 Ha mediante acciones de rehabilitación hidrológica y reforestación para desplazar a *P. vaginatum* y recuperar cobertura de *Rhizophora racemos*. La rehabilitación hidrológica fue diseñada mediante la excavación de 26 canales artificiales y el desazolve de 19 canales naturales, con una excavación total en longitud de 7,158 m, conectados entre sí, y un volumen total de extracción de 7,500 m³ de sedimento en las 30 Ha. Esto con el apoyo de 258 personas de las comunidades de Ouidah, aledañas al área de restauración. El ajuste del diseño de los canales artificiales, el mantenimiento y la valoración del grado de éxito de las acciones de rehabilitación hidrológicas, se efectuaron a través del análisis fisicoquímico del agua intersticial antes, durante y posterior a la rehabilitación y mediante la comparación de las condiciones del sitio de referencia. Se efectuó la reforestación *in situ* a alta densidad en los bordos de los canales y en el área total, con 152,470 propágulos de *R. racemosa*; logrando desplazar a *P. vaginatum* en un 95% de las 30 Ha, con sobrevivencia del 87% de 2019 al 2021. Por otra parte, en respuesta a los cambios hidrológicos y fisicoquímicos del agua intersticial (hidro período) positivos, se ha registrado la regeneración natural en un 10% por propágulos de *R. racemosa* en los bordos de los canales artificiales y por *Sesuvium portulacastrum* en las 30 Ha restauradas.

Desarrollo de la maricultura sustentable en la región Costa de Oaxaca y su impacto ambiental

Hernández-Santiago, Cuitláhuac; Serrano Guzmán, Saúl; Cuevas Aguirre, Angel; Pintos Terán, Pablo.

Universidad del Mar. cuitlahuac.hs@gmail.com

Cd. Universitaria S/N, Puerto Ángel, Oaxaca, México. C.P. 70902. maricultura, impacto ambiental, Oaxaca, MIA

La Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuicultura (SEDAPA) del Gobierno del Estado de Oaxaca promueve el desarrollo de la maricultura sustentable en la región Costa proponiendo el cultivo marino de moluscos bivalvos, crustáceos y peces en el frente costero de 15 municipios. El Estado de Oaxaca no tiene registros de producción de organismos marinos y la producción pesquera se sostiene totalmente de la explotación de bancos naturales que muestra una tendencia con pérdidas y ganancias erráticas. Con 620 km de litoral que Oaxaca cuenta, es posible incrementar la participación de la producción pesquera a través de la maricultura, que actualmente no está desarrollada y coadyuvaría a la conservación de las poblaciones

naturales actualmente sobreexplotadas. El objetivo del proyecto es administrar una extensión de 376 km de litoral que abarca 89,240 Ha de superficie marina, de las cuales el 54% (47,887 Ha) serán destinadas al aprovechamiento con el desarrollo ordenado de cultivos marinos, y 46% (340,342 Ha) será destinado a la protección de áreas y ecosistemas sensibles. Las áreas destinadas al aprovechamiento y desarrollo de cultivos marinos estarán divididas en áreas para Proyectos de Fomento ubicadas entre las cotas de -10 a -20 metros; en áreas para Proyectos de Escala Comerciales ubicadas entre las cotas de -20 a -40 metros y las áreas para Proyectos de Escala Industriales ubicadas entre las cotas de -40 a -60 metros. En el área aprovechable se emplazarán 66 lotes para cultivo de peces o crustáceos y 508 lotes para cultivo de bivalvos que están ubicados de acuerdo a dos criterios, uno de bioseguridad y otro de aptitud del sitio. Los cultivos de peces usarán una unidad modelo de producción comercial compuesta de seis o doce jaulas, contará con un sistema de señalización marítima perimetral. Los cultivos de bivalvos usarán una unidad modelo de producción comercial compuesta por tres líneas largas que sostendrán canastas de cultivo y contará con sistema de señalización marítima perimetral. A partir de la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales se determinó que podrán presentarse 24 impactos ambientales negativos. Entre los impactos ambientales más significativos tenemos la afectación a actividades turísticas y al paisaje, alteración de ecosistemas marinos sensibles por ocupación e interferir con la navegación y pesca ribereña, interferencia con el tránsito migratorio de mamíferos marinos, afectación de áreas usadas por especies protegidas, superación de la capacidad de carga de la columna de agua y de la comunidad bentónica por las emisiones de excretas y alimento no consumido, transmisión de enfermedades a especies locales y fuga de especies no nativas. Para cada impacto se han propuesto medidas de prevención, mitigación o compensación de los sitios en donde se desarrollen los proyectos.

