



Compiladores:  
 Marlen Rojo  
 Fernando Paz  
 Alma Velázquez

Tepic, Nayarit  
 2019



MEMORIA  
 Resúmenes  
 Cortos

Programa Mexicano del Carbono



**Simposio  
Internacional**



**del Carbono  
en México**

*Tepic, Nayarit*



# Programa Mexicano del Carbono

---

RED TEMÁTICA DEL **CONACYT**



Programa Mexicano del Carbono A.C.  
Calle Chiconautla No. 8 Interior A  
Colonia Lomas de Cristo, C.P. 56230  
Texcoco, Estado de México, México

---

[www.pmcarbono.org](http://www.pmcarbono.org)

Esta obra fue elaborada por el Programa Mexicano del Carbono (PMC).  
Se prohíbe la reproducción parcial o total de esta obra, por cualquier medio.

X SIMPOSIO INTERNACIONAL DEL  
CARBONO EN MÉXICO

MEMORIA DE  
RESÚMENES CORTOS

**Marlen Rojo, Fernando Paz y Alma Velázquez**  
Compiladores

Programa Mexicano del Carbono

Tepic, Nayarit

Junio 2019

# CONTENIDO

## Sección 1

<b>ECOSISTEMAS TERRESTRES</b>	<b>1</b>
1.1 Estimación de la biomasa de coníferas en el municipio Tlahuapan: integrando inventarios forestales y modelos	3
1.2 Almacenamiento de carbono en biomasa de gramíneas de un matorral en Aguascalientes México	4
1.3 Revisión de ecuaciones alométricas generales y específicas para la estimación de biomasa aérea en selvas	5
1.4 Carbono almacenado en biomasa vegetal del policultivo tradicional de café en Huatusco, Veracruz	6
1.5 Degradación edáfica y su influencia sobre la respiración de suelos áridos del Sureste de Coahuila	7
1.6 Diseño experimental para emisiones de CO <sub>2</sub> del suelo mediante la cámara de flujo LI-COR LI-8100A	8
1.7 Contenido de Carbono, nitrógeno y materia orgánica del suelo en dos áreas forestales protegidas del Occidente de México	9
1.8 Ecuación para estimar biomasa aérea y contenido de carbono por componente arbóreo en <i>Quercus</i> spp.	10
1.9 Abonamiento orgánico, disponibilidad nutrimental y diversidad micorrícica en un cromic Luvisols de Tabasco (Segunda parte)	11
1.10 Modelos de ecuaciones estructurales como herramienta para el análisis del intercambio de carbono del suelo	12
1.11 Biomasa y carbono arbóreo aéreo del bosque templado con aprovechamiento de Santiago Comaltepec, Oaxaca, México	13

1.12	Metodología para el análisis espacial de calidad de agua de uso agronómico en ambientes rivereños: Un enfoque hacia nitratos	14
1.13	Estimación de captura de carbono mediante ecuaciones alométricas a través de la estimación de biomasa aérea en bosques de coníferas en Hidalgo	14
1.14	Almacenes de carbono orgánico aéreo en manglares de una reserva privada	16
1.15	Implementación del programa de restauración coralina en el Parque Nacional Islas Marietas	17
1.16	Contribución de la respiración de suelo a la respiración del ecosistema en un sitio de sucesión temprana del bosque tropical seco	18
1.17	Componentes de la producción de hojarasca en un gradiente sucesional de un Bosque Tropical Seco del Noroeste de México	19
1.18	Sincrotrón: una poderosa herramienta tecnológica capaz de solucionar los problemas relacionados al Carbono en México	20
1.19	Calibración y validación de imágenes de temperatura del dosel en trigo ( <i>Triticum durum</i> ) obtenida con una cámara termal aérea mediante el empleo de una red densa de radiómetros infrarrojos	21
1.20	Distribución de carbono en biomasa de amaranto ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) variedad Nutrisol y su aporte al suelo	22
1.21	Dinámica de crecimiento y captura de carbono de <i>Acacia cochliacantha</i> en la sucesión secundaria temprana del bosque tropical seco de Sonora	23
1.22	Evaluación de tres sistemas de cultivo en la acumulación de carbono del suelo y emisiones de CO <sub>2</sub> en un Vertisol	24
1.23	Secuestro de carbono en terrenos cultivados con Agave azul ( <i>Agave tequilana</i> Weber) en Arandas, Jalisco	25
1.24	Carbono en la raíz de genotipos de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en Nayarit, México	26
1.25	Dinámica de carbono en agregados en suelos con diferente labranza	27
1.26	Contenido de carbono microbiano en una secuencia edafo-climática en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl	28
1.27	Carbono orgánico de suelos y paleosuelos en la Reserva de la Biósfera los Volcanes	29

1.28	Dinámica y modelación del carbono en agregados de suelos asociados bosques infestados por muérdago enano	30
1.29	Estimación de la Captura de Carbono por Caña de Azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ): caso de estudio	31
1.30	Aspectos fenológicos y de estacionalidad de flujos de carbono en ecosistemas estacionales secos de México	32
1.31	Controles ambientales de los flujos de carbono en un bosque semiárido de encino	33
1.32	Efectos potenciales en la productividad del cultivo del trigo en Valle del Yaqui bajo condiciones experimentales de cambio climático	34
1.33	Red Latinoamericana de Laboratorios de Suelos (LATSOLAN)	35
1.34	Secuestro de carbono y uso de agua por espárrago ( <i>Asparagus officinalis</i> ) en el noroeste de México	36
1.35	Uso de radiometría e imágenes digitales a nivel de campo en un matorral crassicaule	37
1.36	Medición de carbono con aplicaciones móviles	38
1.37	Secuestro de carbono y uso de agua por uva de mesa ( <i>Vitis</i> sp.) en el noroeste de México	39
1.38	Secuestro de carbono y uso de agua por nogal pecanero ( <i>Carya illinoensis</i> ) en el noroeste de México	40

## Sección 2

### ECOSISTEMAS ACUÁTICOS 41

2.1	Nitrógeno-Fósforo en una presa hidroeléctrica del Altiplano Central	42
2.2	Estimaciones del carbono celular de diatomeas y dinoflagelados en dos regiones del Golfo de México	43
2.3	Distribución espacial de carbono orgánico total y ópalo biogénico en la zona transicional del Pacífico mexicano	44
2.4	Cambio Climático Global-Calidad Ambiental-Biomasa Pesquera: Playa Colorada-Santa María-La Reforma, Sinaloa, México	45
2.5	Biovolumen y contenido de carbono celular fitoplanctónico en Dzilam de Bravo (Yucatán, México) en 2017	46

2.6	Producción Primaria de la plataforma de Yucatán (sureste del Golfo de México) en el verano de 2016	47
2.7	Almacenes de carbono en biomasa de pastos marinos de una laguna arrecifal y su relación con variables ambientales	48
2.8	Dinámica del carbono orgánico particulado en dos lagos de alta montaña tropicales, El Sol y La Luna, Nevado de Toluca, en un lapso de 18 años	49
2.9	Variabilidad espacial del sistema del CO <sub>2</sub> en Bahía de los Ángeles en condiciones de verano	50
2.10	Dinámica anual del carbono disuelto en un lago profundo, oligotrófico y tropical	51
2.11	Concentración y flujo de carbono orgánico a lo largo del río Usumacinta, México	52
2.12	Consideraciones para el uso del isotopo estable <sup>13</sup> C en experimentos de Producción primaria en mares mexicanos	53
2.13	Dinámica del sistema del carbono en la columna de agua en octubre 2018 en Punta Lobos, Sonora	54
2.14	Almacenes de carbono en Pastos marinos de la Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, México	55
2.15	Impacto antrópico en la biomasa fitoplanctónica de lagos kársticos, Chiapas, México	56
2.16	Dinámica del carbono inorgánico disuelto en dos lagos tropicales de alta montaña	57
2.17	Distribución vertical de algunas variables del sistema de carbono Frente a Cabo Corrientes, Jalisco	58
2.18	Comportamiento de procesos biogeoquímicos entre periodos de estiaje y lluvias en una laguna costera subtropical del Golfo de California	59
2.19	Almacenes de carbono aéreo en manglares de Cozumel: potencial contra el cambio climático	60
2.20	Flujos de CO <sub>2</sub> océano-atmósfera frente a la desembocadura del río Balsas, México (Pacífico tropical nororiental)	61
2.21	Carbono orgánico particulado fitoplanctónico de tres lagos urbanos hipereutróficos: Bosque de Chapultepec, Ciudad de México	62
2.22	Variación de la turbidez del agua por acción del viento y los ríos, costa de Nayarit	63

2.23	Estado trófico del estero El Soldado, Sonora, México	64
2.24	Transporte de carbono inorgánico a lo largo del Río Usumacinta, SE México	65
2.25	Secuestro de carbono en el sedimento y producción de biomasa en manglares asociados al gradiente ambiental de un río en Los Pantanos de Centla	66
2.26	Parámetros fotosintéticos en las regiones de Perdido y Coatzacoalcos en el Golfo de México, durante invierno y primavera 2016 y verano 2018	67
2.27	Producción fitoplanctónica en las regiones de Perdido y Coatzacoalcos del Golfo de México durante invierno y primavera 2016 y verano 2018	68
2.28	Intensificación en el patrón estacional de la materia particulada en hundimiento en Cuenca Alfonso, Golfo de California, y el impacto del ciclón tropical “Lidia”	69
2.29	Cambios en la química del Carbono Inorgánico Disuelto en ausencia y presencia de aguas caribeñas en el interior del Golfo de México	70
2.30	Estado de saturación del aragonita en la Plataforma de Yucatán, México	71
2.31	Carbono orgánico particulado en el pelagial oceánico, entre partículas envueltas por membranas e hidrogeles	72
2.32	Caracterización de la red microbiana en una estación (Ensenada) representativa de la corriente de California	73
2.33	Monitoreo del sistema del dióxido de carbono en sitios ostrícolas	74
2.34	Variación temporal del pH y la temperatura en dos regiones coralinas de Bahías de Huatulco	75
2.35	Variación de temperatura superficial del mar y clorofila-a en costas del centro de Veracruz, México	76
2.36	Condiciones hidrográficas de la plataforma continental de Nayarit en el límite norte del Pacífico Oriental Tropical Mexicano: 2017-2018	77
2.37	Variación espacio temporal de las poblaciones de cianobacterias formadoras de florecimientos en el lago cráter de Santa María del Oro, Nayarit, México	78
2.38	Validación y calibración del algoritmo OC <sub>2</sub> para LANDSAT8 aplicado al Lago-cráter de Santa María del Oro, Nayarit	79
2.39	Cultivo de <i>Microcystis aeruginosa</i> aislada de eventos de florecimientos en el lago cráter de Santa María del Oro, Nayarit, México	80

2.40	Variabilidad temporal y espacial de los parámetros del sistema CO <sub>2</sub> en la Laguna de Cuyutlán, México	81
2.41	Influencia de la surgencias costera y de la pluma de río en el comportamiento semi anual en la clorofila satelital en el límite norte del Pacífico tropical de México	82
2.42	Variaciones espacio-temporales de fitoplancton en un estero de Nayarit	83
2.43	Distribución espacial de larvas de peces en un frente sobre cuenca San Blas durante el invierno de 2017	84
2.44	Estructura del zooplancton sobre un transecto costa-océano sobre la plataforma continental de Nayarit	85
2.45	2.45 Estructura comunitaria de larvas de peces en diferentes ambientes marinos en la costa de Nayarit	86

## Sección 3

### BIOENERGÍA

87

3.1	Análisis de ciclo de vida de la revalorización de glicerina cruda en biodiésel usando levaduras oleaginosas en México	88
3.2	Posibilidad de utilizar biogás de vertederos en celdas de combustible SOFC	89
3.3	El papel de los bioenergéticos en la mitigación de las emisiones de carbono	90

## Sección 4

### ATMÓSFERA

91

4.1	La Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos: mediciones continuas de CO <sub>2</sub> en zonas urbanas y Áreas Naturales Protegidas	92
4.2	Almacenes de carbono y emisiones de metano en humedales continentales urbanos en Xalapa Veracruz, México	93
4.3	Emisión de CO <sub>2</sub> y NH <sub>3</sub> durante el compostaje de estiércol con adición de azufre	94
4.4	Estimación de emisiones de CO <sub>2</sub> en suelos forestales mediante la cámara de flujo LI-COR LI-8100A	95
4.5	Deforestación y emisión de gases de efecto invernadero en Perú	96
4.6	Medición del contenido de carbono y emisión de CO <sub>2</sub> en suelos con diferentes usos de suelo, provenientes del Monte Tláloc	97

## Sección 5

### DIMENSIÓN SOCIAL

99

5.1	La legitimidad de la propiedad forestal y del carbono como un reto de REDD+ en México	100
5.2	Alcances de la responsabilidad ambiental en el contexto de REDD+ en México	101
5.3	Propuesta de agenda para la vinculación internacional del PMC	102
5.4	CABEMAS, avances y perspectivas del proyecto nacional	103
5.5	Derechos del carbono en México: la doble negación	104
5.6	Mercados temporales del carbono: banco mexicano del carbono del PMC	105
5.7	Economías locales y mercados del carbono: caso de cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas	106
5.8	El reto de la dimensión social en México: hacia un dialogo participativo e incluyente	107
5.9	Integración de carbono y biodiversidad, hacia mercados <i>premium</i> del carbono	108

Sección 1

# ECOSISTEMAS TERRESTRES





## 1.1. Estimación de la biomasa de coníferas en el municipio Tlahuapan: integrando inventarios forestales y modelos

Linares-Fleites Gladys<sup>1,2</sup>; González-Iturbe Omar A.<sup>2</sup>; Tamariz-Flores José V.<sup>1,2</sup>; Chávez-Bravo Edith<sup>2</sup> y Barreiro-Zamorano Sergio M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias, Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas (DICA). Avenida 14 Sur 6301 Fraccionamiento Jardines de San Manuel, C.P. 72470, Puebla, Pue., México. Tel: (222)2295500 Ext. 7358.

<sup>2</sup>Posgrado en Ciencias Ambientales. Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 4 Sur No.104, Colonia Centro, C.P. 72000, Puebla, México.

Autor para correspondencia: gladys.linares@correo.buap.mx

### Resumen

La creciente disponibilidad de datos de inventarios forestales nacionales está permitiendo entender mejor y predecir con mayor detalle los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas. Integrando modelos alométricos publicados por el Programa Mexicano del Carbono con datos provenientes del Inventario Forestal de Puebla se realizaron estimaciones de la biomasa de bosques de coníferas en el municipio Tlahuapan. Entre los indicadores dasométricos en bosques de coníferas, se encuentra el diámetro a la altura del pecho de estos árboles, cuyo rango oscila de un mínimo de 7.50 cm y un máximo de 50 cm. Con esta información se simuló 1000 muestras de diámetros, utilizando números aleatorios con distribución de probabilidad uniforme, lo que permitió estimar la biomasa en las especies presentes en el municipio a través de ecuaciones alométricas seleccionadas.

**Palabras clave:** *cambio climático; ecuaciones alométricas; muestreo no-destructivo; simulación.*

## 1.2. Almacenamiento de carbono en biomasa de gramíneas de un matorral en Aguascalientes México

Díaz-Romo Abraham<sup>1</sup>; Meraz-Jiménez Antonio de J.<sup>1</sup>; Torres-González Jorge A.<sup>1</sup>; Flores-Ancira Ernesto<sup>1</sup>; López-Santos A.<sup>2</sup>; Mendieta-Vázquez Araceli G.<sup>1</sup>; Álvarez-Reyes José<sup>1</sup>; Martínez-Calderón Víctor M.<sup>1</sup> y Rodríguez Fernando R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, domicilio conocido s/n municipio de Jesús María, Ags.

<sup>2</sup>Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, domicilio conocido s/n CP AP # 8.

Autor para correspondencia: ajmeraz@correo.uaa.mx

### Resumen

El uso de pastizales y matorrales ha estado enfocado hacia la producción ganadera, sin embargo, ese uso se ha traducido en un mal manejo del pastoreo que ha conllevado a la degradación de estas áreas, lo que disminuye su capacidad de captación de carbono. El descanso del pastoreo permite la recuperación de la cobertura y biomasa de las especies herbáceas. Las especies vegetales mantienen el proceso natural en un flujo constante de absorción de carbono y fijación del mismo para nutrir el suelo y promover su crecimiento. En este trabajo se planteó el objetivo de cuantificar el contenido de carbono almacenado en la biomasa de gramíneas y determinar el coeficiente de agostadero o pastoreo. El estudio se realizó en el predio denominado “Arroyo Seco”, un área de 105 ha perteneciente a la Universidad Autónoma de Aguascalientes. El área presenta vegetación de matorral xerófilo, topografía accidentada y estuvo sometida a sobrepastoreo durante varios años; pero en los últimos 6 años ha tenido descanso de pastoreo, por lo que ha aumentado la cobertura y biomasa de gramíneas. Se realizó un muestreo de vegetación con apoyo de los sistemas de información geográfica para ubicar los diferentes puntos del predio. En cada uno de ellos se evaluó la cobertura basal y la biomasa aérea de gramíneas; posteriormente se obtuvo el coeficiente de agostadero y contenido de carbono en la biomasa del pasto. La cobertura vegetal presentó promedio de 36.6%, la biomasa del pastizal fue de 1,138 kg MS/ha y se requieren 9.9 ha/UA anual. En cuanto a la acumulación de carbono, se obtuvieron 512 kg C/ha. La unidad Arroyo Seco ofrece diversos servicios ecosistémicos, como la acumulación de carbono en el pastizal; con la cobertura vegetal se evita la erosión y se mejora la captación de agua, por lo que su cuidado y manejo apropiado es importante para potencializar dichos servicios.

**Palabras clave:** *matorral; biomasa; cobertura vegetal; carbono; gramíneas.*

### 1.3. Revisión de ecuaciones alométricas generales y específicas para la estimación de biomasa aérea en selvas

**Martínez-Sánchez** José Luis<sup>1</sup>; Castillo Acosta Ofelia<sup>1</sup>; Hernández Trejo Humberto<sup>1</sup>; Cámara Cabrales Luisa<sup>1</sup> y García Domínguez Antonio<sup>1</sup>

División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, km 0.5 Carr. Vhsa-Cárdenas, Bosques de Saloya, Villahermosa, Tab. 86090.

Autor para correspondencia: jose.martinez@ujat.mx

#### Resumen

Se compararon estimaciones de biomasa aérea (AGB) con modelos genéricos y específicos, y se evaluó su diferencia a nivel de árbol, especie y comunidad, en el sureste de México (17 ° - 18 ° N, 91 ° - 92 ° W). En 128 parcelas de siete sitios de bosques tropicales se midió el DAP de 3070 árboles  $\geq 10$  cm y se identificaron sus especies. Las ecuaciones específicas de especies o géneros se extrajeron de la literatura y bases de datos en línea. La AGB a nivel de especie y comunidad se estimó utilizando dos modelos alométricos genéricos (Chave et al. 2005 y 2014) y las ecuaciones específicas seleccionadas. Encontramos 54 modelos específicos aplicables a 90 (53.6%) de las especies presentes. El 30% de las especies mostró diferencia en las estimaciones de AGB, y las diferencias más grandes se produjeron con modelos exponenciales y no lineales. A nivel comunitario, AGB fue subestimado en un 16,5% utilizando Chave et al. (2005) y 20.5% en comparación con las ecuaciones específicas. Del mismo modo, con Chave et al. (2014) y ecuaciones específicas aumentó la estimación total en un 5%. Concluimos que las fórmulas genéricas subestiman el AGB de las selvas tropicales. Nuestros resultados muestran que aplicando un modelo específico a la pequeña proporción de especies dominantes (biomasa relativa  $\geq 5\%$ ), es suficiente para mejorar la precisión de las estimaciones a nivel de comunidad. Esto justifica el desarrollo y mantenimiento de bases de datos de modelos específicos en particular para selvas tropicales.