Interacciones de la pesca de pequeña escala en la región de Nayarit, México

Torres-Núñez, Carlos Gerardo y Ramírez-Rodríguez, Mauricio*

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional
Av. IPN s/n, Col. Playa Palo de Sta. Rita, La Paz, BCS, México, 23096.
mramirr@ipn.mx, Tel. 6121390126

Palabras clave: Dinámica de flotas, pesca regional; desempeño de pesquerías.

La coexistencia de múltiples pesquerías en una región dada genera interacciones espaciales y temporales que afectan el desempeño de pesquerías individuales y de la pesca en la región. Identificar y caracterizar estas interacciones puede aportar al

diseño de medidas de manejo. En este trabajo se consideran las pesquerías de pequeña escala o ribereñas que se desarrollan en la región del estado de Nayarit, y se aplica el enfoque de unidades operativas (UO), definidas como el conjunto de embarcaciones similares que con el mismo arte de pesca aprovecha las mismas especies objetivo. Se analizan estadísticas pesqueras registradas en avisos de arribo proporcionados por CONAPESCA, de 2010 a 2018. Al asociar las especies registradas con los artes de pesca autorizados en los permisos de pesca se definieron 14 UO que aprovechan especies marinas y 3 UO que pescan en agua dulce. Al considerar la cercanía entre localidades pesqueras y la fisiografía de la región se delimitaron 4 zonas de pesca. Los datos de temperatura superficial del mar indican dos épocas climáticas. Para cada UO se estimó su importancia relativa considerando su aportación al total de la frecuencia de registro, monto de captura y el valor económico de la producción. Las UO más relevantes son las que capturan peces (escama) utilizando redes de enmalle de fondo y líneas de mano con anzuelo y la de camarón con atarraya. En general el desempeño de las UO en la región fue estable en el periodo analizado, pero por zona se observaron diferentes tendencias y ciclos de producción afectados por la disminución en la disponibilidad de especies clave, como el camarón y por las vedas que modifican los patrones de operación de la flota.

Desempeño gubernamental en la gestión de los recursos pesqueros de México

Medellín-Ortiz Alfonso¹, García-Peña Esteban², Reyna-Fabián Mariana², Rivas-Ochoa Cristina¹, Elizarraras Rodrigo¹

¹ Humint, Data Analysis Human Intelligence

² Oceana en México, Protegiendo los Océanos del Mundo A.C. Ciudad de México. egarcia@oceana.org Poseidón 39, Col. Crédito Constructor CDMX, México C.P. 03940 teléfono de contacto +52 5526992860

Palabras clave: pesquerías, deterioro, México, Carta Nacional Pesquera, auditoría.

Conocer el estado general de las pesquerías del país es una labor compleja para el ciudadano común debido a que existe poca disponibilidad de la información sobre el estatus actualizado del manejo de los recursos pesqueros. El objetivo fue cuantificar el total de pesquerías que se reconocen oficialmente en México y su estatus actual. Analizamos la Carta Nacional Pesquera (CNP), con sus actualizaciones desde el 2000 al 2018, y diferentes ediciones de los “Libros Rojos”. Detectamos una falta de homogeneidad en los conceptos que definen este estado poblacional de las pesquerías por lo que mediante una solicitud de información pública se requirió al INAPESCA clarificar los conceptos de Rendimiento Máximo Sostenible, Rendimiento Máximo Sustentable y Rendimiento Máximo Permisible. Los resultados muestran un

total de 80 fichas de pesquería vigentes, menos del 50% de los recursos pesqueros bajo aprovechamiento cuentan con información actualizada sobre el estado de los stocks. El 63% se encuentran en su Máximo Rendimiento Sostenible, el 17% en deterioro, el 13% con potencial y 7% con otro estatus diferente. De la información contenida en las fichas de las CNP no es posible validar los datos que llevaron al análisis correspondiente, así como a la determinación de clasificar un recurso en las categorías de estatus de la pesquería y por lo tanto los hallazgos del INAPESCA no son replicables. Ante la imposibilidad de replicar estos resultados se consideró relevante evaluar el proceso de actualización de las fichas, para ello se solicitó información a la autoridad científica nacional acerca de los métodos o procedimientos que se emplean para la actualización de las fichas, el perfil de las personas encargadas de hacer las evaluaciones de stocks, las personas que intervienen en dichos procesos, entre otras. Con base en esta información obtenida se observa que no existen protocolos de investigación definidos, ni criterios transparentes; tampoco existe una sistematización que permita una revisión de los datos y modelos utilizados para las evaluaciones contenidas en la CNP. Observamos que el 4.8% del total de fichas de la CNP cuenta con datos e información pública disponible para poder replicar. Se sabe que existe un gran acervo de investigaciones científicas alrededor de algunos de los recursos pesqueros nacionales, sin embargo, la Carta Nacional Pesquera en su carácter de documento oficial que debe contener el resumen de información necesaria para el diagnóstico y evaluación integral de los recursos pesqueros, no cumple con su carácter de comunicar con base en información actualizada y disponible el estado de todos los recursos pesqueros del país. El INAPESCA tiene entonces la oportunidad de mejorar sus procesos y consolidar una Carta Nacional Pesquera que contenga claramente la mejor información actualizada anualmente, así como el uso y aplicación de metodologías y procesos internos de manera transparente.

Acciones de manejo y monitoreo poblacional del abulón azul (*Haliotis fulgens*) en Isla Guadalupe, B.C., México

Bauer, Jeremie¹., Segovia-Rendon, Jaime²., Beas-Luna, Rodrigo¹., Lorda, Julio¹

¹. Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Carretera Ensenada-Tijuana, Col. Playitas C.P. 22860.

². Proyectos y Servicios Marinos (PROSEMAR), Colinas de Ensenada #209, Col. Colinas del Mar. C.P. 22760. Jeremie.bauer@uabc.edu.mx (612) 1118298.

Palabras clave: Translocación, Monitoreo, Reserva de la Biósfera, Refugio Pesquero

La abulón azul, *Haliotis fulgens*, es un molusco gasterópodo de alto valor económico, extraído por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Participación

Estatal (S.C.P.P.P.E.) “Abuloneros y Langosteros” desde hace más de 35 años en la Reserva de la Biósfera Isla de Guadalupe. A diferencia de otros sitios en México, la población de abulón azul de isla Guadalupe se considera estable a pesar de su extracción y la variabilidad ambiental. Para evaluar las características poblacionales de la especie y entender su éxito relativo, pero sobre todo mantener su productividad, desarrollamos un monitoreo ecológico y pesquero conjunto a un esfuerzo de repoblamiento a través de translocaciones. Para evaluar la estructura poblacional del abulón azul alrededor de isla Guadalupe se realizaron 91 transectos de 60 m² en 33 sitios, evaluando un área total de 5460 m². Se registró la presencia y número de abulones, competidores herbívoros y macroalgas presentes en el transecto. Se registraron 1158 abulones de los cuales 969 (83.7 %) con tamaño de concha, determinando una densidad de 0.21 abulones por m². El sitio con mayor densidad registrada fue “La Plancha” con 0.7 abulones por m². Se analizaron las capturas para caracterizar la estructura de tallas y relación peso-longitud en los diferentes polígonos de pesca. Con el objetivo de incrementar su densidad y potenciar la reproducción, realizamos la translocación de 461 organismos adultos a refugios pesqueros. Los abulones fueron marcados, medidos, sexados y trasladados a tinajas con aeración y flujo semicerrado. Colocamos 214 abulones en el polígono de refugio pesquero “La Capilla” y 247 abulones en el refugio pesquero “La Plancha”. Los abulones presentaron una longitud de concha promedio de 14.5 cm y un peso promedio de 413 g. Una vez realizada la siembra se monitorearon los dos sitios por una semana, con la técnica de búsqueda libre para registrar los abulones marcados del repoblamiento. Este trabajo se realizó de la mano con miembros de la cooperativa pesquera, los cuales fueron capacitados para las actividades de monitoreo y translocación. Los Abulones y otras especies bentónicas están limitadas en su habilidad para escapar los efectos del cambio climático. En este trabajo, exponemos como la combinación de algunas acciones de manejo pueden potencializar una pesquería estable.