**Palabras clave:** *stocks de C; modelos; vegetación tropical; biomasa arbórea.*

## 1.4. Carbono almacenado en biomasa vegetal del policultivo tradicional de café en Huatusco, Veracruz

Cantellano-Camilo Martín<sup>1</sup>; Ayala-Montejo Diana<sup>2</sup>; Valdés-Velarde Eduardo<sup>1</sup>; Baca-Del Moral Julio<sup>3</sup>; Ramírez-Ávila Itzel<sup>1</sup> y Sánchez-Hernández Rufo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

<sup>2</sup>Doctorado en Agricultura Multifuncional para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

<sup>3</sup>Dirección de Centros Regionales. Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

<sup>4</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Autor para correspondencia: martincantellano@hotmail.com

### Resumen

Los sistemas agroforestales (SAF) son sistemas productivos agrícolas que se caracterizan por la diversificación y optimización de la producción de manera sostenida. Para el caso de los SAF con café existen cinco sistemas de producción, siendo uno de ellos el sistema policultivo tradicional (PTC). Estos sistemas, además de ser productivos, brindan servicios ambientales como el almacenamiento de carbono (AC) en la biomasa vegetal y en el suelo. Los PTC en Huatusco, Veracruz están siendo manejados de diversas maneras, lo que puede generar variaciones en AC. Es por ello que el objetivo de este estudio fue evaluar el C almacenado de hojarasca en tres sistemas de policultivo tradicional de café (PTC) con diferente tipo de manejo agronómico: PTC manejado con renovación (PTC R), PTC manejado con limpieza (PTC L) y PTC abandonado temporalmente (PTC 12). Los resultados obtenidos muestran que PTC R registró el mayor contenido de C en arbustos ( $26.79 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), árboles ( $29.34 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) y hojarasca ( $0.51 \text{ Mg ha}^{-1}$ ); mientras que PTC L y PTC 12, registraron valores más bajos ( $10.18$  a  $10.55 \text{ Mg ha}^{-1}$  para arbustos,  $12.76$  a  $15.43 \text{ Mg ha}^{-1}$  en árboles y  $0.22$  a  $0.37 \text{ Mg ha}^{-1}$  en hojarasca); esto evidencia que existe una relación directamente proporcional entre C almacenado en biomasa vegetal aérea y C almacenado en hojarasca. El mayor contenido de C en PTC R se atribuye a la renovación de cafetales con alta densidad de siembra.

**Palabras clave:** *sistemas agroforestales; biomasa vegetal; suelo.*

## 1.5. Degradación edáfica y su influencia sobre la respiración de suelos áridos del Sureste de Coahuila

Ayala-Niño Fernando<sup>1</sup>; Juárez-Altamirano Rene<sup>1</sup>; Guillén-Cruz Gabriela<sup>1</sup> y Flores-Rentería Dulce<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (SRNyE-CINVESTAV), Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial Ramos Arizpe Ramos Arizpe, C.P. 25900, Coahuila, México.

<sup>2</sup>CONACyT -Grupo de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (SRNyE-CINVESTAV), Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial Ramos Arizpe Ramos Arizpe, C.P. 25900, Coahuila, México.

Autor para correspondencia: yaahid@gmail.com

### Resumen

La respiración del suelo es el flujo más importante dentro del ciclo global del C. Sin embargo, el conocimiento del flujo de C dentro de los ecosistemas áridos es aún escaso. En el presente estudio se cuantificará el efecto del cambio de uso de suelo en la respiración edáfica dentro de la región sureste del estado de Coahuila. Se midió la respiración del suelo ( $R_s$ ) en cinco usos de suelo: agrícola, conservado, huertos, ganadería e industriales; con 9 réplicas cada uno, dando un total de 45 sitios, con 5 repeticiones por sitio colocadas en transectos lineales cada 30 m ( $n=225$ ). Adicionalmente, se determinó la temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa y del suelo, así como la radiación fotosintéticamente activa (PAR) *in situ* al momento de la medición. Los flujos de CO<sub>2</sub> del suelo para los diferentes usos de suelo varían de 0.0 a 1.11  $\mu\text{mol mol}^{-1}$ . Los suelos con uso productivo (agrícolas, ganaderos, huertos) presentan una mayor  $R_s$  en comparación con los suelos conservados y con influencia industrial. Todas las variables ambientales presentaron correlaciones significativas ( $p < 0.001$ ). En tanto que el PAR no mostró una relación significativa. La humedad del suelo explicó un 30% de la  $R_s$ . Con este trabajo se da inicio al estudio del efecto del cambio de uso de suelo en la degradación de este, utilizando a la  $R_s$  como indicador de esta en la región sureste del estado de Coahuila.

**Palabras clave:** *respiración del suelo; zonas áridas; Coahuila; usos de suelo.*

## 1.6. Diseño experimental para emisiones de CO<sub>2</sub> del suelo mediante la cámara de flujo LI-COR LI-8100A

López-Teloxa Leticia C.<sup>1\*</sup>; Alejandro I. Monterroso-Rivas Alejandro I.<sup>2</sup>; Gómez-Díaz Jesús D.<sup>2</sup> y Cruz-Sánchez Yadihra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230

<sup>2</sup>Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencia Forestales. División de ciencias forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230

\*Autor de correspondencia: citlaly\_lo@hotmail.com

### Resumen

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del suelo es la segunda mayor vía de intercambio de CO<sub>2</sub> de la superficie terrestre a la atmósfera, solo después de la fotosíntesis. La difusión del CO<sub>2</sub> del suelo a la atmósfera está en función de factores como temperatura, la humedad y textura del suelo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue establecer los intervalos entre muestreo y muestreo para obtener resultados confiables de acuerdo a diferentes condiciones climáticas y a las especificaciones de uso del equipo LI-COR 8100A. Los resultados arrojan que el intervalo más confiable son cada 2 horas, ya que el suelo estará completamente expuesto al sol, el viento y la precipitación lo que conlleva a que las condiciones sean las mismas dentro del collar como en el suelo circundante a este.

**Palabras clave:** *dióxido de carbono; respiración del suelo; factores del clima.*

## 1.7. Contenido de Carbono, nitrógeno y materia orgánica del suelo en dos áreas forestales protegidas del Occidente de México

**Delgado-Rosas Irma Estela**<sup>1</sup>; Salcedo-Pérez Eduardo<sup>2</sup>; Macías-Rodríguez Ramón<sup>2</sup>; Zamora-Natera J. Francisco<sup>2</sup>; Avilés-Marín Monica<sup>3</sup>; Alejo-Santiago Gelacio<sup>4</sup>; Valdéz-Velarde Eduardo<sup>5</sup> y Sánchez-Hernández Rufo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Postgrado Maestría en Ciencias de Productos Forestales, Universidad de Guadalajara (CUCEI). Blvd. Gral. Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, C.P. 44430 Guadalajara, Jalisco.

<sup>2</sup>Departamento de Botánica y Zoología Universidad de Guadalajara (CUCBA). Ramón Padilla 2100, C.P. 45200. Nextipac Zapopan, Jalisco.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Av. Álvaro Obregón y Julián Carrillo s/n C.P. 21100.

<sup>4</sup>División de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Km. 9 Puerto Vallarta-Tepic-Compostela, Carretera, Xalisco. C.P. 63780.

<sup>5</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230.

<sup>6</sup>División académica de ciencias agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km. 25 Carretera Villahermosa-Teapa, Ranchería la Huasteca, segunda sección. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86280.

Autor para correspondencia: eduardo.salcedo@academicos.udg.mx

### Resumen

El estudio de la dinámica del C en áreas forestales y de las fracciones que forman parte de la MO en dichos ecosistemas, es de gran importancia para conocer su estabilidad y resiliencia. El objetivo de este trabajo fue, evaluar las diferentes fracciones de la materia orgánica en suelos de dos ecosistemas forestales contrastantes del estado de Jalisco. En cada ecosistema se seleccionaron cuatro sitios diferentes en vegetación y manejo. Se realizó un muestreo para la caracterización física y química de los suelos; además, se determinaron las diferentes fracciones de la materia orgánica. Los resultados muestran evidencia de que la dinámica de las reservas orgánicas edáficas (ROE) está muy influenciada por las características ambientales, y no tanto por la vegetación presente y el manejo que tengan las áreas forestales naturales. Uno de los principales factores que determinan la calidad y el equilibrio de los ecosistemas forestales, es la dinámica del ciclo de nutrientes, sobre todo C y N mediante los procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo. Los parámetros de calidad y fertilidad, dependen fuertemente del tipo y cantidad de ROE presentes en cada una de las áreas; lo cual está relacionado más directamente a las condiciones ambientales presentes, que a las características de su vegetación, al uso de suelo y nivel de perturbación.

**Palabras clave:** *reservas orgánicas edáficas; fijación de dióxido de carbono; carbono lábil; biomasa vegetal.*

## 1.8. Ecuación para estimar biomasa aérea y contenido de carbono por componente arbóreo en *Quercus* spp.

Navarro-Martínez José<sup>1</sup>; López-López Miguel A.<sup>2</sup>; Godínez-Jaimes Flaviano<sup>3</sup>; Rosas-Acevedo José L.<sup>4</sup>; Juárez-López Ana L.<sup>4</sup> y Reyes-Umaña Maximino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Alumno del Doctorado en Ciencias Ambientales del Centro de Ciencias de Desarrollo Regional (CCDR) de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). Privada del Laurel No. 13, col. El Roble. CP 39640. Acapulco de Juárez, Guerrero., México.

<sup>2</sup>Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados campus montecillos. Carretera México-Texcoco Km.36.5 CP 56230

<sup>3</sup>Facultad de Matemáticas de la UAGro. Av. Lázaro Cárdenas S/N, cd. Universitaria Sur, Chilpancingo, Gro. C. P. 39087

<sup>4</sup>CCDR de la UAGro. Privada del Laurel No. 13, col. El Roble. CP 39640. Acapulco de Juárez, Guerrero., México

Autor para correspondencia: jnavarromtz@yahoo.com.mx

### Resumen

En la cuenca del Río Hueyapa, en el estado de Guerrero, se distribuyen de manera extensiva, varias especies del género *Quercus* que juegan un papel importante en la conservación del ecosistema y, por consiguiente, como mitigadoras del cambio climático, al secuestrar cantidades significativas de carbono atmosférico. No obstante, debido a la inexistencia de ecuaciones alométricas para tales especies, la estimación de las tasas de captura de carbono y los almacenes de ese gas de efecto invernadero se dificulta. El presente estudio tuvo por objeto desarrollar ecuaciones alométricas para las especies del género *Quercus* de la cuenca del Río Hueyapa. Se utilizó 32 árboles muestra que incluyeron cuatro especies de encino (*Q. resinosa*, *Q. crispifolia*, *Q. subspathulata* y *Q. elliptica*), todos con diámetro a la altura del pecho entre 10 y 60 cm. Los árboles fueron separados en sus componentes; fuste, ramas y follaje y cada componente se pesó en campo, tomando varias muestras de cada uno de ellos para determinar el contenido de humedad; valor que se utilizó para estimar el peso seco de cada componente. El modelo 4, que usó la transformación Box-Cox tanto en la biomasa aérea como en la variable independiente combinada  $D_i^2 H_i$  tuvo la mayor capacidad predictiva. La mayor cantidad de biomasa aérea se concentra en fuste (53.9%) y ramas (45.3%). La especie *Q. elliptica* Née tuvo la mayor concentración de carbono con 50.8%.

**Palabras clave:** ecuación alométrica; río Hueyapa; concentración de carbono; transformación Box-Cox.

## 1.9. Abonamiento orgánico, disponibilidad nutrimental y diversidad micorrícica en un crómico Luvisols de Tabasco (Segunda parte)

Sánchez-Hernández Rufo<sup>1,2</sup>; Payró-De la Cruz Emeterio<sup>2</sup>; López-Noverola Ulises<sup>1</sup>; Estrada Botello Maximino Antonio<sup>1</sup>; Ramos-Reyes Rodimiro<sup>3</sup> y Eduardo Salcedo Pérez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa Km 25, Ranchería La Huasteca, Segunda sección, CP. 86280, Villahermosa, Tabasco.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca. Ignacio Zaragoza SN, Villa Ocuilzapatlán, CP 86270, Centro, Tabasco.

<sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa, Carretera Villahermosa-Reforma km 15.5, Ranchería Guineo sección II, CP 86280 Villahermosa, Tabasco.

<sup>4</sup>Departamento de Botánica y Zoología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100. C.P.45200, Nextipac, Zapopan, Jalisco.

Autor para correspondencia: rusaher@hotmail.com

### Resumen

Se evaluaron por segunda ocasión, cambios provocados en la fertilidad edáfica debido al aporte de 0, 20, 40 y 60 Mg ha<sup>-1</sup> de composta a un suelo crómico Luvisols. Los resultados de la segunda evaluación se contrastaron con los obtenidos en la primera. Dichas mediciones se realizaron al primero y cuarto año después de la adición, respectivamente. La diferencia entre ambas evaluaciones es que, la primera incluyó propiedades físicas y excluyó propiedades biológicas, mientras que la segunda integró la evaluación de hongos micorrícicos arbusculares (HMA), aunque no consideró propiedades físicas. Los resultados indican que los aportes de las dosis de composta, mejoraron las propiedades químicas durante el primer año, sin embargo, esos efectos son breves, y no se mantienen hasta los cuatro años, destaca que, aunque se observa el efecto de la adición de la composta después de cuatro años, los niveles de materia orgánica del suelo han caído en un 50%, ubicándose por debajo de sus niveles originales registrados durante la primera evaluación, otras variables como conductividad eléctrica, potasio y calcio aumentaron durante la segunda evaluación, mientras que el pH se mantuvo sin cambios. La cantidad y diversidad de HMA se restringe a la presencia de cuatro géneros, y solo el número de esporas del género *Funneliformis mosseae* fue afectado por las dosis de composta. Se concluye que la adición de composta mejora las propiedades edáficas, solo temporal y brevemente, por lo que se requieren nuevas aplicaciones a los cuatro años para mantener el efecto del mejoramiento edáfico.

**Palabras clave:** *fertilidad edáfica; composta; química edáfica; biología edáfica.*

## 1.10. Modelos de ecuaciones estructurales como herramienta para el análisis del intercambio de carbono del suelo

Flores-Rentería Dulce<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CONACyT - Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Av. Industria Metalúrgica 1062, Parque Industrial Ramos Arizpe Ramos Arizpe, C.P. 25900, Coahuila, México.  
Autor para correspondencia: yaahid@gmail.com

### Resumen

En este documento se destaca el uso de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) como un método estadístico aún subutilizado en la investigación ecológica del suelo. Los SEM se usan comúnmente en la literatura ecológica para comprender las relaciones causales entre variables a partir de datos observacionales, pero su uso para explicar el intercambio de carbono del suelo aún es restringido. El entendimiento de las relaciones mecanicistas entre los factores que regulan el intercambio de carbono del suelo potencialmente nos permitirá promover el mantenimiento de almacenes de carbono del suelo; estrategia necesaria para lograr los objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Los SEM son una herramienta prometedora e innovadora dentro de las ciencias ambientales para apoyar la investigación sobre la ecología del suelo, particularmente en el intercambio de carbono, por lo que los SEM pueden ser considerados como un referente metodológico en el campo de las interacciones subterráneas.

**Palabras clave:** *modelos de ecuaciones estructurales; respiración del suelo; relaciones multivariantes.*

## 1.11. Biomasa y carbono arbóreo aéreo del bosque templado con aprovechamiento de Santiago Comaltepec, Oaxaca, México

Cortés-Pérez Melquiades<sup>1</sup>; Leyva-Pablo Tania<sup>1</sup>; Fuentes-Ponce Mariela H.<sup>2</sup>; De León-González Fernando<sup>2</sup>; Paz-Pellat Fernando<sup>3</sup> y Santiago-García Wenceslao<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960 Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960 Ciudad de México, México.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

<sup>4</sup>Universidad de la Sierra Juárez. Avenida Universidad s/n, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

Autor para correspondencia: yaguar.jo@gmail.com.

### Resumen

El sistema forestal en la Sierra Norte de Oaxaca ha sido considerado como un posible manejo sostenible a cargo de las comunidades, sin embargo, son pocos los estudios que demuestran el efecto de dicho sistema forestal sobre los almacenes de Carbono (C) en la biomasa aérea. El objetivo de la presente investigación fue estimar la Biomasa Arbórea Aérea (BAA) y el Contenido de Carbono (CC) en los bosques con manejo forestal de Santiago Comaltepec en la Sierra Norte de Oaxaca (SNO). La BAA y el CC se estimaron mediante datos dasométricos, ecuaciones volumétricas y cartografía. El CC total acumulado del bosque templado de Santiago Comaltepec (1 819.4 ha) fue de 91.9 Mg C ha<sup>-1</sup>, de esta cantidad el Método Mexicano de Ordenación de Bosques irregulares (MMOBI) presentó el mayor con 96.8 Mg C ha<sup>-1</sup>, seguido del Método de Desarrollo Silvícola (MDS) con 79.3 Mg C ha<sup>-1</sup>. La vegetación primaria presentó el mayor CC con 159.03 Mg C ha<sup>-1</sup>, *Pinus patula* y *Pinus pseudostrobus* presentaron los valores más altos de BAA y CC (24. Mg C ha<sup>-1</sup>, 21.3 Mg C ha<sup>-1</sup> respectivamente). El sistema de manejo MMOBI, presentó los mayores contenidos de BAA Y CC por la cantidad de especies presentes de encinos y latifoliadas registradas y la presencia del mayor contenido por superficie de pinos se registró en el sistema MDS por una mayor intensidad en el aprovechamiento de madera de pino.

**Palabras clave:** MMOBI; MDS; Sierra Norte; ecuaciones volumétricas.

## 1.12. Metodología para el análisis espacial de calidad de agua de uso agronómico en ambientes riverenos: Un enfoque hacia nitratos

Leal-Ponce Myriam<sup>1</sup>; Corona-Romo Paola<sup>1</sup> y Salas-Aguilar Víctor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geoinformática, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. DMC Cuauhtémoc. Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac Km 3.5, Ejido Cuauhtémoc, 31600 Cd Cuauhtémoc, Chih.