Capacidad de carga para la actividad de observación de cetáceos costeros: el caso de la población de Delfín Mular del estuario del Sado, Portugal

Nogueira Mendes, Ricardo M.; Pereira Da Silva, Carlos; Julião, Rui Pedro

Institución: CICS.NOVA, NOVA FCSH

Dirección electrónica: rmendes@fcsb.unl.pt

Dirección postal: Av. de Berna 26 C, 1069-061 Lisboa, PORTUGAL

Teléfono de contacto: +351 217 908 300 ext.1221

Palabras clave: Turismo, Sostenibilidad, Áreas protegidas

El concepto de capacidad de carga se ha utilizado durante las últimas décadas para organizar y promover actividades turísticas y recreativas, especialmente en el contexto de las áreas protegidas. En teoría, este concepto pretende garantizar al mismo tiempo el mantenimiento de los recursos y territorios turísticos y la satisfacción de los turistas / usuarios. Se han desarrollado diversas metodologías teniendo en cuenta aspectos ecológicos y sociales, con la participación de diferentes actores teniendo en cuenta el objetivo de definir números globales o escenarios de gestión, lo cual no siempre es fácil debido a la complejidad de estos procesos.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la capacidad de carga de las embarcaciones Marítimo-Turísticas que realizan actividades de observación de Delfín Mular (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) en el estuario del Sado y zonas adyacentes donde se encuentra una de las 6 poblaciones residentes en toda Europa, cuyo número se ha reducido de 40 a 27 individuos entre 1986 y 2020. En el contexto de la determinación de la capacidad de carga, se decidió caracterizar la situación actual teniendo en cuenta las 22 empresas licenciadas y sus 46 embarcaciones - así como la navegación de recreo, habiendo realizado durante el verano de 2020, 37 salidas de mar y una encuesta dirigida a los operadores.

A pesar del fuerte impacto que tuvo la Pandemia Covid-19 en la actividad del sector en 2020, los resultados alcanzados fueron considerados como un punto de partida por la autoridad nacional de conservación de la naturaleza y por los operadores consultados. Las empresas durante el verano de 2020 no mostraron señales preocupantes, siendo el cumplimiento del código de conducta la norma para su funcionamiento. Sin embargo, estos representaron solo el 80% de las interacciones registradas. En periodos críticos, que dependen de la propia dinámica y comportamiento de la población, como entrar o salir de lo Estuario más allá de embarcaciones autorizadas, se pueden agregar decenas de otras embarcaciones, lo que agrava la perturbación, careciendo de medidas de protección e inspección activas e inmediatas. Según la percepción de las empresas, esta es la zona más crítica en cuanto a conflictos con la navegación recreativa, siendo al mismo tiempo la más importante para su propia actividad por la cercanía a los puertos y marinas donde operan y el paisaje circundante.

De las encuestas se destacan dos aspectos: el 82% de las empresas considera que la actividad ya estará en su máximo potencial y un tercio de las empresas ven la observación de delfines como su actividad principal, con otros para los que esta es una actividad complementaria por ejemplo, de buceo u otras actividades de Turismo de Naturaleza.

Con el trabajo realizado en 2020 y que se replicará en 2021, se espera contar con información suficiente para crear una ordenanza reglamentaria para la actividad de observación de Delfín Mular, del estuario del Sado.

Medidas de mitigación relacionadas con el efecto potencial de Plantas de Energías Renovables Marinas en mamíferos marinos.

Cabello Figueroa Vianey, Heckel Gisela, Méndez Alonzo Rodrigo, Magar Vanesa.

vianey@cicese.edu.mx, Dpto. de Biología de la Conservación, CICESE, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918. Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C., México.
Tel. 5548340412.