Autor para correspondencia: victor.salas@uacj.mx

### Resumen

Este estudio presenta una metodología para analizar la relación entre la concentración de nitratos con respecto a los usos de suelo e índices de vegetación en el Valle del Mezquital, México. La influencia de las co-variables se analizaron cinco áreas de influencia: 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 m. Estas áreas fueron asociadas a 114 sitios de muestreo de calidad de agua. El porcentaje de uso de suelo y de los índices de vegetación para cada área de influencia fueron las variables explicativas. Se usaron la regresión ordinaria (MCO), regresión espacial con retraso (RER) y la regresión espacial del error (REE) como modelos predictivos. El coeficiente de regresión  $R^2$  y el criterio de información de Akaike (AIC) se usaron para medir la bondad de ajuste. Los resultados mostraron que la RER fue el método que mejor se adaptó a la información, el área que mostro mejor ajuste fue el de 2000 m ( $R^2$  0.61, AIC 560), donde la zona urbana, la agricultura, la pendiente y Índice de Agua de Diferencia Normalizada fueron las variables con mayor peso para predecir los nitratos. Se recomienda el uso de la metodología presentada para analizar otras variables de calidad del agua

**Palabras clave:** *regresión; Co-variables; usos de suelo.*

### 1.13. Estimación de captura de carbono mediante ecuaciones alométricas a través de la estimación de biomasa aérea en bosques de coníferas en Hidalgo

Ávila-Valdivia Alfonso<sup>1</sup>; Mejía-Lara Cinthia<sup>1</sup>; Hernández-Flores Ma. de la Luz<sup>2</sup> y Gonzáles-Reyes José Roberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigación Aplicada para el Bienestar Social y Ambiental A. C. (INABISA A.C.) Calle San Moisés #910, Col. Carboneras, C. P. 42184. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

<sup>2</sup>Unidad de Planeación y Prospectiva, Gobierno del Estado de Hidalgo. Plaza Juárez s/n 4to piso colonia Centro, Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

Autor para correspondencia: loseav@hotmail.com

#### Resumen

Las actividades antropogénicas han inducido al cambio climático y uno de los principales elementos son la concentración de gases activos de efecto invernadero (GEI) como ejemplo el dióxido de carbono, metano, fluorocarbonatos entre otros aun aumentado su concentración en la atmosfera. La presencia de estos gases de efecto invernadero influyen en el acelerado cambio de calentamiento global, por lo anterior es necesario encontrar medidas que disminuyan mediante su captación la concentración de estos gases y se ha encontrado un potencial en los ecosistemas forestales. El objetivo de este trabajo es estimar la fijación de carbono en los ecosistemas boscosos que se encuentran en los 36 municipios del estado de Hidalgo principalmente para bosque de coníferas. Para poder determinar la fijación de carbono primero se estimó la biomasa área de la cubierta vegetal y posteriormente se desarrollaron ecuaciones alométricas. La proporción de la biomasa total árbol está relacionada con el volumen (m<sup>3</sup>) de madera en rollo en pie de este tipo de vegetación, y la captura de carbono está en relación con la biomasa por hectárea.

**Palabras clave:** *biomasa; alometría; volumen; fijación de carbono; Hidalgo; bosque.*

## 1.14. Almacenes de carbono orgánico aéreo en manglares de una reserva privada

**Pech-Cárdenas Mónica**<sup>1</sup>; Herrera-Silveira Jorge<sup>1</sup>; Caamal-Sosa Juan<sup>1</sup>; Zenteno-Díaz Karla<sup>1</sup>; Pérez Oscar<sup>1</sup>, Ortiz Antonio<sup>2</sup> y Vicente-Mendoza Marcelo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida (CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida). Antigua carretera a Progreso Km 6, Cordemex 97310 Mérida, Yuc.

<sup>2</sup>Palace Resorts S.A. de C.V. Blvd. Kukulcan Km. 14.5. Col. Zona Hotelera 77500 Cancún, Qro.

Autor para correspondencia: jorge.herrera@cinvestav.mx, monica.pech@cinvestav.mx

### Resumen

La conservación y restauración de manglares representa una estrategia clave en la mitigación y adaptación al cambio climático. Bajo este contexto, el diagnóstico y caracterización de la condición del ecosistema y la cuantificación de los flujos de carbono es necesaria para la definición de acciones eficientes que promuevan la mitigación del cambio climático. La Reserva Privada Moon Palace, bajo una ideología de responsabilidad ambiental se dio la tarea de generar información de línea base para futuras acciones de mitigación al cambio climático. El objetivo de este estudio fue evaluar el almacén aéreo de carbono orgánico en el manglar y determinar las variables ambientales que mejor se asocien con las variaciones de los almacenes de carbono. Los almacenes de carbono variaron de  $<1 \text{ Mg C ha}^{-1}$  a  $44.5 \pm 15 \text{ Mg C ha}^{-1}$ . La inundación y el potencial redox fueron las variables que mejor explicaron la variabilidad de los almacenes y captura de carbono. Los resultados indican que el manglar estudiado presenta gran potencial para mitigar las emisiones de  $\text{CO}_2$ , sin embargo, es necesario continuar con el monitoreo de las variables, así como complementar la información obtenida con la medición de otros flujos que ayuden a determinar la funcionalidad ecológica del bosque.

**Palabras clave:** *manglares; mitigación; cambio climático; almacén aéreo de carbono.*

## 1.15. Implementación del programa de restauración coralina en el Parque Nacional Islas Marietas

Rodríguez-Troncoso Alma P.<sup>1</sup>; Cupul-Magaña Amílcar L<sup>1</sup> y Tortolero-Langarica José J.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología Marina, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad No. 203 Del. Ixtapa, Puerto Vallarta CP. 48280, Jalisco, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Tecnológico Nacional de México, Crucero a Punta de Mita S/N, Bahía de Banderas C.P. 63734, Nayarit, México.

Autor para correspondencia: pao.rodriquezt@gmail.com

### Resumen

Las comunidades coralinas del Pacífico Mexicano (PM) no solamente albergan una alta biodiversidad de organismos, sino que además proveen de servicios ecosistémicos entre los que están la producción de carbonato. En las últimas décadas los sitios arrecifales presentan una rápida pérdida de su cobertura de coral vivo, producto de estresores tanto naturales como antropogénicos, por lo que, en los últimos años se han llevado a cabo diferentes programas de restauración. El Parque Nacional Islas Marietas alberga una de las comunidades más importantes del PM, y a pesar de haber sufrido eventos de blanqueamiento recientes, también ha presentado una capacidad de resistencia y alta sobrevivencia. En los últimos cinco años se ha implementado un proyecto de restauración en el área utilizando fragmentos de oportunidad del género *Pocillopora* sp., coral ramificado de “rápido” crecimiento y el más abundante en la región. Se han plantado más de 2500 fragmentos de coral sano, se tiene una tasa de éxito del 95%, y un crecimiento apical constante de hasta 5 cm al año. Con respecto a la cobertura, en los últimos cinco años se ha incrementado de manera diferencial por sitio en un 5-10% siendo esto no solo importante en términos de la cobertura de coral vivo, sino de los organismos que dependen de ello. El éxito de los programas de restauración no solo está derivado de su implementación sino de su seguimiento, por lo que se continuará monitoreando estos sitios y se evaluará la posibilidad de llevar dichos proyectos a otras comunidades arrecifales degradadas.

**Palabras clave:** *cobertura de coral vivo; coral hermatípico; calcificación; crecimiento.*

## 1.16. Contribución de la respiración de suelo a la respiración del ecosistema en un sitio de sucesión temprana del bosque tropical seco

Vargas-Terminel Martha L.<sup>1</sup>; Rojas-Robles Nidia E.<sup>1</sup>; Sandoval-Aguilar Maritza<sup>1</sup>; Fong-López Liza<sup>1</sup>; Rivera-Díaz Miguel A.<sup>1</sup> Garatuza-Payán Jaime<sup>1</sup> y Yépez Enrico A.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.

\*Autor para correspondencia: enrico.yepez@itson.edu.mx

### Resumen

La dinámica funcional del bosque tropical seco (BTS) se encuentra regulada por las variaciones de humedad y disturbios causados por la presencia de las actividades humanas, los cuales controlan la productividad neta del ecosistema. La respiración de suelo ( $R_s$ ) es el principal componente de la Respiración del Ecosistema ( $R_{eco}$ ) total, sin embargo, el entender la importancia relativa de estos dos componentes en el balance del C global son poco entendidas debido a las discrepancias que existen en las estimaciones de  $R_s$  con respecto a  $R_{eco}$ . Este estudio presenta la variabilidad de  $R_s$  y  $R_{eco}$  determinando su contribución en un sitio dominado por *Acacia cochliacantha* que presenta un estado de sucesión temprana del BTS en el Noroeste de México. Se observó que  $R_s$  y  $R_{eco}$  presentan patrones similares durante el periodo de estudio, adicionalmente, se identificó que en meses secos existe una ligera sobreestimación  $R_s$  (i.e.  $R_s > R_{eco}$ ), en contraste con los meses húmedos en donde  $R_s < R_{eco}$ . Notablemente, en cada uno de los dos años estudiados la  $R_s$  represento el 66% de  $R_{eco}$ .

**Palabras clave:** *biogeociencias; cámaras estáticas; covarianza de vórtices; productividad neta del ecosistema; respiración de suelo.*

## 1.17. Componentes de la producción de hojarasca en un gradiente sucesional de un Bosque Tropical Seco del Noroeste de México

Velez-Ruiz Ana M.<sup>1</sup> y Yépez Enrico A.<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora.

<sup>2</sup>Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), Sede Regional Sur de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora.

\*Autor para correspondencia: enrico.yopez@itson.edu.mx

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue conocer la composición de la hojarasca en gradiente sucesional del bosque tropical seco, separando en hojas, ramas, semillas, frutos, flores y corteza. Para esto se seleccionaron tres sitios de estudio: i) un bosque maduro (BM), ii) un bosque secundario (BS, transformado y en regeneración desde alrededor de 35 años) y iii) bosque de sucesión temprana (BT, ~9 años). En estos sitios se recolectó la producción mensual de hojarasca durante el período de junio 2018 a febrero de 2019. La mayor producción de hojarasca ocurrió en noviembre de 2018. El bosque maduro produjo una mayor cantidad de hojarasca ( $1.90 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) seguido del bosque en sucesión temprana y ( $1.87 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y por último el bosque de sucesión secundaria ( $1.38 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la producción de hojarasca de los sitios de sucesión secundaria temprana y madura, mientras que de los componentes de la producción se encontraron diferencias significativas en la proporción de hojas entre el BS y BM, las hojas constituyeron la proporción más importante de los componentes individuales de la hojarasca. Por otra parte, se encontraron diferencias entre los sitios BS y BT en ramas, frutos y corteza; mientras que la producción de semillas se mantuvo homogénea entre los tres sitios.

**Palabras clave:** *biogeociencias; ecosistemas estacionales secos; Álamos; Sonora.*

## 1.18. Sincrotrón: una poderosa herramienta tecnológica capaz de solucionar los problemas relacionados al Carbono en México

Flores-Hernández Ma. de la Luz<sup>2\*</sup>, Fonseca Olvera Josué Gerardo<sup>1</sup>, González-Reyes J. Roberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigación Aplicada para el Bienestar Social y Ambiental A. C. (INABISA A.C.), Calle San Moisés #910, Col. Carboneras, C. P. 42184. Mineral de la Reforma, Hidalgo, México.

<sup>2</sup>Unidad de Planeación y Prospectiva, Gobierno del Estado de Hidalgo. Plaza Juárez s/n 4<sup>to</sup> piso Colonia Centro, Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

Autor para correspondencia: lwz.flores@gmail.com

### Resumen

El presente documento sintetiza la información sobre las instalaciones de Sincrotrón y técnicas utilizadas a lo largo del mundo (radiación sincrotrón) para el análisis de Carbono y algunas de sus propiedades que nos permiten caracterizarlo y descubrir nuevas aplicaciones dentro distintas disciplinas como ciencias ambientales, ciencias de los materiales, ciencias de la tierra, química, biología molecular, medicina, entre otras, así como realizar una comparación tecnológica a nivel internacional de México con respecto a los países que ya utilizan esta poderosa herramienta tecnológica.

**Palabras clave:** *sincrotrón; carbono; tecnología; radiación sincrotrón.*

## 1.19. Calibración y validación de imágenes de temperatura del dosel en trigo (*Triticum durum*) obtenida con una cámara termal aérea mediante el empleo de una red densa de radiómetros infrarrojos

García-Gómez Juan J.<sup>1</sup>; Méndez-Barroso Luis A.<sup>2</sup>; Garatuza-Payán, Jaime<sup>2</sup> y Yépez-González Enrico A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias en Recursos Naturales, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de Febrero 818 sur, Col. Centro. C.P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora. México.

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro. C.P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora. México.

Autor para correspondencia: jaime\_ggamez@hotmail.com

### Resumen

Los avances en termografía digital han permitido el desarrollo de la agricultura de precisión, especialmente, la estimación del estado hídrico de cultivos como herramienta para un óptimo uso de los recursos hídricos. Uno de estos avances es el desarrollo de cámaras termal compactas que pueden ser montadas en vehículos aéreos no tripulados (VANT). Esta integración permite el monitoreo constante del estado hídrico de los cultivos especialmente en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, este tipo de cámaras utilizan microbolómetros no refrigerados los cuales pueden generar la presencia de ruido. Por lo tanto, las condiciones externas e internas de la cámara controlan los valores digitales asociados con la temperatura. Este trabajo propone un método empírico de calibración de una cámara termal compacta Flir Vue-Pro 640 mediante el empleo de radiómetros comerciales tanto en condiciones controladas como de campo. Para la validación de la temperatura del dosel se empleó de una red de radiómetros (Apogee SI-111) en trigo bajo condiciones de calor y condiciones ambientales normales. Primeramente, la calibración de la cámara se llevó a cabo en condiciones controladas de laboratorio para controlar la temperatura exterior y conocer su efecto en los valores digitales asociados a temperatura de la superficie. Esta pre-calibración nos permitió transformar los valores digitales a temperatura superficial tomando en cuenta la temperatura externa de la cámara. Posteriormente, se hizo una corrección atmosférica en campo mediante la instalación de una red de blancos fríos y calientes donde se estimó su temperatura superficial mediante el empleo de un radiómetro portátil. La cámara termal se montó en un dron 3DR modelo *Solo* y se realizaron siete vuelos en diferentes etapas fenológicas de un cultivo de trigo ubicado en el Valle del Yaqui. Resultados preliminares mostraron una muy buena correlación entre la temperatura del dosel estimada con la cámara termal aérea y los radiómetros de campo. Se observó una mejor correspondencia en valores de temperatura cuando no se aplica corrección atmosférica ( $R^2 = 0.84$ ) en comparación cuando se hace corrección ( $R^2 = 0.74$ ). Este método empírico ofrece muchas ventajas sobre otros métodos analíticos que requieren de cuerpos negros, condiciones climatizadas y algoritmos complejos para realizar la calibración de cámaras compactas con microbolómetros no refrigerados.

**Palabras clave:** *detección remota; vehículos aéreos no tripulados; imagen termal.*

## 1.20. Distribución de carbono en biomasa de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) variedad Nutrisol y su aporte al suelo

**González-Molina Lucila<sup>1</sup>**; Espitia-Rangel Eduardo<sup>1</sup>; Muñiz-Reyes Erica<sup>1</sup>, Cervantes-Osornio Rocío; Ayala-Garay Alma<sup>1</sup> y Maldonado-Meneses Guadalupe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Centro-Campo Experimental Valle de México Carretera Los Reyes-Texcoco, Km. 13.5, Coatlinchán, Estado de México. C.P. 56250. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5. Carretera México-Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México, 56230. México.

Autor para correspondencia: gonzalez.lucila@inifap.gob.mx

### Resumen

El presente estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México de INIFAP en amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) variedad Nutrisol. El objetivo fue evaluar la distribución de carbono en la biomasa aérea durante el ciclo de cultivo y estimar el aporte de carbono vegetal al suelo. La biomasa aérea total fue medida cada quince días en los tratamientos de fertilización: T1=40-40-40; T2=80-40-00; T3=120-40-00 y un testigo T0=00-00-00. La distribución del carbono en la biomasa se determinó y evaluó por órgano: tallo, hoja, inflorescencia y grano. El T2 fue en general el mejor, por el contenido de carbono (C) en la biomasa y el aporte de C al suelo por planta (gr), seguido del T0, T1 y T3 con 64, 53 y 51, respectivamente. La distribución de C en la biomasa en los tallos fue la mayor, entre 35 y 38% de carbono de la biomasa total. El C aportado al suelo se estimó en un 60% de la biomasa aérea total medida y fue de 51 a 69 g por planta, lo que indica un aporte al suelo hasta de 7.3 Mg C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** monocultivo; uso de suelo; tasa de cambio.

## 1.21. Dinámica de crecimiento y captura de carbono de *Acacia cochliacantha* en la sucesión secundaria temprana del bosque tropical seco de Sonora

Vázquez-Martínez A. Sophia<sup>1</sup>; López-Castro Guillermo<sup>1</sup>; Garatuza-Payan Jaime<sup>1</sup>; Álvarez-Yépez Juan C. <sup>1</sup>; Sánchez-Mejía Zulia M.<sup>1</sup> y Yépez Enrico A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro. C.P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora. México.

### Resumen

A pesar de que el bosque tropical seco (BTS) en el estado de Sonora es uno de los mejor conservados del país, los desmontes para agricultura o pastizales y su posterior abandono han llevado al desarrollo de bosques secundarios. A pesar de su importancia en el proceso de regeneración del BTS, se sabe poco sobre la dinámica ecosistémica del BTS secundario y de su capacidad de proveer servicios ecosistémicos. En los BTS secundarios de la reserva Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, el huinolo (*Acacia cochliacantha*) representa 50-70% del valor de importancia relativa. Una de las rutas de recuperación del BTS más comunes en Sonora incluye a *A. cochliacantha* y su estudio nos puede ayudar a entender la recuperación del BTS y su estado de conservación. Por ello se planteó el presente estudio para estimar el contenido de biomasa y carbono en dos años consecutivos (2017-2018), así como la dinámica de crecimiento de una especie dominante (*Acacia cochliacantha*) del BTS secundario. Los resultados muestran que esta especie es capaz de capturar 1.2 Mg C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en un bosque secundario, con un incremento anual, aproximado, de 20%. Además, este crecimiento sucede solo en los meses de julio a octubre.

**Palabras clave:** *bosque tropical seco; reserva de Álamos; dinámica de crecimiento.*

## 1.22. Evaluación de tres sistemas de cultivo en la acumulación de carbono del suelo y emisiones de CO<sub>2</sub> en un Vertisol

Báez-Pérez Aurelio<sup>1</sup>; Grageda-Cabrera Oscar Arath<sup>1</sup> y Olivares-Arreola Edgar Adrian<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. Celaya, Guanajuato, México. CP. 38110.

<sup>2</sup>Estudiante del Instituto Tecnológico Nacional de México. Carretera Celaya-Juventino Rosas, km.8.0. C.P. 38110 Celaya, Guanajuato.

Autor para correspondencia: baez.aurelio@inifap.gob.mx

### Resumen

Se efectuó un estudio para evaluar, en un *Vertisol*, la producción agrícola, la acumulación de carbono orgánico del suelo (COS) y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se estableció un experimento en bloques al azar con tres repeticiones, donde se estudiaron tres sistemas de cultivo: labranza tradicional, incorporación total de los residuos de cosecha en el suelo y agricultura de conservación. Se experimentó también con tres rotaciones de cultivo: maíz-trigo-maíz, frijol-trigo-frijol y maíz-garbanzo-maíz. El ensayo se condujo por tres ciclos de cultivo consecutivos. Se evaluó el pH, el P-extractable Olsen y la acumulación de COS a los 0-10, 10-20 y 20-30 cm de profundidad. Se efectuaron emisiones de CO<sub>2</sub> *in situ* mediante un equipo EGM-4 PPsystem. Hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la producción agrícola por efecto de los sistemas de cultivo y las rotaciones. El pH del suelo fue alcalino, alrededor de 8.0, y el P-extractable Olsen fluctuó entre 10 y 14 ppm. La acumulación de COS alcanzó hasta 1.35% en los sistemas de producción con incorporación de residuos de cosecha y el sistema de conservación, aunque este último sólo en los primeros 10 cm de profundidad. Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron mínimas cuando la humedad estuvo por debajo del punto de marchitez permanente (PMP) (27%) y elevadas cuando ésta estuvo cerca de la capacidad de campo (CC) (49%). El nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> fluctuó entre 1.61 y 2.23 g m<sup>-2</sup> hr<sup>-1</sup>, también aumentó en función del contenido de carbono orgánico en el suelo, es decir que a mayor reserva mayores emisiones.