Palabras clave: conservación, ambiental, recursos naturales, océano

Las Plantas de Energías Renovables Marinas (PERM) están compuestas por dispositivos que aprovechan el oleaje, las corrientes marinas, el gradiente salino y / o el térmico para generar energía eléctrica. Sin embargo, hay pocos estudios sobre sus efectos potenciales en la biota y el ambiente marinos. Los mamíferos marinos pueden tener riesgos asociados a la instalación de las PERMs y varias especies están en alguna categoría de riesgo según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En México hay planes para instalar PERM y se cuenta con una alta diversidad de mamíferos marinos, todas protegidas por ley. Por lo tanto, es necesario proponer medidas de mitigación.

El objetivo del presente trabajo es presentar un análisis de los efectos de las PERMs en mamíferos marinos en el mundo y de las medidas de mitigación aplicadas en cada caso, con base en una revisión exhaustiva y sintética de la literatura.

Se realizó una revisión sistemática y una síntesis cualitativa de la información, revisando el título y resumen de 597 publicaciones, para agruparlas en siete estresores: luz, químicos, cables y líneas de amarre, cimientos y/o movimiento que ocasionan cambios en la columna de agua y sedimentos, campos electromagnéticos, efecto barrera y ruido. Los artículos se registraron en una tabla codificando los datos. Las variables para medir los efectos se cuantificaron con un programa contador de palabras. Posteriormente se realizó una composición escrita con los resultados. Las medidas de mitigación se determinaron dependiendo del efecto en los mamíferos marinos.

La luz ocasiona desorientación, aumentando el riesgo de colisión. Como medida de mitigación se propone disminuir la cantidad de luz, emplear luces rojas, de menor intensidad o estroboscópicas.

Químicos: se detectó que las pinturas y los recubrimientos pueden tener metales pesados que causan intoxicación o daños al sistema endócrino. Se sugiere evitar estos productos o encontrar reemplazos sin metales pesados. Los cables y líneas de amarre pueden causar enmarañamiento. Se propone colocar cables menos propensos a enrollarse, disuasivos acústicos y evitar zonas en rutas migratorias. Los campos electromagnéticos causan alteración en la orientación y en la navegación de los organismos. Se debe sustituir los cables de cobre por cables de fibra óptica, porque generan menos campos electromagnéticos. Los cambios en la columna de

agua y los sedimentos ocasionan alteraciones del hábitat. Se propone realizar la caracterización ecológica del hábitat mediante monitoreos a largo plazo y determinar áreas de alimentación para detectar umbrales de cambio. La presencia física, ya sea estática o dinámica, del dispositivo (turbinas, infraestructura o embarcaciones), ocasiona un efecto barrera que propicia colisiones. Se recomienda colocar estímulos de advertencia para alejar a los animales, y disminuir las velocidades de las embarcaciones a menos de 10 nudos (18.5 km/h) en áreas con presencia de mamíferos marinos.

En conclusión, los estudios sobre efectos de las PERM en mamíferos marinos realizados en otras partes del mundo y las medidas de mitigación puestas en práctica constituyen información que será útil para prevenir impactos sobre estas especies en México.

Visualización y análisis de datos oceánicos en R: el paquete satin.

Villalobos Héctor¹, González-Rodríguez Eduardo² y Saldívar-Lucio Romeo².

¹Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR; ²CICESE Unidad La Paz hvillalo@ipn.mx
Av. Instituto Politécnico Nacional s/n. Col. Playa Palo de Sta. Rita.
La Paz, Baja California Sur, MÉXICO. 23096