**Palabras clave:** COS; CO<sub>2</sub>; vertisol; sistemas de cultivo

### 1.23. Secuestro de carbono en terrenos cultivados con *Agave azul (Agave tequilana Weber)* en Arandas, Jalisco

De La Mora-Orozco Celia<sup>1,2</sup>; Vega-Ramírez Lucía M.<sup>2</sup>; González-Acuña Irma J.<sup>3</sup>; Martínez-Orozco Edgardo<sup>2</sup>; Iñiguez-Gómez Samuel y Santiago-Olivares Norberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Av. Biodiversidad 2470, CP 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez. Campus Arandas. Avenida José Guadalupe Tejeda 557 Col. Fraccionamiento Santa Bárbara C.P. 4718. Arandas, Jalisco. México.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Carretera Internacional México - Nogales Kilómetro 6, Centro, 63300 Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

Autor para correspondencia: gonzalez.irmajulieta@inifap.gob.mx

#### Resumen

Las actividades antrópicas son una de las principales causas de la alteración de los ciclos biogeoquímicos del carbono y nitrógeno, ya que contribuyen de manera importante al aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmosfera. Se estima que las actividades agrícolas contribuyen de manera importante en la producción de gases de efecto invernadero. Con el objetivo de generar conocimientos sobre la capacidad de secuestro de carbono en terrenos cultivados con *Agave azul (Agave tequilana Weber)*, en Arandas, Jalisco, en esta investigación se determinó la concentración de carbono utilizando un analizador elemental con un detector de conductividad térmica. El muestreo se realizó en el mes de julio de 2018, las muestras se recolectaron a intervalos de 6 surcos y distancias entre 50-100 metros entre muestras, se recolectaron 3 muestras para realizar una mezcla compuesta, a una profundidad entre 20 y 30 cm, para obtener un total de 12 muestras en el predio seleccionado, 3 entre surcos y 3 entre plantas (más cerca de la raíz). Se determinaron los siguientes parámetros; pH y conductividad eléctrica ( $\text{dS m}^{-1}$ ), densidad aparente ( $\text{g cc}^{-1}$ ), punto de saturación (%), capacidad de campo (%), punto de marchitez (%), nitrógeno total (%), carbono orgánico (%) y materia orgánica (%). Los resultados de pH, CE, DAP, PS, CC y PMP, están dentro de los rangos aceptables. Los resultados mostraron concentración de nitrógeno de  $0.174 \pm 0.023$ . No existen diferencias significativas entre surcos y entre plantas ( $p=0.759$ ). La concentración de carbono orgánico se obtuvo concentración promedio de  $2.109 \pm 0.205$ . En la determinación de la materia orgánica (%), se obtuvo un promedio de  $3.634 \pm 0.354$ . No presentó diferencias significativas entre surcos y plantas ( $p=0.069$ ). Se pretende realizar muestreos en plantaciones de agave bajo diferentes prácticas de manejo para realizar comparaciones con los resultados obtenidos en este trabajo.

**Palabras clave:** *carbono; agave; Jalisco.*

## 1.24. Carbono en la raíz de genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en Nayarit, México

Becerra-Zamorano Clen C.<sup>1</sup>; González-Acuña Irma J.<sup>2</sup>; Vidal-Martínez Víctor A.<sup>2</sup>; De La Mora-Orozco C.<sup>3</sup> y Balderas-Palacios Gerardo F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de la Costa. Carretera Internacional México-Nogales km 5, Entronque a Santiago Ixc., Nayarit. CP 63313, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km 6 Entronque Carretera Internacional México-Nogales Santiago Ixcuintla, Nayarit. C.P. 63300. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Av. Biodiversidad No. 24070, CP 47600. Tepatitlán, Jalisco, México.

Autor para correspondencia: gonzalez.irmajulieta@inifap.gob.mx

### Resumen

Las raíces son importante almacén de carbono orgánico en el suelo. El objetivo fue determinar carbono en biomasa seca de raíz (BR) en maíz (*Zea mays* L.) de temporal H-318, VS-559 y Tuxpeño; en Santa María del Oro (Nayarit). La raíz de una planta por genotipo se muestreó a cosecha, tres repeticiones. Se limpiaron, secaron (estufa de aire forzado, 68 °C por 72 h), pesaron ( $\text{g pl}^{-1}$ ), molieron y tamizaron malla 100. Se determinó carbono (C) en analizador Flash-2000-C Soils-Analyzer. Para calcular BR en  $\text{kg ha}^{-1}$ , se utilizaron  $65,000 \text{ pl ha}^{-1}$ . BR por genotipo fue  $20.438 \pm 13.820 \text{ g pl}^{-1}$  ( $p \geq 0.05$ ). Por hectárea, Nayarit presentó un potencial de captura de carbono de  $470.16 \pm 52.466 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $p = 0.001$ ). Por genotipo, VS-599 y Tuxpeño fueron eficientes ( $p \leq 0.05$ ) con  $44.50 \pm 1.357\% \text{ C}$  y  $442.24 \pm 19.63 \text{ kg ha}^{-1} \text{ C}$ , respecto al H-318 que almacenó en promedio 17.86% menos. El maíz pudo aumentar el secuestro de carbono de manera natural y mitigar las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera.

**Palabras clave:** *maíz; biomasa de raíz; carbono.*

## 1.25. Dinámica de carbono en agregados en suelos con diferente labranza

**Barrales-Brito Edgar<sup>1</sup>**; Paz-Pellat Fernando<sup>2</sup>; Etchevers-Barra Jorge<sup>3</sup> e Hidalgo-Moreno Claudia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de doctorado, Programa de Edafología. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

<sup>2</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, estado de México, México

<sup>3</sup>Postgrado de Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

### Resumen

La agricultura en México, tiene prácticas de manejo que afectan a las propiedades del suelo, ya que por las condiciones de los productores, se busca producir lo mayor posible con un bajo costo, sin embargo, al sobreexplotar los suelos se encuentra una disminución en la cantidad de entrada de materia orgánica al suelo y esto afecta a las propiedades del suelo. En el presente trabajo se determinó si el tipo de manejo influye en la agregación del suelo y a su emisión de CO<sub>2</sub> por la descomposición de su materia orgánica. A suelo provenientes de tres parcelas (labranza tradiciones, conservación y árboles frutales) se midió su estabilidad de agregados así como su materia orgánica y emisión de CO<sub>2</sub> en los distintos tamaño de agregados. Se encontró que existe una mayor diámetro medio ponderado en el suelo con labranza de conservación (3.36) así como una mayor emisión de CO<sub>2</sub> (32.07 mgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>) a diferencia de la labranza tradicional con valor más bajo de diámetro medio ponderado (3.03) y menor emisión de CO<sub>2</sub> (11.88 mgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>), sin embargo, en la labranza tradicional existe un menor contenido de materia orgánica en sus agregados (8.19%) y al tener una agregación más baja, la cantidad de carbono retenido en este tipo de labranza es menor que en la labranza de conservación.

**Palabras clave:** *materia orgánica; captura de carbono; física de suelos.*

## 1.26. Contenido de carbono microbiano en una secuencia edafo-climática en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl

Torres-Domínguez Mitzi E.<sup>1</sup>; Cruz-Flores Gerardo<sup>1</sup>; López-López Alma B.<sup>1</sup>; Valderrábano-Gómez Juan M. y Santiago-Aguilar Inysid<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal. UMIEZ. FES Zaragoza, UNAM. Batalla 5 de mayo, esquina Fuerte de Loreto, Colonia Ejército de Oriente. 09230. Iztapalapa, CDMX.

Autor para correspondencia: mitzi105@hotmail.com; edaynuve@gmail.com

### Resumen

La actividad microbiana edáfica desempeña un papel fundamental en la dinámica del ciclo del carbono al representar una fracción del carbono total y como fuente de CO<sub>2</sub> y otros gases invernadero a la atmósfera, además de aportar energía para los ecosistemas. Su eficiencia depende de múltiples factores climáticos y edáficos. En suelos volcánicos se presentan variables mineralógicas únicas que le permiten al suelo secuestrar carbono en mayor cantidad. El Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (PN-IP) es una zona volcánica con un gradiente de ecosistemas marcados por la altitud, por lo que es posible conocer el comportamiento de la microbiota y sus relaciones. Se hicieron descripciones edafológicas de cinco pares de sitios en diferentes altitudes en exposición opuesta y se muestreo suelo del horizonte Ah<sub>1</sub>. Se obtuvo pH<sub>H2O</sub>, densidad aparente (DA), carbono y nitrógeno porcentual (N), materia orgánica (MO), carbono orgánico del suelo (COS), carbono de biomasa microbiana (CBM), coeficiente microbiano y contenido de Fe<sub>p</sub> y Al<sub>p</sub>. La actividad microbiana se mostró sensible a factores climáticos por encima de los 3800 m snm y a factores edáficos por debajo de ésta. También se encontró que el pH no fue determinante en el CBM, pero si con el  $q\text{CO}_2$ , porque los suelos más ácidos fueron menos eficientes en la mineralización de COS debido a la formación de complejos órgano-minerales, que se rige principalmente por esta variable.

**Palabras clave:** *carbono; suelo volcánico; altitud; orientación.*

## 1.27. Carbono orgánico de suelos y paleosuelos en la Reserva de la Biósfera los Volcanes

**Enciso-Jiménez César O.<sup>1</sup>**; Cruz-Flores Gerardo<sup>1</sup>; Valderrábano-Gómez Juan M.<sup>1</sup>; López-López Alma B.<sup>1</sup> y Santiago-Aguilar Inyasid

<sup>1</sup>Laboratorio de Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal. UMIEZ. FES Zaragoza, UNAM. Batalla 5 de mayo, esquina Fuerte de Loreto, Colonia Ejército de Oriente. 09230. Iztapalapa, CDMX.

Autor para correspondencia: cesarolmo1995@gmail.com, edaynuve@gmail.com

### Resumen

El vulcanismo en la Sierra Nevada como fenómeno natural, ha sido y es precursor de la formación de nuevos suelos por lo que constantemente, a lo largo del tiempo, han dejado "suelos enterrados" o "paleosuelos". En éstos, se demuestran evidencias de cambios drásticos en los ambientes que influyen en modificaciones de los factores formadores del suelo. La zona de estudio ha sufrido cambios geológicos y climáticos que han influido en los contenidos de carbono y de cómo se ha mantenido en los suelos. El objetivo de este trabajo fue evaluar los contenidos de carbono orgánico en suelos recientes y compararlos con los de los paleosuelos localizados en una secuencia de climas asociados a bosques templados y pastizal montano para conocer los cambios en la Cuenca del río Alcalica en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (PN- IP) y su zona de influencia.

**Palabras clave:** *suelos forestales; bosques templados; paleosuelos.*

## 1.28. Dinámica y modelación del carbono en agregados de suelos asociados bosques infestados por muérdago enano

Parsa-Retana Mayra<sup>1</sup>; Velázquez-Rodríguez Alma S.<sup>2</sup>; Endara-Agramont Angel R.<sup>3</sup> y Paz-Pellat Fernando<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de maestría, programa de Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado México, Carretera Toluca - Ixtlahuaca km 15.5, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca de Lerdo, 56200, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado México, Carretera Toluca - Ixtlahuaca km 15.5, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca de Lerdo, 56200, Estado de México, México.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado México, Carretera Toluca - Ixtlahuaca km 15.5, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca de Lerdo, 56200, Estado de México, México.

<sup>4</sup>Colegio de Postgraduados, Carretera México – Texcoco km 36.5 Montecillo, Texcoco, 56230, Estado de México, México.

Autor de correspondencia: parsamayra@gmail.com

### Resumen

El muérdago enano (género *Arceuthobium*) es una planta hemi-parásita que en México representa la segunda causa de daño biológico a bosques de coníferas. Esta planta provoca una defoliación del árbol huésped y reduce su tasa de crecimiento hasta ocasionar su muerte. Estudios han demostrado que los suelos asociados con este género emiten más CO<sub>2</sub> que los de bosques sanos. En el presente trabajo se determinó si la presencia de *Arceuthobium globosum* y *Arceuthobium vaginatum* en bosque de *Pinus hartwegii* influye en la agregación del suelo y en el contenido de carbono. Se determinó la estabilidad de agregados así como el carbono que almacenan en cada una de estas fracciones, encontrándose que los suelos asociados con *A. globosum* presentan el menor diámetro medio ponderado a profundidades de 10 a 30 cm, además tienden a almacenar el mayor porcentaje de C en agregados de menor tamaño en comparación con los bosques sanos y los infestados con *A. vaginatum*. La información generada a partir de estos estudios se utilizó para validar el modelo propuesto por Paz y colaboradores.

**Palabras clave:** *Arceuthobium*; agregación del suelo; modelo de carbono.

## 1.29. Estimación de la Captura de Carbono por Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*): caso de estudio

Etchevers J. D.<sup>1</sup>; Carlos Rasgado Juliana Padilla<sup>1</sup> e Claudia Hidalgo Moreno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.  
Autor para correspondencia: jetchev@colpos.mx

### Resumen

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo del tipo C4, que acompañado de buenas prácticas de manejo puede contribuir a mitigar el cambio climático por la cantidad de biomasa que acumula durante cada ciclo. Sin embargo, poco se ha estudiado en México acerca de esta posible acción de mitigación, a pesar de que existen cerca de 850 000 ha plantadas con este cultivo. El presente trabajo busca aportar elementos que permitan estimar la cantidad de carbono (C) que puede capturar la caña de azúcar y las condiciones físicas, químicas y ambientales de los suelos cañeros que se emplearon como caso de estudio, que pueden servir para futuras extrapolaciones. Tanto las últimas características, como la producción de biomasa aérea de estudio (sur de Veracruz) se compararon con las de otras zonas cañeras del país y del mundo. El rendimiento de la caña (peso fresco) registrado en el área de estudio fue de 120 Mg ha<sup>-1</sup>, del cual 37% (67.6 Mg ha<sup>-1</sup>) fue la caña que llegó al ingenio. El C capturado (Veracruz) se estimó en aproximadamente 5 Mg ha<sup>-1</sup> de C (18 Mg ha<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>), valor que fue similar a los reportados en la literatura, independientemente de la producción de biomasa y el manejo del cultivo fueron diferentes. El principal aporte de C a los suelos lo realiza el sistema radical de la caña el cual se estimó entre 0.6 y 1 Mg ha<sup>-1</sup> de C, casi el doble de lo reportado en la literatura para cultivos agrícolas. Las concentraciones de C en los suelos cañeros (0 a 30 cm de profundidad) en la zona del ingenio objeto del este caso de estudio (Veracruz), se consideran medios a altos, entre 2.2% y 3.2%, superiores a los reportados para suelos agrícolas de México.

**Palabras clave:** *Saccharum officinarum*; carbono.

### 1.30. Aspectos fenológicos y de estacionalidad de flujos de carbono en ecosistemas estacionales secos de México

**Delgado-Balbuena Josué**<sup>1,2</sup>; Arredondo Tulio<sup>3</sup>; Castellanos Alejandro E.<sup>4</sup>; Cueva Alejandro<sup>5</sup>; Figueroa-Espinoza Bernardo<sup>6</sup>; Hinojo-Hinojo Cesar<sup>4</sup>; Garatuza Payán Jaime<sup>1</sup>; Rojas-Robles Nidia E.<sup>1</sup>; Rodríguez Julio C.<sup>7</sup>; Vivoni Enrique R.<sup>8,9</sup>; Bullock Stephen H.<sup>5</sup>; González del Castillo María E.<sup>10</sup>; Paz-Pellat Fernando<sup>2</sup>; Uuh-Sonda Jorge<sup>6</sup> y Enrico A. Yépez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>2</sup>Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México, México

<sup>3</sup>División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A. C. San Luis Potosí, México.

<sup>4</sup>Departamento de Investigaciones Científicas Tecnológicas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

<sup>5</sup>Departamento de Biología de la Conservación, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México.

<sup>6</sup>Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Sisal, Yucatán, México.

<sup>7</sup>Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

<sup>8</sup>School of Earth and Space Exploration, Arizona State University, Tempe, AZ, USA

<sup>9</sup>School of Sustainable Engineering and the Built Environment, Arizona State University, Tempe, AZ, USA

<sup>10</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México

\*Autor para correspondencia: yepezglz@gmail.com

#### Resumen

El estudio de los ciclos y estados fenológicos de los ecosistemas ha recobrado importancia en los últimos años por la relación que guardan estos con la variación climática. En México, los ecosistemas áridos y semiáridos se caracterizan por poseer un componente estacional muy marcado de la productividad, cuyo periodo está determinado principalmente por la disponibilidad de agua. Se utilizaron datos de productividad primaria bruta (GPP, por sus siglas en inglés), obtenidos con el método de covarianza de vórtices, y datos de sensores remotos para calcular algunos parámetros de estados fenológicos en ecosistemas estacionales secos de México. Se calculó el inicio y el final de la estación de crecimiento, la longitud de la estación de crecimiento y su dinámica; además, se hizo un análisis espectral de las series de tiempo de GPP para obtener parámetros de estacionalidad en los diferentes ecosistemas. Los ecosistemas áridos subtropicales con influencia del Monzón de Norteamérica presentan una estacionalidad más marcada y con longitud de estación de crecimiento más corta que los ecosistemas intertropicales o próximos a la costa. Por otra parte, los ecosistemas difieren en el patrón de la estación de crecimiento, siendo este unimodal, bimodal o multimodal, y existe variación en los parámetros fenológicos estimados dependiendo del método usado. Finalmente, la longitud de estación de crecimiento no fue un predictor fuerte de la productividad de los ecosistemas.

**Palabras clave:** *longitud de la estación de crecimiento; covarianza de vórtices; MexFlux.*

### 1.31. Controles ambientales de los flujos de carbono en un bosque semiárido de encino

**Delgado-Balbuena Josué**<sup>1,2</sup>; **Rodríguez Julio C.**<sup>3</sup>; **Méndez-Barroso Luis**<sup>1</sup>; **Robles-Morua Agustín**<sup>1</sup>; **Garatuza-Payan Jaime**<sup>1</sup>; **Christopher Watts J.**<sup>4</sup>; **Vivoni Enrique R.**<sup>5,6</sup> y **Yépez Enrico**<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>2</sup>Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México, México

<sup>3</sup>Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

<sup>4</sup>Departamento de Física, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

<sup>5</sup>School of Earth and Space Exploration, Arizona State University, Tempe, AZ, USA

<sup>6</sup>School of Sustainable Engineering and the Built Environment, Arizona State University, Tempe, AZ, USA

\*Autor para correspondencia: yepezglz@gmail.com

#### Resumen

Los ecosistemas terrestres controlan la dinámica del CO<sub>2</sub> atmosférico a través de los procesos de fotosíntesis y respiración. Por lo cual es importante determinar los controles ambientales que determinan la dinámica de captura y emisión de carbono en los ecosistemas. Para tal objetivo, se usaron 5 años de mediciones de flujos de CO<sub>2</sub> por medio de la técnica de covarianza de vórtices en un sitio de bosque de encino localizado en la Sierra de los Locos, Sonora, y el cual forma parte de la red MexFlux. La temperatura media anual es de 18.9 °C y la precipitación de 496 mm. Se determinaron los controles ambientales del intercambio de carbono a nivel ecosistema a escala anual y estacional. Para esto se usaron árboles de regresión con “bootstrapping”; además, se usaron curvas de luz para estimar parámetros ecofisiológicos como la cosecha cuántica aparente y la fotosíntesis máxima. El bosque de encino es un sumidero neto de carbono, con una captura anual promedio de 161 g C m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup>. A escala anual, el 50% de la variabilidad del intercambio neto de carbono es explicada por la radiación, seguida por la humedad relativa y la temperatura del aire (20 y 10%, respectivamente); mientras que, durante la estación de crecimiento, la radiación explica el 63% de los flujos de CO<sub>2</sub>. Los flujos nocturnos fueron controlados principalmente por la temperatura del aire (40%). Los parámetros fotosintéticos obtenidos de las curvas de luz variaron estacionalmente, alcanzando los picos máximos durante la estación de crecimiento.

**Palabras clave:** *covarianza de vórtices; MexFlux; productividad primaria bruta; respiración del ecosistema; intercambio neto de carbono a nivel ecosistema.*

## **1.32. Efectos potenciales en la productividad del cultivo del trigo en Valle del Yaqui bajo condiciones experimentales de cambio climático**

**Yépez Enrico A.<sup>1,2</sup>, Argente-Martínez Leandris<sup>1,3</sup>, Garatuza-Payan Jaime<sup>1,2</sup>, Arredondo Tulio<sup>4</sup>, Rivera-Díaz Miguel A.<sup>1</sup>, Delgado-Balbuena Josué<sup>1,5</sup>, Vega-Puga Masuly<sup>6</sup> y Melendrez-Cárdenas Flor G.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero, 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México, CP: 85000.

<sup>2</sup>Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Sede Regional Sur de Sonora, 5 de febrero, 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México, CP: 85000.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Calle 600, Block 611, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Sonora, México, CP: 85275.

<sup>4</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Camino a la Presa San José 2055, Col. Lomas, Sección 4, San Luis Potosí, México, CP: 78216.

<sup>5</sup>Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México, México.

<sup>6</sup>Departamento de Investigaciones Científicas Tecnológicas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

\*Corresponding author: enrico.yopez@itsn.edu.mx

### **Resumen**

El incremento crónico de las temperaturas globales y locales representa una amenaza para la productividad agrícola en regiones áridas y semiáridas de México. El Valle del Yaqui es una región dedicada a la agricultura intensiva de trigo en el noroeste de México, con importantes resultados de productividad agrícola y económica en las décadas recientes. Sin embargo, a pesar de contar con suficientes recursos hídricos para dotar a los cultivos de invierno-primavera, los patrones de variabilidad e incremento de temperatura en periodos clave para el desarrollo de los cultivos representan una amenaza latente para proyectar la productividad de un año en particular. En el presente estudio se presentan los resultados de la respuesta del rendimiento y cambios en la fenología del trigo en una manipulación experimental en parcelas de campo expuestas a +2 grados centígrados con respecto a controles a temperatura ambiente. Los resultados muestran que en 3 años de experimentación la fenología del cultivo en las parcelas con exposición a mayor calor se adelanta entre 15 y 23 días según las condiciones climáticas del año (acumulación de horas frío) y que existe un patrón consistente en el decremento en la productividad del grano de entre 30 y 40% con respecto a las parcelas de control. Las estimaciones que resultaron de este experimento son ligeramente mayores a las reportadas en proyecciones realizadas con modelos globales de función y productividad de trigo para la región y representan un riesgo significativo para las prácticas convencionales del cultivo trigo que actualmente se tienen en el Valle del Yaqui.

**Palabras clave:** *ecofisiología; CIRNO 2008; calentamiento climático.*

### 1.33. Red Latinoamericana de Laboratorios de Suelos (LATSOLAN)

Báez P. Aurelio<sup>1</sup>, Hidalgo M. Claudia<sup>2</sup>, Etchevers B. Jorge D.<sup>2</sup>, Cueto W. José A.<sup>1</sup>, González A. Irma J.<sup>1</sup>, Guerrero P. Armando<sup>2</sup>, Jarquim Aarón<sup>3</sup>, Padilla C. Juliana<sup>2</sup>; Vargas Margarita<sup>4</sup> y López Miguel A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados (COLPOS)

<sup>3</sup>Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Autor para correspondencia: hidalgo@colpos.mx

#### Resumen

El manejo sostenible de los suelos es indispensable para desarrollo de la agricultura, el funcionamiento de los ecosistemas, y la seguridad alimentaria. Por ello la Alianza Mundial por el suelo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (AMS-FAO) promueve acciones para mejorar la cantidad y calidad de datos e información edafológica (Pilar 4) y la armonización de los métodos, medidas e indicadores para el manejo sostenible y la protección del recurso suelo (Pilar 5). Para cumplir con estos objetivos la AMS-FAO crea la Red Global de Laboratorios de Suelos (GLOSOLAN) (2017) (laboratorios de países de todo el mundo) y como parte de ésta la Red Latinoamericana de Laboratorios de Suelos (LATSOLAN) (2018) (con participación de 17 países de Centro y Sudamérica). Los objetivos de estas Redes son mejorar la incertidumbre de los resultados obtenidos y promover redes nacionales de laboratorios. Las actividades que desarrollan son: (1) comparar procedimientos de operación (SOPs), (2) definir métodos analíticos armonizados, (3) desarrollar mecanismos de control de calidad, entre ellos los ejercicios Ring Test y (4) facilitar el intercambio de experiencias entre los laboratorios. En México la Red de laboratorios REDLABS (INIFAP, INEGI, ECOSUR y COLPOS) participa en esta iniciativa. La determinación del carbono en el suelo es una de las cinco metodologías en proceso de armonizando en LATSOLAN. En México REDLABS y sus siete laboratorios (Coahuila, Nayarit, Aguascalientes, Guanajuato, Edo. de México; Tabasco, Chiapas) han avanzado en esta armonización con metodologías estandarizadas (SOP's, equipos, ejercicios ring test, control de calidad). La experiencia de REDLABS en el análisis de carbono incluye también el análisis en material vegetal y la experiencia obtenida desde el año 2015.

**Palabras clave:** *LATSOLAN; REDLABS;*

### 1.34. Secuestro de carbono y uso de agua por espárrago (*Asparagus officinalis*) en el noroeste de México

Rodríguez Julio C.<sup>1</sup>; Viveros-Huerta Gonzalo<sup>2</sup>; Lizárraga-Celaya Carlos<sup>1</sup>; Ortega-Farías Samuel<sup>3</sup>; Watts Christopher<sup>1</sup>; Fuentes-Peñailillo Fernando<sup>3</sup>; López-Avendaño Jesús E.<sup>4</sup>; Yépez-González Enrico<sup>5</sup> y Paz-Pellat Fernando<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

<sup>2</sup>Hortícola del Desierto, Caborca, Sonora, México.

<sup>3</sup>CITRA, Universidad de TALCA, Chile.

<sup>4</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, CP 80000, Culiacán, Sinaloa.

<sup>5</sup>D. de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora

<sup>6</sup>Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: jcrood@guayacan.uson.mx

#### Resumen

Los cultivos perennes en la región forman una parte importante de la actividad económica. El espárrago es un cultivo de exportación y con antecedentes de alto consumo de agua. En este sentido se planteó un experimento para determinar su capacidad de secuestrar carbono y determinar su evapotranspiración (ET), mediante la técnica de covarianza de vórtices. Los resultados preliminares indican que tiene una alta ET ( $ET > 5\text{mm/día}$ ), importante capacidad de secuestrar carbono hasta ( $10\text{gC/día}$ ) y por consiguiente un alto coeficiente de cultivo ( $Kc > 1$ ), lo que permite deducir al momento que si tiene altos consumo de agua.

**Palabras clave:** *evapotranspiración; intercambio neto de carbono; riego; agricultura.*

### 1.35. Uso de radiometría e imágenes digitales a nivel de campo en un matorral crassicaule

**Rojo-Martínez Marlen<sup>1</sup>**; Casiano-Domínguez Marcos<sup>2</sup>; Paz-Pellat Fernando<sup>1</sup>; Villa-Herrera Adán<sup>1</sup>; Cruz-Barcelos Eugenio<sup>1</sup> y Alderete-Rojas Daniel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GRENASER, Texcoco, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía y Veterinaria, UASLP, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí.

Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

#### Resumen

Con el fin de analizar el comportamiento del crecimiento de los diferentes estratos de la vegetación, mediante las reflectancias de la cubierta vegetal e imágenes digitales obtenidas en el uso de sensores ópticos, durante un año a partir de abril del 2018 se realizó una campaña de medición en el ejido La Candelaria Jolalpan, Estado de México, empleando un radiómetro multispectral bajo condiciones de campo. Así también se tomaron fotografías digitales para la estimación de cobertura aérea usando métodos de clasificación supervisada. Se estableció una parcela de medición usando de referencia la malla MODIS, de la cual se seleccionó un píxel con dimensiones de 250 x 250 m. Esta parcela se dividió en 25 subparcelas o plots de 50 x 50 m y de estas se seleccionaron solo 13 plots a manera de que fueran lo más representativo posible. Siguiendo el esquema del sistema de parcelas anidadas propuestas por *Winrock International* las subparcelas seleccionadas se dividieron quedando de la siguiente manera: subplot 3 m x 3 m, diagonal de 4.2 m. b) subplot 7 m x 7 m, diagonal de 9.9 m. c) subplot 25 m x 25 m, diagonal de 35.3 m. d) subplot 50 m x 50 m, diagonal de 70.71 m. Se tomaron datos de espectroradiometría en herbáceas, arbustos y árboles medidos en 5 rangos del espectro electromagnético (485, 560, 660, 830 y 1650 nm.) equiparables con la información espectral de los sensores de los satélites Landsat 5, Landsat 7, Landsat 8 y Sentinel 5. Paralelamente también se tomaron fotografías a nadir de los estratos ya mencionados.

**Palabras clave:** *cubierta vegetal; matorral crassicaule; imagen digital; datos radiométricos.*

### 1.36. Medición de carbono con aplicaciones móviles

**Alderete-Rojas Daniel<sup>1</sup>**; Paz-Pellat Fernando<sup>1</sup> y Bolaños-González Martín<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GRENASER, Texcoco, Estado de México, México.

<sup>2</sup>Hidrociencias, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

El desarrollo de aplicaciones para teléfonos inteligentes ha generado múltiples aplicaciones móviles que ayuden a estimar variables dasométricas específicas (altura, área basal y cobertura de dosel) requeridas para la caracterización de masas boscosas utilizando alometría. Estas aplicaciones se basan en principios básicos utilizados por instrumentos y procedimientos validados, como ejemplo principios trigonométricos para mediciones de alturas; la parcela de sitio móvil (relascopeo), para la obtención de áreas basal; y clasificación de imagen digital para cobertura de dosel. El objetivo del presente trabajo es analizar las aplicaciones de uso libre que estiman variables dasométricas de interés y establecer la mayor exactitud posible apegado a un procedimiento de medición bien definido. Para ello se realizaron repetidas mediciones de dos aplicaciones móviles similares y un método convencional, para cada una de las 3 variables de interés. Se tomaron consideraciones específicas por cada uno de los métodos, con la finalidad de que los datos presentaran la máxima confiabilidad ofrecida. Se concluye que para altura se debe utilizar procedimientos de medición basados en una marca de altura conocida sobre el árbol, ya que esto presenta menos error que considerar la altura del dispositivo sobre el suelo como insumo principal y posteriormente alimentar la aplicación con el ángulo al ápice, debido a que esto genera un error mucho mayor en la metodología (sobrestimar y subestimar) en condiciones con pendiente. Para área basal se debe tener mucho cuidado durante la calibración del ángulo fijo, del que se genera el factor de área basal (FAB) ya que esto repercute totalmente en la exactitud de los datos obtenidos. En cuanto a cobertura de dosel se debe priorizar que se utilice una escala que logre discriminar entre el espacio cubierto por vegetación y el cielo, tomando como consideración especial que el sol no incida directamente sobre el lente de la cámara para evitar errores por este factor.

**Palabras clave:** *aplicaciones móviles; variables dasométricas.*

### 1.37. Secuestro de carbono y uso de agua por uva de mesa (*Vitis* sp.) en el noroeste de México

Quiroz-López Edith P<sup>1</sup>., Reyes-Montoya Diana G.<sup>1</sup>; Rodríguez Julio C.<sup>1</sup>.; Lizárraga-Celaya Carlos<sup>1</sup>; Ortega-Farías Samuel<sup>2</sup>; Watts Christopher<sup>1</sup>; Rodríguez-Casas Julio C.<sup>1</sup>.; Ochoa-Meza Andres<sup>1</sup>; López-Avendaño Jesús E.<sup>3</sup>; Yépez-González Enrico<sup>4</sup> y Paz-Pellat Fernando<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

<sup>2</sup>CITRA, Universidad de TALCA, Chile.

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, CP 80000, Culiacán, Sinaloa.

<sup>4</sup>D. de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora

<sup>5</sup>Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: a215209478@alumnos.unison.mx

#### Resumen

La uva de mesa (*Vitis* sp.) es uno de los principales cultivos perennes en la Costa de Hermosillo, México. Tiene como características: requiere acumular frío en invierno, importante generación de jornales por hectárea, divisas por exportación del producto, larga fenología, alto consumo de agua, alta cobertura vegetal y biomasa radicular. En 2018 fue instada una torre micrometeorológica para medir su consumo de agua y su captura de carbono atmosférico, usando la técnica de covarianza de vórtices. Los resultados preliminares indican que durante 2018 presentó área foliar superior a  $3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  durante la primavera y máximos valores en secuestro de carbono (NEE), productividad primaria bruta (GPP) y evapotranspiración (ET) durante el mes de mayo de  $-162 \text{ g m}^{-2}$ ,  $280 \text{ g m}^{-2}$  y  $162 \text{ mm m}^{-2}$ , respectivamente. En agosto importante respiración ecosistema (RECO) se presentó debido a la poda, laboreo y lluvia,  $224 \text{ g m}^{-2}$ . Anualmente secuestrando carbono (NEE) desde inicio de primavera hasta el inicio del verano, con una suma anual de  $-427 \text{ g m}^{-2}$ . Recibió  $1,300 \text{ mm}$  por riego y lluvia y evapotranspira  $1,050$ , mostrando una eficiencia en conversión de agua a carbono de  $25 \text{ L}$  por  $\text{gC}$  por  $\text{m}^2$ .

**Palabras clave:** *evapotranspiración; intercambio neto de carbono; riego; respiración.*

### 1.38. Secuestro de carbono y uso de agua por nogal pecanero (*Carya illinoensis*) en el noroeste de México

Reyes-Montoya Diana G.<sup>1</sup>; Quiroz-López Edith P.<sup>1</sup>; Lizárraga-Celaya Carlos<sup>1</sup>; Ortega-Farías Samuel<sup>2</sup>; Watts Christopher<sup>1</sup>; Rodríguez-Casas Julio C.<sup>1</sup>; Ochoa-Meza Andres<sup>1</sup>; López-Avendaño Jesús E.<sup>3</sup>; Yépez-González Enrico<sup>4</sup>; Rodríguez Julio C.<sup>1</sup> y Paz-Pellat Fernando<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

<sup>2</sup>CITRA, Universidad de TALCA, Chile.

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, CP 80000, Culiacán, Sinaloa.

<sup>4</sup>D. de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora

<sup>5</sup>Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: a215202153@alumnos.unison.mx

#### Resumen

En las zonas áridas, el agua es el principal limitante al desarrollo agropecuario y la presencia de cultivos perennes, con alto consumo de agua puede considerarse como inadecuada, sin embargo, algunos cultivos tiene poco manejo y debe considerarse como un cultivo viable como secuestrador de carbono en el suelo. En la Costa de Hermosillo, el nogal pecanero (*Carya illinoensis*) ocupa el primer lugar dentro de las perennes. En este sentido, se instaló una torre micrometeorológica en 2016 para evaluar su consumo de agua y su potencial para secuestrar carbono, mediante la técnica de covarianza de vórtices. Mediciones adicionales de potencial hídrico y área foliar fueron realizadas semanalmente para evaluar su desarrollo y estado de hidratación. El máximo intercambio de carbono (NEE), productividad primaria bruta (GPP) y respiración del ecosistema mensuales se presentaron durante la primavera y verano. El NEE anual fue de  $-788 \text{ gC m}^{-2}$ , una GPP de  $1,890 \text{ gC m}^{-2}$  y un consumo de agua por evapotranspiración de 1,287 mm. Estos resultados preliminares muestran que este cultivo fue capaz de secuestrar carbono casi durante todo el año debido a la presencia de malezas durante el invierno y sus resultados son comparables con algunos ecosistemas mexicanos, lo cual lo hace un cultivo potencial para secuestrar carbono a pesar de su alto consumo de agua por riego de 1,625 mm.

**Palabras clave:** *evapotranspiración; intercambio neto de carbono; riego; agricultura.*

Sección 2

ECOSISTEMAS  
ACUÁTICOS



## 2.1. Nitrógeno-Fósforo en una presa hidroeléctrica del Altiplano Central

López-Hernández Martín<sup>1\*</sup>; Ramos-Espinosa Guadalupe<sup>2</sup> y González-Farías Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-135. México D.F. 04510. Alcaldía Coyoacán.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Agrícola y Animal, UAM-X. Calzada del Hueso 1100. Col Villa Quietud. México D.F. 04960. Alcaldía Coyoacán.

Autor para correspondencia: martinl@cmarl.unam.mx

### Resumen

Los cuerpos de agua dulce acumulan Nitrógeno y Fósforo provenientes del acarreo de materia orgánica particulada o disuelta, ambas formas constituyen las principales acumulaciones de Carbono. El objetivo del estudio fue evaluar la dinámica en espacio y tiempo del carbono con base al nitrógeno total y el fósforo total, derivados del enriquecimiento de la materia orgánica que llegan por aportes de aguas de desecho a la PH Zimapán; se tomaron muestras de agua de siete sitios, una vez al mes durante la estación seca (mayo) y la de lluvia (septiembre), durante los años 2003, 2005, 2008 y 2012, evaluándose *in situ* temperatura del agua, oxígeno disuelto (OD) y potencial óxido-reducción (POR); en laboratorio se determinaron Nitrógeno total (NT) y Fósforo Total (FT) con técnicas de HACH DR/2010. En el epilimnion (0-10 m) hubo temperaturas entre (25-27 °C) y valores de OD (4 a 6 mg L<sup>-1</sup>); en hipolimnion (35-70 m) la temperatura bajó a 20°C y OD descendió a 1 mg L<sup>-1</sup>; el POR disminuyó de superficie a 40 m (0.4 a 0.1 mV), de 50 a 70 m los valores fueron negativos. NT y PT registraron concentraciones entre 2 y 11 mg L<sup>-1</sup>, indicando exceso de nutrientes, estado hipereutrófico, debido a entrada de aguas de desecho con altas tasas de materia orgánica. Se concluye que el sistema no presentó diferencias significativas entre sequía y lluvia, mostrando condición hipertrófica constante por la permanente entrada de aguas residuales.

**Palabras clave:** *nutrientes; materia orgánica; aguas residuales.*

## 2.2. Estimaciones del carbono celular de diatomeas y dinoflagelados en dos regiones del Golfo de México

Sánchez-Robles Citlalli<sup>1</sup>; **Linacre Lorena<sup>1</sup>**; Mirabal-Gómez Uriel<sup>1</sup>; Lara-Lara Rubén<sup>1</sup> y Bazán-Guzmán Carmen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Oceanografía Biológica, División de Oceanología, CICESE. Carretera Tijuana-Ensenada No. 3918, Zona Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

Autor para correspondencia: llinacre@cicese.mx

### Resumen

El presente estudio fue realizado con muestras de fitoplancton colectadas en las regiones oceánicas de Perdido y Coatzacoalcos del Golfo de México (GoM), durante un crucero oceanográfico realizado en invierno-primavera del 2016. El propósito de este trabajo es determinar el contenido de carbono por célula de diversos géneros de dinoflagelados y diatomeas encontradas en el GoM. Los organismos provenientes de 8 profundidades de la zona eufótica de ambas regiones, fueron cuantificados e identificados y además, medidos en su tamaño celular para el cálculo de biovolumen que permitió la estimación de su contenido de carbono. La presencia de 36 y 28 géneros de dinoflagelados y diatomeas, respectivamente, permitieron mediciones de 5,135 individuos. Los dinoflagelados del orden Gymnodiniales (14 géneros) y las diatomeas Pennales (12 géneros) fueron los más representados, con un contenido promedio de carbono celular  $\sim 180 \text{ pgC} \cdot \text{cel}^{-1}$  y  $\sim 150 \text{ pgC} \cdot \text{cel}^{-1}$ , respectivamente. Géneros con menor presencia en ambas zonas tuvieron un mayor contenido de carbono, tales como los dinoflagelados *Tripos* ( $> 150,000 \text{ pgC} \cdot \text{cel}^{-1}$ ) y *Kofoidinium* ( $600\,000 \text{ pgC} \cdot \text{cel}^{-1}$ ), y también las diatomeas Centrales, *Rhizosolenia* ( $> 9000 \text{ pgC} \cdot \text{cel}^{-1}$ ) y *Coscinodiscus* ( $> 2,000 \text{ pgC} \cdot \text{cel}^{-1}$ ). En promedio, los dinoflagelados tuvieron un mayor contenido de carbono en Coatzacoalcos y las diatomeas en Perdido, aunque la tendencia por género fue similar en ambas zonas. Este esfuerzo de investigación, es el segundo en su tipo que indudablemente fortalecerán las futuras estimaciones de la biomasa fitoplanctónica que permitan evaluar la significancia de los diferentes grupos funcionales planctónicos del GoM en el ciclo global del carbono.