Palabras clave: CMEMS, Oceancolor, GHRSSST, MODIS, AVHRR

En prácticamente cualquier investigación que involucre organismos marinos, por ejemplo, la distribución de especies o análisis de datos pesqueros, es necesario incorporar el componente ambiental. Dado que no siempre es factible contar con mediciones de las variables ambientales de interés, e.g. temperatura, clorofila, etc., al momento de recabar la información biológica, los investigadores o estudiantes recurren a datos generados por sensores remotos o productos que además asimilan observaciones *in situ* a partir de sondas, boyas fijas o de deriva, por nombrar algunos instrumentos. Afortunadamente en la actualidad existe una cantidad importante de fuentes de datos biofísicos de acceso libre, por lo que se requieren herramientas de visualización de las diferentes variables oceánicas y que además permitan la extracción de datos de estas para su incorporación en diferentes modelos o análisis. Para ello hay diferentes herramientas, tanto comerciales y gratuitas, o incluso soluciones personalizadas concebidas por profesionales con conocimientos de programación. En este trabajo ponemos a disposición de los no expertos, el paquete **satin**, desarrollado en lenguaje R, el cual tiene la ventaja de ser de código abierto y es la opción de facto en análisis de datos y estadística computacional y que puede ser utilizado en cualquier plataforma (Windows, MAC o Linux). Con las funciones de **satin** es posible importar en el ambiente de R archivos netCDF descargados de la página Oceancolor web de la NASA, incluyendo, entre otros, los sensores VIIRS-SNPP, MODIS-Terra, MODIS-Aqua y SeaWiFS. Entre las variables más comunes en

esta plataforma, está por ejemplo la concentración de clorofila y la temperatura superficial del mar (TSM). Otras fuentes de TSM que también se pueden procesar provienen de archivos Pathfinder AVHRR y GHRSSST, este último con resolución de 1x1 km. Adicionalmente, el paquete **satín** permite acceder a datos en formato HDF de productividad primaria neta producidos por la Universidad Estatal de Oregón. Otras variables oceánicas disponibles, incluso a diferentes profundidades, pueden ser procesadas a partir de las bases de datos del *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* de la Unión Europea, en especial las bases *Global Ocean Physical Reanalysis* (temperatura; salinidad; velocidad de las corrientes; altura de la superficie del mar; espesor de la capa de mezcla; concentración, espesor y velocidad del hielo) y *Global Ocean Biogeochemistry Hindcast* (concentración de clorofila a; fitoplancton; nitrato; fosfato; silicato; oxígeno disuelto; hierro disuelto y productividad primaria neta). Una vez importadas las variables de interés, es posible crear mapas con diferentes visualizaciones, producir climatologías, calcular anomalías (mapas espaciales o de series de tiempo) y perfiles verticales, con la ventaja de que los datos están listos para ser incorporados en las diferentes herramientas estadísticas o de modelación disponibles en el ecosistema de R.

Evaluación de la vulnerabilidad de las dunas costeras del litoral Norte y Sur de Colima del 2016, 2017 y 2019

Quiroz Villanueva Enrique, Dr. Darío Cervantes Omar, Dr. Olivos Ortiz Aramis

Universidad de Colima Facultad de Ciencias Marinas. Manzanillo, Colima
equiroz@ucol.mx, Teléfono: 3131474884

Las dunas costeras son formas de relieve eólica que se desarrollan en una situación donde existe un amplio suministro de sedimento suelto del tamaño de arena al ser transportados tierra adentro por los vientos; la dinámica se explica por la interacción entre arena, vientos y un obstáculo natural (Rodríguez, 2016). El objetivo del presente trabajo es determinar el grado de vulnerabilidad del sistema playa-duna en litoral de Colima en temporada de estiaje. En este trabajo, a partir de vuelos con la aeronave no tripulado (UAV) y con la ayuda de Google Earth se realizó un análisis espacio temporal para determinar una tasa de cambios. Además, de una evaluación de los cambios del uso del suelo derivados de programas de ordenamientos ecológicos y su impacto en las dunas. Se implementó un índice de vulnerabilidad costera (Peña Alonso, 2015) en cinco sitios representativos en playa el Coco, Oro, Peña Blanca, Edén y Pascuales, cubriendo el litoral Norte y Sur de Colima, México. Los resultados demostraron que el Coco, Peña Blanca, Oro y Edén se catalogaron con vulnerabilidad baja y media para Pascuales. Los resultados se deben a presiones por construcciones, turismo, ganadería, actividades recreativas que se realizan y a principios de colonización.

Hacia un diagnóstico de calidad ambiental en habitat bentónicos del Pacífico de Baja California (México): avances y perspectivas

Escofet, Anamaría ⁽¹⁾ y Hernández-Leonel, María de la Luz ⁽²⁾

(1) Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) Carretera Ensenada-Tijuana 3918 Zona Playitas, cp. 22860. Ensenada, B.C., México. aescofet@cicese.mx, 175-05-00

(2) Cety's Universidad campus Tijuana

Palabras clave: Ecología Aplicada; Paisajes marinos y costeros; Macrodescriptores; Conjuntos multiespecíficos; Monitoreo ambiental.