**Palabras clave:** *fitoplancton; biovolumen; Perdido; Coatzacoalcos*

## 2.3. Distribución espacial de carbono orgánico total y ópalo biogénico en la zona transicional del Pacífico mexicano

Sánchez Alberto<sup>1</sup>; Ortiz-Hernández Ma. Concepción<sup>2</sup> y Eduardo Balart<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Av. IPN SN, CP 23096, La Paz, Baja California Sur.

<sup>2</sup>Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Chetumal, Quintana Roo.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur.

Autor para correspondencia: alsanchezg@ipn.mx, alsanchezg13@gmail.com

### Resumen

La bomba biológica del carbono es esencial para poder entender el ciclo del carbono. Los modelos numéricos globales sub/sobreestiman el flujo y distribución de carbono orgánico e inorgánico en el océano y sobre todo en los márgenes continentales, debido a la limitada disponibilidad de estudios sobre el hundimiento, acumulación y enterramiento de trazadores biogeoquímicos de la productividad marina, i.e. carbono orgánico y ópalo biogénico. La contribución del presente trabajo es determinar la distribución espacial de los contenidos de carbono orgánico y ópalo biogénico en la zona transicional del Pacífico mexicano. Para ello se colectó una red espacial de 37 estaciones en el intervalo de 70 a 500 m de profundidad en el margen suroccidental de la Península de Baja California. Los análisis de carbono orgánico fueron realizados en el Laboratorio de Espectrometría de Masas y de ópalo biogénico en el Laboratorio de Química. La distribución espacial de ambos trazadores biogeoquímicos con incremento hacia fuera de la costa es generada por la alta productividad marina y la amplia zona de mínimo de oxígeno que caracteriza la zona transicional del Pacífico mexicano. La acumulación de carbono orgánico sugiere que esta zona del Océano Pacífico es sumidero neto de CO<sub>2</sub> y posiblemente una región clave del océano en regular los cambios climáticos del pasado.

**Palabras clave:** *bomba biológica; carbono orgánico; ópalo biogénico; zona transicional del Pacífico mexicano.*

## 2.4. Cambio Climático Global-Calidad Ambiental-Biomasa Pesquera: Playa Colorada-Santa María-La Reforma, Sinaloa, México

Ortiz-Gallarza Silvia M.<sup>1</sup>; Romero-Beltrán Emilio<sup>1</sup>; Cruz-Borrego Elizabeth<sup>1</sup>; Romero-Correa Ahtziri<sup>1</sup> y Osuna-Bernal Diego A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera, Mazatlán. Calzada Sábalo-Cerritos <sup>S/N</sup> contiguo a Estero El Yugo, Mazatlán, Sinaloa. C. P. 82112. Tel. +52 (669) 9881255 y 9881256 Ext. 55518.  
Autor para correspondencia: ortizsilvi@gmail.com

### Resumen

La vulnerabilidad de ecosistemas costeros respecto a repercusiones derivadas del cambio climático global sobre actividades primarias como pesca y acuicultura requiere atención y acción inmediata. Aunque las consecuencias para estos sectores y sus comunidades costeras ribereñas, se han subvaluado, son de consideración. Sinaloa y Sonora destacan en el litoral Pacífico mexicano por ser de primordial importancia en cuanto a volumen y valor de la producción, donde sobresale la pesquería de camarón, dados su alto valor y creciente demanda. El ecosistema estuarino lagunar Playa Colorada-Santa María-La Reforma, ha sido relevante en la producción de la costa centro-norte sinaloense. Se analizó su producción pesquera durante 2018 y se encontró que fue aceptable y no reflejó afectaciones por eventos climáticos locales ni globales. Sin embargo, se enfatizó la necesidad de incidir en la investigación para la aplicación de medidas de mitigación y de reducción de los efectos del cambio climático. Las medidas de mitigación en áreas vulnerables incluyen manejo comunitario/comanejo de recursos pesqueros bajo enfoque ecosistémico, con la participación de usuarios en tareas sustantivas que coadyuven a reducir los efectos climáticos sobre las poblaciones sujetas al aprovechamiento de las pesquerías ribereñas, inspección y vigilancia efectivas, sistemas de captación de información pesquera eficientes y conservación de la salud ambiental.

**Palabras clave:** *ecosistemas estuarino lagunares; producción 2018.*

## 2.5. Biovolumen y contenido de carbono celular fitoplanctónico en Dzilam de Bravo (Yucatán, México) en 2017

Medina-Euán Daniela G.<sup>1</sup>; Aguilar-Trujillo Ana C.<sup>1</sup>; Merino-Virgilio Fanny del C<sup>1</sup> y Herrera-Silveira Jorge A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), Carretera Antigua a Progreso Km 6, Col. Gonzalo de Guerrero, Mérida, C.P. 97310, Yucatán, México.  
Autor de correspondencia: daniela\_medina96@hotmail.com

### Resumen

Se analizaron 264 muestras colectadas a lo largo de un transecto perpendicular a la costa de 10 km. El objetivo del presente estudio es calcular el biovolumen del fitoplancton por tamaño (nanoplancton y microplancton) y subgrupos (Bacillariophyta, Dinophyta, Cyanophyta, Charophyta y Nanoflagelados), así como conocer el contenido de carbono celular de las mismas. De acuerdo al tamaño el microplancton ( $>20 \mu\text{m}$ ) obtuvo los valores máximos promedio de biovolumen ( $154\,472\,249.51 \mu\text{m}^3 \text{ l}^{-1}$ ) y contenido de carbono celular ( $5\,335\,493.60 \text{ pgC l}^{-1}$ ). Por subgrupos, Dinophyta presentó valores altos de biovolumen ( $153\,382\,156.77 \mu\text{m}^3 \text{ l}^{-1}$ ) y contenido de carbono celular ( $6\,177\,255.03 \text{ pgC l}^{-1}$ ). Debido a las condiciones de Dzilam de Bravo por el aporte de nutrientes generadas por las descargas de agua subterránea domina el microplancton. La dominancia del subgrupo Dinophyta se debe a que estos organismos son fotótrofos y heterótrofos de esta manera aprovechan sus fuentes de obtención de energía para alcanzar grandes tallas y así retener mayor carbono.

**Palabras clave:** *fitoplancton; biovolumen; carbono; Dzilam de Bravo.*

## 2.6. Producción Primaria de la plataforma de Yucatán (sureste del Golfo de México) en el verano de 2016

Aguilar-Trujillo Ana C.<sup>1</sup>, Medina-Gómez Israel<sup>1</sup>, Cruz-Trejo Giuliana I.<sup>1</sup>, Juárez-Fonseca Miryam y Herrera-Silveira Jorge A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), Carretera Antigua a Progreso Km 6, Col. Gonzalo de Guerrero, Mérida, C.P. 97310, Yucatán, México.  
Autor de correspondencia: ana.aguilar@cinvestav.mx

### Resumen

Conocer la variabilidad en la concentración de oxígeno es clave en el entendimiento del metabolismo del ambiente marino. Entre los impactos en el Golfo de México que potencialmente alteran la conexión entre las vías metabólicas destacan la eutrofización y los derrames de petróleo. El objetivo del presente estudio fue establecer una línea de base sobre la cual comparar condiciones que podrían ser transportadas por accidentes asociados con la operación petrolera, incrementando la capacidad para percibir los cambios potenciales que sufra el ecosistema y documentar la recomendación de soluciones viables. Se realizó la campaña oceanográfica GOMEX-05 (agosto-septiembre 2016) a lo largo de una red de 76 estaciones en la plataforma continental de la Península de Yucatán. Se midió la productividad primaria mediante el método de incubaciones en botellas claras/oscurecidas, registrando la evolución de oxígeno en 10 puntos de la red de muestreo. Las estaciones de muestreo localizadas en la zona costera registraron una tendencia a incrementar su productividad en la capa superficial con respecto a la región que circunda la plataforma externa (máximo  $5 \text{ mg C m}^{-3} \text{ hr}^{-1}$ ). Se seleccionaron 4 estaciones y sus perfiles, si bien acotados prácticamente en su totalidad a valores menores a  $30 \text{ mg C m}^{-3} \text{ hr}^{-1}$ , exhibieron patrones distintivos en niveles de la columna de agua inferiores a los 100 m de profundidad. El análisis del comportamiento de la productividad primaria en la región costera sugiere un aporte estacional de nutrientes por descargas de agua subterránea presentes en la península de Yucatán y/o la resuspensión por viento de materia orgánica después de ser remineralizada vía procesos biogeoquímicos.

**Palabras clave:** *producción primaria; plataforma; Yucatán, Golfo de México.*

## 2.7. Almacenes de carbono en biomasa de pastos marinos de una laguna arrecifal y su relación con variables ambientales

Mendoza-Martínez J. E.<sup>1</sup>; Herrera-Silveira J. A.<sup>1</sup>Morales-Ojeda S. M.<sup>1</sup> y Ramírez-Ramírez J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CINVESTAV-IPN Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Mérida, Km 6 antigua carretera a Progreso, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México.  
Autor para correspondencia: kasumo\_60@hotmail.com

### Resumen

Los fondos de pastos marinos (PM) son importantes reservorios del carbono marino, sin embargo, su disminución en todo el mundo los ha convertido en ecosistemas amenazados. En este trabajo se caracterizó los tipos de fondos marinos y se evaluó el almacén de carbono aéreo de PM sobre una laguna arrecifal, en Veracruz. Se determinaron mediante técnicas de percepción remota los tipos de fondo de 82 puntos de muestreo distribuidos al azar de manera estratificada. El almacén de carbono del componente vivo se calculó a partir del procesamiento de 72 muestras de pastos marinos. La extensión de PM fue de  $763.9 \pm 205.2$  ha con una mayor presencia de pastos en coberturas bajas (<30%). La especie dominante fue *Thalassia testudinum* aunque también se presentó esporádicamente *Syringodium filiforme*. La biomasa aérea fue de  $149.3 \pm 9.2$  gr.p.s  $m^{-2}$  y subterránea de  $686.1 \pm 72.9$  gr.p.s  $m^{-2}$ . Las zonas de alta (>75%) y mediana (30%-75%) cobertura se distribuyen entre los 1 y 2m con  $0.86 \pm 0.04$  y  $0.44 \pm 0.03$  Mg C  $ha^{-1}$  respectivamente. El almacén de Carbono Total presentó una tendencia exponencial negativa con la profundidad ( $R^2=0.32$ ) de la biomasa viva representan  $1,157.1 \pm 88.8$  MgCO<sub>2</sub> equivalentes. Este estudio es pionero en la integración metodológica de percepción remota pasiva, métodos de ordenación y mediciones de campo para evaluar almacenes de carbono de PM en México.

**Palabras clave:** *almacén de carbono; laguna arrecifal; pastos marinos; emisiones de CO<sub>2</sub>; carbono azul.*

## 2.8. Dinámica del carbono orgánico particulado en dos lagos de alta montaña tropicales, El Sol y La Luna, Nevado de Toluca, en un lapso de 18 años

Ibarra-Morales Diana<sup>1</sup>; Alcocer Javier<sup>2</sup>; Oseguera Luis A.<sup>2</sup>; Rivera-Herrera Erika M.<sup>1</sup>; Soria-Reinoso Ismael<sup>1</sup> y Fernández Rocío<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior s/n. Ciudad Universitaria, México D.F. Coyoacán 04510. México.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Grupo de Investigación en Limnología Tropical. Av. de los Barrios No.1, Los Reyes Iztacala. 54090 Tlalnepantla, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

El carbono inorgánico (CO<sub>2</sub>) es indispensable para los productores primarios ya que lo transforman en carbono orgánico e incorporan a su biomasa que posteriormente se transfiere al resto del ecosistema. El carbono orgánico particulado (COP) suele ser aproximado mediante la evaluación de la concentración de la clorofila *a* (Clor-*a*), pigmento fotosintético que proporciona información valiosa sobre la productividad del ecosistema, más aún si se cuenta con un seguimiento a largo plazo ya que da una idea de la magnitud del cambio global. Se reconoce que los lagos de alta montaña son centinelas del cambio climático y cambio global. Por lo anterior, se planteó reconocer la variación del COP a partir de las concentraciones de Clor-*a* en los lagos El Sol y La Luna en tres periodos anuales: 2000-01, 2006-07 y 2017-18, esto es, un lapso total de 18 años. Adicionalmente se realizaron mediciones de temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y pH. La temperatura y el oxígeno disuelto no mostraron cambios temporales significativos ( $p > 0.05$ ) ni entre lagos. El pH en El Sol aumentó 2.7 U desde 2000 hasta 2018 y 0.6 U en La Luna. La conductividad aumentó 32.6  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en El Sol y disminuyó 2.4  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en La Luna. La concentración de Clor-*a* fue en general baja ( $1.7 \pm 0.9 \mu\text{g L}^{-1}$  en El Sol y  $0.5 \pm 0.3 \mu\text{g L}^{-1}$  en La Luna) clasificando como ultraoligotrófica a La Luna y oligotrófica a El Sol. La concentración promedio de COP en el periodo 2000-2018 fue de  $202.9 \pm 57.9 \mu\text{g C L}^{-1}$  en El Sol y de  $104.8 \pm 29.8 \mu\text{g C L}^{-1}$  en La Luna. No se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en la concentración del COP a lo largo del tiempo en ninguno de los dos lagos.

**Palabras clave:** COP; clorofila *a*; lagos alpinos; lagos volcánicos; Estado de México.

## 2.9. Variabilidad espacial del sistema del CO<sub>2</sub> en Bahía de los Ángeles en condiciones de verano

Uribe-López Alicia G.<sup>1b</sup>; Norzagaray-López C. Orión<sup>1a</sup>; Hernández-Ayón J. Martín<sup>1a</sup>; Valdivieso-Ojeda Jacob<sup>1a</sup>; Santander-Cruz Jonatan<sup>1a</sup>; Mejía-Trejo Adán<sup>1a</sup>; Martínez Luz<sup>1b</sup> y Chapa-Balcorta Cecilia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas<sup>a</sup> y Facultad de Ciencias Marinas<sup>b</sup>, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917, CP 22860, Ensenada, Baja California.

<sup>2</sup>Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca.

Autor para correspondencia: orion.norzagaray@uabc.edu.mx

### Resumen

El factor dominante en la dinámica del sistema del CO<sub>2</sub> en la región de las Grandes Islas del Golfo de California es la mezcla vertical debida a mareas y viento, proceso que acarrea agua de fondo a la superficie; dicha agua presenta elevadas concentraciones de carbono inorgánico disuelto y baja temperatura. A pesar de que se han publicado estudios que han descrito la dinámica del CO<sub>2</sub> y los procesos que la controlan en la zona costera de ciertas regiones de México, estos estudios siguen siendo escasos. En este trabajo se consideraron dos objetivos: (1) valorar el desempeño de un equipo para medir directamente la fracción molar del CO<sub>2</sub> (xCO<sub>2</sub>; ppm del agua de mar, y (2) describir los procesos locales que controlan la pCO<sub>2</sub> a lo largo de un transecto durante condiciones de verano en Bahía de los Ángeles. Los resultados permitieron demostrar que los gases estándar (*i.e.*, aire comprimido y aire libre de CO<sub>2</sub>) funcionan adecuadamente para calibrar valores medidos *in situ*, con un error de ± 11.6 ppm (± 2.3%), así como definir Bahía de los Ángeles como una potencial fuente de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

**Palabras clave:** sistema del CO<sub>2</sub>; Bahía de los Ángeles; pCO<sub>2</sub>; flujos de CO<sub>2</sub>.

## 2.10. Dinámica anual del carbono disuelto en un lago profundo, oligotrófico y tropical

Cortés-Guzmán Daniela<sup>1</sup>; Alcocer-Durand Javier<sup>2</sup>; Cuevas-Lara Daniel<sup>1</sup> y Oseguera-Pérez Luis A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C. P. 04510, Ciudad de México.

<sup>2</sup>Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C. P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

El carbono disuelto total (CDT) es un componente clave en el ciclo del carbono (C) de los cuerpos acuáticos; la fracción orgánica (COD) es el sustento principal de los procesos heterotróficos y la inorgánica (CID) es la fuente de suministro de C para los procesos fotosintéticos. El objetivo de este estudio fue analizar la variación temporal y en el perfil vertical del CDT, COD y el CID en Alchichica, un lago profundo, oligotrófico y tropical. Se realizaron muestreos mensuales entre abril de 2013 y marzo de 2014. En cada salida se registraron variables fisicoquímicas de la columna de agua y se tomaron muestras de agua para analizar la concentración de CDT, COD y CID. Las concentraciones de CDT variaron entre 357.3 y 453.8 mg L<sup>-1</sup>. Los valores de COD variaron entre 4.0 y 4.7 mg L<sup>-1</sup> (0.9-1.4% del CDT), mientras que los de CID estuvieron entre 352.5 y 449.6 mg L<sup>-1</sup> (98.6-99.1% del CDT). Las concentraciones de COD y de CID variaron a lo largo del año. Adicionalmente, sólo el COD presentó diferencias a lo largo de la columna de agua siendo más elevado en la capa de mezcla. La variación temporal del CDT es significativa pero baja (9.1%). La concentración de COD en Alchichica fue menor a las reportadas para otros lagos mexicanos ya que proviene, principalmente, de su producción primaria autóctona (oligotrófico), mientras que los valores de CID fueron mayores a los de otros lagos mexicanos, por la composición química –alcalino sódica- de sus aguas.

**Palabras clave:** Lago Alchichica; Puebla; México; monomixis cálida; COD; CID.

## 2.11. Concentración y flujo de carbono orgánico a lo largo del río Usumacinta, México

Soria-Reinoso Ismael<sup>1</sup>; Alcocer Javier<sup>2</sup>; Oseguera Luis A.<sup>2</sup>, Cuevas-Lara Daniel<sup>1</sup> y Cortés Daniela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

El Río Usumacinta es el principal sistema fluvial de México. Se especula que debe tener un papel importante en el transporte, metabolismo y por ende en el balance regional de carbono (C); sin embargo, no existe información previa disponible para verificar/ratificar al respecto. El objetivo de este estudio fue evaluar la concentración y el flujo de C orgánico disuelto (COD) y C orgánico particulado (COP) a lo largo de la cuenca del río Usumacinta en dos épocas hidrológicas contrastantes (temporada de lluvias TL y secas TS). La concentración de COD fluctuó entre 0.88 y 7.11 mg L<sup>-1</sup>, mientras que la de COP entre 0.21 y 3.78 mg L<sup>-1</sup>. El COD se incrementó hacia la desembocadura y fue la especie dominante (COD:COP > 1), excepto en el río Lacantún y sus afluentes, en los cuales el COP se incrementa (COD:COP < 1) durante la TL, lo cual podría tener su explicación en el arrastre de material suspendido alóctono erosionado de la cuenca. Ambas fracciones presentaron diferencias significativas entre temporadas. El flujo de C depende principalmente de la precipitación, puesto que en la TL (3687.3 ± 826.7 t d<sup>-1</sup>) fue ~15 veces mayor que en la TS (248.7 ± 37.2 t d<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** COD; COP; río tropical; Chiapas; México.