La descripción y análisis de las comunidades ecológicas descansa sobre los dos elementos que le son propios como nivel de organización: número de especies y su abundancia. Sobre esa base se han generado macrodescriptores numéricos, básicamente Índices de Diversidad de Especies y de Reparto o Equitatividad, y formas gráficas que relacionan dichos valores numéricos con el estado del ambiente: Curvas de Dominancia, de Rarefacción y de K-Dominancia y, más recientemente, el Método o Modelo de Rigor-Predictibilidad (R-P). Este último método propone que el comportamiento de los Índices de Diversidad y de Equitatividad varía en distintos regímenes de tensión ambiental, como reflejo de cómo la fauna de organismos sesiles responde a su medio. Sobre esa propuesta, relaciona los valores de Diversidad de Especies (H') y de Equitatividad (J') en un diagrama que define once áreas de calidad ambiental según la tensión o favorabilidad del medio, y su grado de pronosticabilidad o constancia: (1) Ambiente extremadamente tensado con comportamiento temporal mixto: constante y no pronosticable; (2) Ambiente muy tensado y no pronosticable; (3) Ambiente tensado y no pronosticable; (4) Ambiente tensado y casi constante; (5) Ambiente tensado y constante; (6) Ambiente algo tensado (moderadamente favorable) y no pronosticable; (7) Ambiente algo tensado y casi constante; (8) Ambiente algo tensado y constante; (9) Ambiente favorable y casi constante; (10) Ambiente favorable y constante; (11) Ambiente muy favorable y constante. Los avances en casos del Pacífico de Baja California que por primera vez utilizaron el método de Rigor-Predictibilidad entre sus descriptores comunitarios muestran que el cartografiado de los habitat bentónicos, que usualmente se realiza con base en la composición específica y/o tipos de sustrato, admite sin desmedro la superposición de la condición ambiental definida por los campos de R-P, mostrando el valor agregado de R-P como macrodescriptor diagnóstico, ya que la condición ambiental del espacio muestral se percibe integralmente, de un vistazo, y complementa sin opacar los aspectos descriptivos de la cartografía basada en composición específica y/o tipos de sustrato. Además, dichos avances muestran que los campos de R-P corroboran los resultados de las Curvas de Rarefacción, con la ventaja de que se expresan por sí mismos, no en forma comparativa como otras formas gráficas del

estado del ambiente. Las perspectivas de aplicación de estos procedimientos y destrezas a espacios más amplios del Pacífico de Baja California son promisorios, considerando en primer lugar que el llamado Corredor Costero Tijuana-Ensenada ha sido y es objeto de estudios básicos y aplicados con perspectiva paisajística que cubren un rango latitudinal de 400 Km y franjas hipsométricas y batimétricas desde 3 Km tierra adentro a las aguas de plataforma. A esto debe agregarse, como muy importante, que el diagrama R-P puede generarse a partir de datos existentes, sin necesidad de nuevos muestreos. Por tanto, los campos de calidad ambiental generados en ese marco adquieren un valor histórico de referencia que puede acoplarse, como auxiliar de la gestión, tanto a los análisis retrospectivos como a iniciativas contemporáneas para evaluaciones regionales de condiciones ambientales en perfiles verticales superficie-columna de agua-fondos.

VII. CAMBIO CLIMÁTICO

Evaluación de la vulnerabilidad habitacional en la zona costera sur de la Bahía de Ensenada, Baja California, México.

Guerrero Demesa Cassandra, Fernández Díaz Violeta, Arreguín Rodríguez Gabriela, Mejía Piña Karla, Carmona Enríquez Rosa.

Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas
Carretera Ensenada-Tijuana #3917, Fraccionamiento Playitas, 22860. Ensenada,
BC., México violeta.fernandez@uabc.edu.mx 646 1528213 ext. 6830

Palabras clave: Vulnerabilidad habitacional, incremento del nivel del mar, Ensenada.

En este trabajo se evalúa la vulnerabilidad habitacional asociada a inundación por eventos hidrometeorológicos extremos de origen marino e incremento del nivel del mar en la zona costera Sur de la Bahía de Ensenada, Baja California. Se siguen los lineamientos del método propuesto por Alcocer et al. (2016), el cual permite el cálculo de la vulnerabilidad de las edificaciones y la generación de mapas considerando con base en la información de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) del INEGI. Los resultados muestran que la zona costera de la región sur-suroeste, delimitada por las celdas litorales III y IV es más susceptible a inundarse dadas sus características morfológicas, como la presencia de una laguna costera y cotas de elevación menores a 5 m. La franja costera de Playa Corona, Nueva España, Mona Lisa, El Faro y la costa adyacente al Valle de Maneadero poseen una mayor vulnerabilidad habitacional a nivel manzana.

Efecto del estrés térmico asociado a las olas de calor marinas en el metabolismo del nitrógeno del pasto marino *Phyllospadix scouleri*

Bonet-Melià, Paula; Sandoval-Gil, Jose M.; Samperio-Ramos, Guillermo.; Vivanco-Bercovich, Manuel; Ferreira-Arrieta, Alejandra

Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), Universidad Autónoma de Baja California (UABC), P.O. Box 453, Ensenada, Baja California 22830, México

Dirección y contacto: Bonet.paula@gmail.com, Colinas de Redondo Beach 183, Colinas del mar, Ensenada, Baja California 22760, México. +52 646 2595274.

Palabras clave: *Phyllospadix scouleri*, incorporación de nitrógeno, actividad enzimática, olas de calor marinas

Las praderas de pastos marinos conforman complejos ecosistemas costeros de elevada productividad, y que actualmente se encuentran bajo la amenaza de distintos impactos de origen natural y antropogénico. En el contexto de cambio climático, se ha visto que el incremento de temperatura puede impactar negativamente la productividad y distribución de pastos marinos. Estos efectos pueden agravarse como consecuencia de la mayor frecuencia e intensidad de anomalías térmicas extremas (olas de calor marinas, OCMs), aunque el conocimiento es aún muy limitado acerca de las respuestas fisiológicas de aclimatación y estrés. Entre otros servicios ecosistémicos, en particular los pastos marinos ayudan al mantenimiento de la calidad del agua por su elevada capacidad de incorporar nutrientes, y se desconoce cómo las OCMs pudieran afectar dichas propiedades de biofiltración. Las especies del género *Phyllospadix* conforman praderas dominantes en el intermareal rocoso del Pacífico Norteamericano, y se estima que en zonas urbanas pueden ejercer un papel principal como trampa de nutrientes derivados de vertidos. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de las OCMs en las cinéticas de incorporación de nitrógeno inorgánico y orgánico disuelto (NID; nitrato, amonio; NOD, urea) de *Phyllospadix scouleri*, así como en su actividad enzimática asimilatoria (i.e., nitrato reductasa, glutamina sintetasa y ureasa). Las plantas de *P. scouleri* fueron recolectadas en la franja infralitoral (5 m) de una pradera situada en las aguas prístinas del Área Natural Protegida de la Isla Todos Santos (Ensenada, Baja California). El experimento consistió en la exposición de *P. scouleri* a una única OCM (+7°C, 7 días) o dos OCMs consecutivas, simuladas bajo condiciones controladas de mesocosmos. De forma general, *P. scouleri* mostró mayor capacidad para incorporar amonio y nitrato (V_{max} y α) que urea en condiciones control. Sin embargo, bajo condiciones de incremento térmico, las cinéticas de incorporación de amonio y nitrato se vieron notablemente disminuidas. También se observó una reducción en la asimilación de NID, medida en términos de la actividad de nitrato reductasa. Nuestros resultados indican que el estrés térmico puede afectar la capacidad de incorporar/asimilar NID de *P. scouleri*, y aumentar así indirectamente la contribución relativa de DON como fuente (alternativa) de nitrógeno. Los resultados obtenidos en este trabajo no sólo son de los pocos que demuestran cómo las OCMs pueden afectar al metabolismo del N de pastos marinos, sino que son relevantes e imprescindibles para realizar estimaciones de su capacidad de biofiltración de vertidos urbanos, en un escenario de cambio climático.