## 2.12. Consideraciones para el uso del isotopo estable $^{13}\text{C}$ en experimentos de Producción primaria en mares mexicanos

**Mercado-Santana J. A.**<sup>1</sup>; Lara-Lara J. Ruben<sup>1</sup>; Bazán-Guzmán Carmen<sup>1</sup>; Manuel Mariano<sup>1</sup>, De la Cruz-Orozco Martin<sup>1</sup> y Mirabal-Gómez Uriel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Oceanografía Biológica, Centro de investigación Científica y Superior de Ensenada (CICESE) Carretera Ensenada-Tijuana 3918 C.P. 22860 Zona Playitas.

Autor para correspondencia: mercadoj@cicese.mx

### Resumen

El uso de alternativas al  $^{13}\text{C}$  (isotopo estable) para medir la asimilación de carbono por el fitoplancton se ha vuelto cada vez más popular con el avance de las tecnologías como la diversificación de los espectrómetros de masas y sus técnicas están cada vez más disponibles. Se realizaron experimentos en dos condiciones tróficas contrastantes en las costas mexicanas. Se evaluaron cuestiones relativas a las ecuaciones para el cálculo de las tasas de  $^{13}\text{C}$ -PP, efecto de la concentración de enriquecimiento de  $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$ , duración de la incubación, efecto de las diferencias del DIC, especialmente en el caso de regiones oligotróficas. Parece que se han producido menos problemas en las zonas eutróficas. Los resultados mostraron un buen ajuste entre experimentos simultáneos de  $^{13}\text{C}$ -PP y  $^{14}\text{C}$ -PP en laguna ojo de Liebre. El 10% de enriquecimiento mostró un mejor ajuste entre las dos estimaciones. En condiciones oligotróficas se recomiendan incubaciones de 6 h, así como, medir el DIC natural. Así como, filtrar de 2 L de muestra para obtener valores adecuados de POC.

**Palabras clave:** *producción primaria; isotopo estable  $^{13}\text{C}$ ; fitoplancton, oligotrófico; eutrófico.*

## 2.13. Dinámica del sistema del carbono en la columna de agua en octubre 2018 en Punta Lobos, Sonora

Flores-Trejo Lorena<sup>1</sup>; Espinosa-Carreón T. Leticia<sup>1</sup>; De la Cruz-Ruíz A. Itahi<sup>1</sup>; Hernández-Ayón J. Martín<sup>2</sup> y Chapa-Balcorta Cecilia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joaquín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

<sup>3</sup>Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

Autor para correspondencia: lorenaflorestrejo@gmail.com

### Resumen

El Golfo de California (GC) es uno de los ecosistemas marinos más grandes de América Latina, considerado una cuenca de evaporación con procesos físicos de mesoescala que determinan su gran dinámica. El objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica del sistema del carbono en la columna de agua en octubre 2018 en dos estaciones oceanográficas frente a punta Lobos, Sonora. La estación costera presentó mayor concentración de carbono inorgánico disuelto (CID) con una gran influencia biológica en toda la dinámica del sistema del carbono, mientras que la estación oceánica tuvo una influencia tanto hidrológica (variables físicas) como biológicas, lo que se representó en una similitud en la mayoría de los perfiles. La masa de agua predominante en casi toda la columna de agua fue el Agua del Golfo de California (AGC) con altas concentraciones de CID (2053 a 2250  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ ) y el Agua Subtropical Subsuperficial (AStSs) estuvo asociada a profundidades  $> 125$  m con 2245  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ .

**Palabras clave:** *Golfo de California; carbono inorgánico disuelto; pH; AGC.*

## 2.14. Almacenes de carbono en Pastos marinos de la Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, México

Cota-Lucero T. C.<sup>1</sup>; Mendoza-Martínez J. E.<sup>1</sup> y Herrera-Silveira J. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, Km 6, Carretera antigua a Progreso, CP. 97310 AP. 73, Mérida, Yucatán México, Cordemex.  
Autor para correspondencia: cotalucero@gmail.com

### Resumen

Los pastos marinos conforman extensos prados cuya importancia radica en las funciones estructurales y tróficas que realizan. Las praderas por medio de la fotosíntesis capturan CO<sub>2</sub> y lo transforman en carbono orgánico que se acumula en biomasa (hojas, rizomas y raíces) y en sedimentos. Este carbono almacenado es conocido como carbono azul. En México se distribuyen 9 especies en la zona costera y sus poblaciones se encuentran amenazadas principalmente por impacto antropogénico. A pesar de la disminución de sus poblaciones la información sobre su condición y su función como almacenes de carbono tanto en tejido vivo como en sedimentos a escala local es escasa. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue estimar el carbono orgánico almacenado en biomasa de las praderas que se distribuyen en la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Estas estimaciones se realizaron por medio de muestras de biomasa colectadas en campo y el carbono se calculó de manera indirecta. En cuanto al almacén de carbono, la reserva presenta un promedio de 2.19±0.18 Mg C ha<sup>-1</sup>, mayor a lo reportado para otras zonas en México. Este carbono equivale a la retención de emisiones de CO<sub>2eq</sub> de 1.24 TgCO<sub>2eq</sub> del océano y la atmósfera. Los resultados del presente estudio indican que la Reserva es una zona con un alto almacén de carbono en México tanto por su extensión como por la biomasa generada, donde el tejido subterráneo aporta la mayor biomasa. Por lo que la Reserva debe mantener su estado actual de conservación.

**Palabras clave:** *carbono azul, biomasa; emisiones de CO<sub>2</sub>.*

## 2.15. Impacto antrópico en la biomasa fitoplanctónica de lagos kársticos, Chiapas, México

Rivera-Herrera Erika M.<sup>1</sup>; Vargas-Sánchez Mariana<sup>1</sup>; Alcocer Javier<sup>2</sup> y Oseguera-Pérez Luis A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, A.P. 70-305, DF 04510, Ciudad de México.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Limnología Tropical. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios No.1, Los Reyes Iztacala. 54090 Tlalnepantla, Estado de México, México.  
Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

Se evaluó la concentración de la biomasa fitoplanctónica de un conjunto de cuerpos acuáticos del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”, Chiapas. El objetivo fue realizar una comparación de la cantidad y la distribución de la biomasa fitoplanctónica a lo largo de la columna de agua para reconocer las diferencias entre los lagos impactados y los no impactados. Al mismo tiempo se midieron variables fisicoquímicas *in situ* y se identificó el estado trófico que presentaron los lagos. Para medir la biomasa fitoplanctónica se utilizó como variable la concentración de clorofila *a* (Clor-*a*). Los resultados muestran que la concentración de biomasa fitoplanctónica es mayor, entre 30 y hasta 80 veces, en los lagos impactados ( $36.0 \pm 13.6 \mu\text{g L}^{-1}$ ) y con la particularidad que la biomasa fitoplanctónica se encuentra ubicada predominantemente cerca de la superficie. La concentración de biomasa fitoplanctónica en los lagos no impactados es reducida ( $0.73 \pm 0.2 \mu\text{g L}^{-1}$ ) y los picos de biomasa se encuentran en la porción media de los lagos formando un máximo profundo de clorofila o bien cerca del fondo.

**Palabras clave:** *clorofila a; eutroficación; Montebello; México.*

## 2.16. Dinámica del carbono inorgánico disuelto en dos lagos tropicales de alta montaña

Jamet-Ardiles Ivan<sup>1</sup>, Alcocer Javier<sup>2</sup>, Ibarra-Morales Diana<sup>1</sup>, Oseguera Luis A.<sup>2</sup>, Cortés-Guzmán Daniela<sup>1</sup> y Cuevas-Lara Daniel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Limnología Tropical. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de Los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala. Tlalnepantla, CP 54090. Estado de México.

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

El Sol y La Luna son los únicos lagos tropicales de alta montaña (4,200 m s.n.m.) perennes en México. Están sujetos a condiciones extremas tales como temperatura baja, pH ácido y elevada radiación UV. Los lagos de alta montaña son considerados excelentes indicadores de cambio climático global debido a su sensibilidad alta a los cambios ambientales y a su rápida respuesta. Para poder reconocer las modificaciones derivadas del cambio global, se requiere primero contar con la línea base de las principales variables ambientales y su rango de variación natural. Por lo anterior y siendo una variable clave, el objetivo del presente trabajo fue registrar la dinámica espacial y temporal del carbono inorgánico disuelto (CID) en los lagos El Sol y La Luna, Nevado de Toluca, Estado de México. Se tomaron muestras de agua para analizar la concentración de CID. Adicionalmente se realizaron muestreos mensuales en donde se registraron perfiles a lo largo de la columna de agua de temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica ( $K_{25}$ ). Los lagos mostraron una marcada estacionalidad ambiental, con dos épocas reconocibles: una relativamente cálida de lluvias y la otra fría de secas. Las concentraciones de CID fueron intermedias en ambos lagos de acuerdo al rango observado en aguas superficiales; el promedio en El Sol fue de  $36.07 \pm 17.30 \text{ mg L}^{-1}$  en agua superficial y de  $31.04 \pm 9.30 \text{ mg L}^{-1}$  en agua de fondo. En La Luna los promedios fueron de  $17.04 \pm 15.70 \text{ mg L}^{-1}$  y  $30.25 \pm 19.60 \text{ mg L}^{-1}$ , para agua superficial y de fondo, respectivamente.

**Palabras clave:** CID; lagos volcánicos; Nevado de Toluca; México.

## 2.17. Distribución vertical de algunas variables del sistema de carbono Frente a Cabo Corrientes, Jalisco

Espinosa-Carreón T. Leticia<sup>1</sup>; Flores-Trejo Lorena<sup>1</sup>; Morales-Urbina Pedro<sup>1</sup>; Hernández-Ayón J. Martín<sup>2</sup>; Hernández-Becerril David U.<sup>3</sup>; Varona-Cordero Francisco<sup>4</sup> y Cecilia Chapa-Balcorta<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joaquín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. postal 70-305, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX. 04510, México.

<sup>4</sup>Centro de Estudios Geomáticos Ambientales y Marinos SA de CV.

<sup>5</sup>Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

Autor para correspondencia: leticiaesp@gmail.com

### Resumen

A bordo del B/O El Puma de la UNAM, se realizó en la misma estación oceanográfica frente a Cabo Corrientes, Jalisco el 20 y el 27 de abril de 2017, el registro de perfiles hidrológicos de temperatura, salinidad, clorofila, y la toma de muestras para la determinación de carbono inorgánico disuelto (CID), alcalinidad total (AT), pH y a partir de un software y ecuaciones se estimó la omega aragonita ( $\Omega_{Arag}$ ). Las masas de agua que se registraron fueron el Agua Tropical Superficial (ATS), Agua Subtropical Subsuperficial (AStSs), el Agua Intermedia del Pacífico (AIP) y el Agua Profunda del Pacífico (APP). Los perfiles verticales de temperatura, salinidad y clorofila fueron diferentes en las capas superficiales en ambas fechas de monitoreo, lo que sugiere una intensa surgencia costera el 20 de abril, con una disminución hacia el 27 de abril. A el AStSs se le asocian las altas concentraciones de CID (2274-2276  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ). Se registró una gran variabilidad de la  $\Omega_{Arag}$  en la columna de agua.

**Palabras clave:** *Océano Pacífico; tropical mexicano; carbono inorgánico disuelto; masas de agua; Jalisco.*

## 2.18. Comportamiento de procesos biogeoquímicos entre periodos de estiaje y lluvias en una laguna costera subtropical del Golfo de California

**Medina-Galván J.<sup>1</sup>**; Padilla-Arredondo Gustavo<sup>2</sup>; Osuna-Martínez Carmen C.<sup>1</sup> y Arreola-Lizárraga José A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Mazatlán, Sinaloa, México, Facultad de Ciencias del Mar, Paseo Clausen S/N Col. Los Pinos, Mazatlán, Sinaloa, México C.P. 80000.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Unidad Sonora, Km 2.3 Carretera a Las Tinajas, Predio El Tular s/n, Guaymas, Sonora, México, CP 85454.

Autor para correspondencia: aarreola04@cibnor.mx

### Resumen

La comprensión de procesos biogeoquímicos, permite entender procesos ecológicos y apoyar la gestión ambiental en lagunas costeras. El objetivo de este estudio fue estimar los flujos de nutrientes y el metabolismo neto en la laguna El Tóbari, un sistema eurihalino de región semi-árida subtropical en el Golfo de California. Se hizo un levantamiento batimétrico del sistema y se realizaron muestreos del agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos, amonio y ortofosfato) en estiaje (junio) y lluvias (septiembre) en sitios ubicados en la laguna y el mar adyacente. Los flujos de nutrientes y el metabolismo neto del ecosistema fueron estimados con el modelo biogeoquímico LOICZ. Las concentraciones y los flujos de nutrientes se incrementaron en el periodo de lluvias (septiembre) con respecto al estiaje (junio). En la laguna, dominaron los procesos de desnitrificación y metabolismo autótrofo con mayores tasas durante el periodo de lluvias. Las tasas de renovación del agua fueron < 12 días indicando que la laguna tiene buena capacidad para diluir, asimilar y transformar nutrientes.

**Palabras clave:** *laguna costera; flujos de nutrientes; metabolismo neto.*

## 2.19. Almacenes de carbono aéreo en manglares de Cozumel: potencial contra el cambio climático

Cinco-Castro Siuling<sup>1</sup>; Herrera-Silveira Jorge A.<sup>1</sup>; Caamal-Sosa Juan P.<sup>1</sup>; Mendoza-Martínez Juan E.<sup>1</sup>; Zenteno-Díaz Karla<sup>1</sup>; Us-Balam Heimi<sup>1</sup>; Pech-Poot Eunice<sup>1</sup>; Erosa-Angulo Judith<sup>1</sup> y Pérez-Martínez Oscar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Producción Primaria, Recursos del Mar, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional - Unidad Mérida. Carretera Antigua a Progreso Km 6, CP 97310, Mérida, Yucatán, México.  
Autor para correspondencia: siuling.cinco@cinvestav.mx

### Resumen

En la Península de Yucatán se encuentra más del 50% de los manglares de México, los cuales responden una gran variedad de características ecológicas. Entre ellos se incluyen los manglares de Cozumel, la isla más grande de la región. Estos ecosistemas proveen una gran cantidad de servicios ambientales relacionados derivados principalmente de la captura y almacén de carbono, contribuyendo así a la mitigación, adaptación y disminución de la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. Con base en lo anterior, la finalidad de este estudio es estimar el carbono aéreo almacenado en los manglares de la isla de Cozumel, Q. Roo, para lo cual se registraron las características hidrológicas y ecológicas distribuidas en 7 sitios. Se utilizó la metodología de Kauffman *et al.* (2013) para la estimación de carbono. El almacén de carbono aéreo promedio en los manglares de Cozumel es de  $37.6 \pm 29.6$  Mg C ha<sup>-1</sup>, del cual la biomasa de árboles aporta el 90%. El conocimiento de la manera en la que se distribuyen los almacenes de carbono en cada uno de los componentes y la distribución espacial de los mismos es una herramienta que permite tomar decisiones para la priorización de actividades y de sitios sujetos a conservación y/o restauración.

**Palabras clave:** manglares; carbono aéreo; cambio climático; Cozumel.

## 2.20. Flujos de CO<sub>2</sub> océano-atmósfera frente a la desembocadura del río Balsas, México (Pacífico tropical nororiental)

De la Cruz-Ruiz A. Itahi<sup>1</sup>; Espinosa-Carreón T. Leticia<sup>1</sup>; Álvarez-Borrego Saúl<sup>2</sup>; Coronado-Álvarez Lourdes<sup>2</sup>; Flores-Trejo Lorena<sup>1</sup>; Hernández-Ayón J. Martín<sup>3</sup>; Chapa-Balcorta Cecilia<sup>4</sup> y Hernández-Becerril David U<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joaquín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.

<sup>2</sup>Departamento de Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Enseñanza Superior de Ensenada. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, Ensenada, CP 22860, Baja California, México.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

<sup>4</sup>Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

<sup>5</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. postal 70-305, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX. 04510, México.

Autor para correspondencia: itahi.dlc@gmail.com

### Resumen

Se reportan los resultados de flujos de carbono (FCO<sub>2</sub>) en el sistema océano-atmósfera en una región del Pacífico nororiental, donde desemboca el río Balsas, calculados a partir de datos de carbono inorgánico disuelto (CID) y alcalinidad total (AT), variables que fueron cuantificadas de alícuotas obtenidas de cuatro estaciones a bordo en un crucero oceanográfico en abril de 2017. En esta área se encontró presencia, hasta los 100 m de profundidad, del Agua Tropical Superficial (ATS) y del Agua Subtropical Subsuperficial (AStSs). Se encontró que esta zona del Pacífico se comportó como un emisor de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera en las estaciones más cercanas a la costa (2.71 y 5.31 mmol C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>), mientras que en las estaciones más oceánicas los valores fueron ligeramente positivos (0.74 y 0.54 mmol C m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>), esto por la presencia de surgencias costeras en el área para esta época del año.

**Palabras clave:** *flujos de CO<sub>2</sub>; surgencias costeras; Pacífico nororiental; Río Balsas.*

## 2.21. Carbono orgánico particulado fitoplanctónico de tres lagos urbanos hipereutróficos: Bosque de Chapultepec, Ciudad de México

Fernández Rocío<sup>1</sup>; Oseguera Luis A.<sup>1</sup> y Alcocer Javier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Limnología Tropical. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1. Los Reyes Iztacala 54090, Tlalnepantla. Estado de México.  
Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

Los tres lagos de Chapultepec son cuerpos acuáticos urbanos que han permanecido hipereutróficos desde hace décadas. A pesar de ello, se desconoce la magnitud y dinámica temporal del carbono orgánico particulado (biomasa) fitoplanctónico de sus aguas. Para lo anterior, en el presente trabajo se estimó el COP a través del cálculo del biovolumen fitoplanctónico y su transformación a carbono. El fitoplancton dominante del Lago Viejo estaba constituido por cianobacterias (*Microcystis* spp.) y clorofitas (*Scenedesmus* spp.) con valores de COP estimados entre 4500 y 9000  $\mu\text{g C L}^{-1}$ . Sin embargo, las autoridades del Bosque de Chapultepec aplicaron un tratamiento con alguicidas y las cianobacterias prácticamente desaparecieron dominando las clorofitas. El fitoplancton del Lago Mayor estaba dominado por cianobacterias hasta que se aplicó también un tratamiento con alguicidas que las eliminó y fueron sustituidas por clorofitas. Los valores de COP en este lago fluctuaron de 3000 a 7000  $\mu\text{g C L}^{-1}$ . De la misma manera, en el Lago Menor dominaron las cianobacterias hasta que se llevó a cabo un programa de limpieza que consistió en desecarlo. Los valores de COP en el Lago Menor eran  $\sim 5000 \mu\text{g C L}^{-1}$ . Los valores elevados de COP fitoplanctónico en los lagos de Chapultepec confirman su estado hipertrófico. La aplicación del alguicida como medida de control no modificó la magnitud del COP fitoplanctónico, solo promovió la sucesión de cianobacterias a clorofitas.

**Palabras clave:** COP; biovolumen; lagos urbanos; Ciudad de México; *Microcystis*; *Scenedesmus*.

## 2.22. Variación de la turbidez del agua por acción del viento y los ríos, costa de Nayarit

Romero-Rodríguez Deisy A.<sup>1</sup>; Soto-Mardones Luis A.<sup>2</sup> y Cepeda-Morales Jushiro<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo, CP. 63155. Tepic, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, Departamento de Física, Universidad de Bio-Bío, Av. Collao 1202, casilla 5-C, CP. 4081112. Concepción, Chile.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Nayarit, Ciencias Biológicas, Agropecuarias y Pesqueras, Km. 9 Carretera Tepic-Compostela, CP. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

Autor para correspondencia: deisy.romero@uan.edu.mx

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la variabilidad espacial y temporal de la turbidez del agua en la costa centro-occidental de México. Se analizó el efecto de la precipitación, el esfuerzo del viento y el caudal de los ríos Baluarte, Las Cañas, Acaponeta, San Pedro y Santiago, en la modulación del desarrollo de la turbidez, entre el período de 1998 a 2017. El Índice Multivariado de El Niño Oscilación Sur fue utilizado para identificar la variabilidad atmosférica y relacionarla con anomalías de la turbidez. El esfuerzo del viento fue el principal modulador de la turbidez en la región sur y la descarga de los ríos fue el principal modulador en la región norte. El esfuerzo del viento explicó el 76% de la variabilidad de la turbidez, mientras que, la descarga de los ríos explicó el 8%. La turbidez se intensificó tanto en fenómenos El Niño como La Niña, a través de la alteración en el campo de vientos y la precipitación. Los resultados permiten avanzar en la comprensión de las interacciones que se presentan entre las cuencas costeras y el océano, y que resultan de vital importancia para la conservación de los recursos marinos.

**Palabras clave:** *color del océano; reflectancia satelital; precipitación; marismas nacionales; costa centro-occidente de México.*

## 2.23. Estado trófico del estero El Soldado, Sonora, México

Mata-Ángeles Jesús A.<sup>1</sup>; Casillas-Hernández Ramón; Ruiz-Ruiz Thelma M.<sup>2</sup> y Arreola-Lizárraga José A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Boulevard 5 de Febrero 818 Sur, Cd. Obregón, Sonora, México, CP 85000.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Unidad Sonora, Km 2.3 Carretera a Las Tinajas, Predio El Tular s/n, Guaymas, Sonora, México, CP 85454.

Autor para correspondencia: aarreola04@cibnor.mx

### Resumen

El estado trófico se define como el suministro de materia orgánica de un ecosistema. Este estudio presenta el estado trófico del estero El Soldado (Sonora, México), durante el periodo junio 2016 - agosto 2017. En los muestreos se registraron temperatura, salinidad, oxígeno disuelto del agua y pH, y se tomaron muestras de agua para determinar las concentraciones de nitritos, nitratos, amonio y ortofosfato y clorofila “a”. El estado trófico se estimó mediante el índice TRIX. Se aplicó un análisis de varianza no paramétrico (ANOVA) con una significancia de  $p < 0.05$  para comparar los valores del estado trófico entre los meses del año. El índice TRIX mostró que el estero El Soldado tiene un estado oligotrófico la mayor parte del año y un estado mesotrófico ocurre principalmente en meses de invierno.

**Palabras clave:** *laguna costera; estado trófico; calidad del agua.*

## 2.24. Transporte de carbono inorgánico a lo largo del Río Usumacinta, SE México

Cuevas-Lara Daniel<sup>1</sup>; Alcocer Javier<sup>2</sup>; Oseguera-Pérez Luis A.<sup>2</sup>; Soria-Reinoso Ismael<sup>1</sup>; Cortés-Guzmán Daniela<sup>1</sup>, Merino-Ibarra Martín<sup>3</sup>; Ramírez-Zierold Jorge<sup>3</sup> y Díaz-Valenzuela Julio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C. P. 04510, Ciudad de México.

<sup>2</sup>Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C. P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

<sup>3</sup>Unidad Académica de Ecología y Biodiversidad Acuática, ICMYL, Universidad Nacional Autónoma de México. AP. 70-303, Ciudad de México 04510, México

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

### Resumen

El papel activo de los sistemas acuáticos epicontinentales en el ciclo y balance de carbono local y global ha sido reconocido en los últimos años. Las concentraciones y flujos de carbono inorgánico particulado (CIP) y disuelto (CID) del río Usumacinta, el principal sistema fluvial tropical de México, fueron evaluados para conocer los cambios estacionales (temporada de lluvias TL y secas TS) y a lo largo del sistema fluvial. Las concentraciones de las dos fracciones del carbono inorgánico (CI) tuvieron una dinámica estacional opuesta, es decir, mientras que el CID disminuye durante la TL el CIP aumenta y viceversa en la TS. El valor máximo promedio de CIP fue de  $0.67 \pm 0.49$  mg C L<sup>-1</sup> y de CID  $36 \pm 5.3$  mg C L<sup>-1</sup>. Los flujos de CI señalan que el río Usumacinta tiene una contribución alta de carbono a las costas del Golfo de México, de acuerdo a su descarga de agua.

**Palabras clave:** *río tropical; CIP; CID, flujos de carbono fluvial; Chiapas; Tabasco.*

## 2.25. Secuestro de carbono en el sedimento y producción de biomasa en manglares asociados al gradiente ambiental de un río en Los Pantanos de Centla

Chavez Barrera J, C.<sup>1</sup>, Agraz Hernández C M.<sup>2</sup>, Konde Medina K P.<sup>3</sup>, Chan Keb C A.<sup>3</sup>, Reyes Castellanos J E.<sup>2</sup>, Ostin Saens J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maestría multidisciplinaria para el manejo de la zona costero-marina, Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Autónoma de Campeche

<sup>2</sup>Laboratorio de humedales costeros, Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Autónoma de Campeche

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche

Correo de contacto: al048930@uacam.mx

### Resumen

Esta investigación estableció los factores ambientales clave para el secuestro de carbono en los manglares del río San Pedro y San Pablo, Tabasco. Esto mediante la evaluación de la biomasa y densidad de la madera en árboles vivos en 10 sitios, así como los parámetros fisicoquímicos y nutrientes en el agua intersticial y sedimento. Se definieron tres escenarios ambientales aplicando un análisis de clúster, con diferencias en la dominancia de especies de mangle ( $p < 0.05$ ), almacén de carbono en el sedimento ( $p = 0.029$ ) y biomasa ( $p < 0.05$ ). Un análisis de componentes principales explica el 78.3% del comportamiento de los datos, condiciones de mayor salinidad para la producción de biomasa en *Avicennia germinans*. En el caso de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* se define con la alta concentración del carbono y nitrógeno en el sedimento. Se observó la sustitución en la producción de biomasa de *R. mangle* por *L. racemosa*, atribuido a la menor densidad de la madera de *L. racemosa* ( $p < 0.0001$ ), factor que favorece su rápido crecimiento ante a los cambios ambientales, debido a la deforestación y descargas de nutrientes. Se determinó que el almacenamiento de carbono en el sedimento depende de la fuente de materia orgánica y las condiciones oxido-reducción, validado esto por la relación entre el porcentaje de carbono orgánico ( $\%C_{org}$ ) y el potencial redox del agua intersticial ( $r = -0.65$ ) y el mínimo  $\%C_{org}$  en sitios con alta concentración sulfatos y dominados *A. germinans*.

**Palabras claves:** *carbono; manglares; nutrientes; sedimento; Centla.*

## 2.26. Parámetros fotosintéticos en las regiones de Perdido y Coatzacoalcos en el Golfo de México, durante invierno y primavera 2016 y verano 2018

Lara-Lara J. R.<sup>1</sup>; Mercado A.<sup>1</sup>; de la Cruz M.<sup>1</sup>; Bazán C.<sup>1</sup>; Mirabal U.<sup>1</sup>; Mariano M.<sup>1</sup>; Linacre L.<sup>1</sup> y Sánchez C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Carretera Ensenada-Tijuana, No. 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C. México.

Autor para correspondencia: rlara@cicese.mx

### Resumen

Con el propósito de entender los cambios en la biomasa y producción del fitoplancton, de las cuencas de Perdido y Coatzacoalcos, en el Golfo de México, así como el impacto potencial de derrames de petróleo, y su posible impacto en la trama trófica de la zona, es necesario contar con información en diversas escalas de variabilidad temporal y espacial, para tal fin es necesario el uso de sensores remotos para la estimación de la PP ( $PP_{sat}$ ). Para convertir datos absolutos de biomasa del fitoplancton (v.gr. Chl $a$ ) a una tasa (v.gr. PP). Los modelos Satelitales requieren de información sobre parámetros ecofisiológicos del fitoplancton (coeficiente de máxima utilización de luz:  $\alpha^B$ ; tasa fotosintética máxima normalizada por clorofila:  $P^B_{max}$ , irradianza de saturación:  $E_k$ ). Los cuales se obtienen con experimentos *in vitro* denominados curvas fotosíntesis-irradiancia (P-E, por sus siglas en inglés). En cuanto a las condiciones fisiológicas de la comunidad fitoplanctónica, estudiadas a través de las curvas fotosíntesis-irradiancia, encontramos que los parámetros fotosintéticos también presentaron variación entre áreas y entre cruceros, los valores mayores se midieron durante primavera.

**Palabras clave:** *Cuencas de Perdido y Coatzacoalcos; Golfo de México; parámetros fotosintéticos; productividad primaria satelital.*

## 2.27. Producción fitoplanctónica en las regiones de Perdido y Coatzacoalcos del Golfo de México durante invierno y primavera 2016 y verano 2018

Mirabal U.<sup>1</sup>; Lara-Lara J. R.<sup>1</sup>; Mercado A.<sup>1</sup>; de la Cruz M.<sup>1</sup>; Bazán C.; Mariano M.<sup>1</sup>; Linacre L. y Sánchez C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Carretera Ensenada-Tijuana, No. 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C. México.

Autor para correspondencia: rlara@cicese.mx

### Resumen

Con el propósito de entender las respuestas de los potenciales impactos de los derrames de petróleo en la biomasa (Cl<sub>a</sub>) y las tasas de producción del fitoplancton (PP) en las regiones de Perdido y Coatzacoalcos en el Golfo de México (GoM), se realizaron tres campañas oceanográficas. Para tal fin, se hicieron experimentos de producción primaria *in situ*, en las dos primeras campañas en invierno y verano se utilizó el método del radiocarbono (<sup>14</sup>C) y en la última en primavera, el método del isótopo estable (<sup>13</sup>C). Las tasas de PP variaron desde 55 a 158 mg C m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>, siendo mayores a finales de invierno, el promedio de la clorofila *a* integrada a través de la zona eufótica, fue similar en ambas zonas, 37 ± 5.3 mg m<sup>-2</sup> en la región de Perdido y 38.6 mg m<sup>-2</sup> en Coatzacoalcos, de igual manera, las tasas integradas diarias de la producción del fitoplancton fueron similares, alrededor de 71 mg C m<sup>-3</sup> día<sup>-1</sup>, estos valores son alrededor del 30% de ambientes en sistemas de surgencias. El principal factor de esta variabilidad son las variaciones en la profundidad de la capa de mezcla y la poca disponibilidad de nutrientes nuevos para realizar la fotosíntesis, situaciones típicas en ambientes oligotróficos.

**Palabras clave:** *derrames petróleo; productividad fitoplancton; clorofila; Golfo de México.*

## 2.28. Intensificación en el patrón estacional de la materia particulada en hundimiento en Cuenca Alfonso, Golfo de California, y el impacto del ciclón tropical “Lidia”

Aguirre-Bahena Fernando<sup>1</sup>; Lara-Lara Ruben<sup>2</sup>; Pérez-Burguez Mara Y.<sup>3</sup>; González-Rodríguez Eduardo<sup>2</sup> y Ulloa-Todasky Nathalia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Av. IPN s/n Col. Playa Palo de Santa Rita, CP 23096, La Paz B.C.S. México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur Km 5.5., Apartado Postal 19-B, C.P. 23080, La Paz, B.C.S.

Autor para correspondencia: faguirre@ipn.mx

### Resumen

De 2002 a 2012 se documentó la variabilidad en la magnitud y composición de la materia en hundimiento en Cuenca Alfonso, Bahía de La Paz. No se evidenció un patrón estacional, aunque los flujos de masa total (FMT) y carbono orgánico ( $fC_{org}$ ), fueron más altos en otoño-invierno, con valores promedio de 0.82 y 0.049  $g\ m^{-2}d^{-1}$ . En contraste, durante primavera-verano éstos fueron de 0.45 y 0.039  $g\ m^{-2}d^{-1}$ . En este periodo, ocasionalmente, se registraron flujos cercanos a cero, particularmente en junio y julio. También, se cuantificó el impacto de los ciclones que arriban a la bahía. El FMT y  $fC_{org}$  alcanzaron valores promedio de 2.99 y 0.121  $g\ m^{-2}d^{-1}$ . Ahora, después de cuatro años, se instaló en 2016 y se recuperó una trampa de sedimentos en 2017. Los datos recientes revelan un periodo largo con FMT mínimos de  $73 \times 10^{-6}\ g\ m^{-2}d^{-1}$ , que se extendió desde febrero hasta septiembre 2017. El resto del tiempo los FMT y  $fC_{org}$  tuvieron valores de 0.40 y 0.034  $g\ m^{-2}d^{-1}$ . Los flujos bajos se interrumpieron con la llegada de la tormenta “Lidia” el 1° de septiembre de 2017. Los FMT y  $fC_{org}$  se incrementaron a 1.32 y 0.061  $g\ m^{-2}d^{-1}$ . Los datos satelitales registraron anomalías positivas de temperatura del mar de 4°C en 2014, coincidentes con anomalías negativas de clorofila ( $\sim 1\ mg\ m^{-3}$ ). En 2019 se recuperará otra serie de muestras que permitirá conocer si este evento de flujos bajos fue excepcional o el inicio de una intensificación del patrón estacional de la materia en hundimiento.

**Palabras clave:** *flujos verticales de carbono orgánico; materia particulada en hundimiento; Cuenca Alfonso Time-Series Station; trampas de sedimentos.*

## 2.29. Cambios en la química del Carbono Inorgánico Disuelto en ausencia y presencia de aguas caribeñas en el interior del Golfo de México

Cervantes-Díaz G. Y.\*<sup>1,2</sup>, Hernández-Ayón J. Martín<sup>2</sup>; Zirino Alberto<sup>4</sup>, Camacho-Ibar Víctor<sup>4</sup> y Delgado Juan A.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Apartado postal 453, Ensenada, CP 22800, Baja California, México.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Apartado postal 453, Ensenada, CP 22800, Baja California, México.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Guaymas/ Tec. Nacional de México, Guaymas, Sonora, México.

<sup>4</sup>Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, 9500 Gilman Drive, La Jolla, California 92093, USA.

Autor para correspondencia: gabita23@gmail.com; jmartin@uabc.edu.mx.

### Resumen

El Golfo de México (GM) presenta una hidrodinámica muy compleja en las aguas superficiales, con procesos de mesoescala que modulan la circulación y los tiempos de residencia de estos grandes volúmenes de agua que ingresan a través del canal de Yucatán. De ahí que la biogeoquímica y el intercambio océano-atmósfera puedan estar sujetos a la regulación de los cambios en renovación de estas masas de agua. En este trabajo se discuten los resultados de las campañas denominadas XIXIMI's realizadas en los periodos del 2010 al 2016. Se observó que durante las estaciones de verano (2011, 2015 y 2016) la presencia de aguas cálidas (27-32 °C), de menor densidad ( $< 24 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) y con bajas concentraciones de carbono inorgánico disuelto (CID  $< 2080 \mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en los primeros 90 m de la columna de agua. Estas características se asocian con aguas de origen caribeño asociadas al Agua Superficial del Caribe (CSW; por sus siglas en inglés), las cuales son transportadas por la Corriente del Lazo (CL) hacia el interior del golfo. En cuanto a los meses de otoño-invierno, cuando la CL se retrae se observan aguas más frías ( $< 26.8 \text{ °C}$ ), de mayor densidad ( $> 24.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) y con mayores concentraciones de CID ( $> 2080 \mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) cercas de la superficie ( $\sim 70 \text{ m}$ ). Estas características se asocian a la presencia del Agua Común del Golfo (GCW; por sus siglas en inglés) la cual se detecta desde superficie hasta los 200 m de profundidad.

**Palabras clave:** CID; CL; CSW y GCW.

## 2.30. Estado de saturación del aragonita en la Plataforma de Yucatán, México

**Barranco-Servín Linda M.<sup>1</sup>**; Hernández-Ayón J. Martín<sup>1</sup>; Aguilar-Trujillo Ana<sup>2</sup>; Herrera-Silveira Jorge<sup>2</sup> y Pech Daniel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Instituto Politécnico Nacional (Unidad Mérida)

<sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur (Unidad Campeche).

Autor de correspondencia: jmartin@uabc.edu.mx

### Resumen

Existe una relación positiva entre el estado de saturación del aragonita ( $\Omega_{ar}$ ) y la tasa de calcificación marina, por lo que esta variable puede ser utilizada como un proxy donde los valores del  $\Omega_{ar} > 1.0$  se consideran como óptimos para la formación de estructuras de carbonato de calcio (precipitación) y un  $\Omega_{ar} < 1.0$  favorecerá a la disolución. Con base a lo anterior, en este trabajo se explora la variabilidad espacial y temporal (meses de agosto y noviembre) del  $\Omega_{ar}$  en el mar de la Plataforma de Yucatán. Los principales resultados sugieren que durante el mes de agosto, el  $\Omega_{ar}$  en el agua de mar es alto ( $> 3$ ), con condiciones homogéneas superficiales. A nivel de fondo un gradiente costa-océano fue observado, con valores más altos en la costa y disminuyendo hacia la parte oceánica, producto del incremento de la profundidad y la advección de masas de agua con mayores concentraciones carbono orgánico disuelto y bajo pH, pero sin descender de manera drástica. Un escenario diferente se observó en noviembre, donde el  $\Omega_{ar}$  fue menor respecto a agosto, registrándose valores incluso cercanos a 1.0. Esto puede ser el resultado de la descarga submarina de aguas subterránea durante este mes, agua que tiene altas concentraciones de carbono inorgánico disuelto, bajo oxígeno y pH. Es importante destacar que estos resultados sugieren que los organismos pueden estar expuestos naturalmente a condiciones de subsaturación del aragonita de manera temporal.

**Palabras clave:** *aragonita; estado de saturación; plataforma de Yucatán.*

## 2.31. Carbono orgánico particulado en el pelagial oceánico, entre partículas envueltas por membranas e hidrogeles

Valdés Paola<sup>1</sup>; Almeda Cesar<sup>1</sup> y Maske Helmut<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE, Ensenada, B.C.

### Resumen

Del CO<sub>2</sub> antropogénico derivado de la quema de hidrocarburos fósiles,  $\frac{1}{4}$  es secuestrado por los océanos. El proceso de secuestro dominante es la ‘bomba biológica’, el hundimiento de carbono orgánico particulado (COP) desde la capa superficial hacia el fondo del océano. Durante su hundimiento la mayor parte del COP es oxidado por microbios. Las propiedades físicas y químicas del COP determinan la tasa de hundimiento y su consumo por los microbios y, por consiguiente, la eficiencia de la bomba biológica. El COP se puede dividir en dos componentes; partículas envueltas en membrana, como células vivas y muertas o heces fecales, e hidrogeles. Una fracción de los hidrogeles está representada por las partículas exopoliméricas transparentes (TEP en inglés) y en la literatura se indica que la materia que los forma son producto de la exudación de fitoplancton y bacterias. Las TEP se encuentran en aguas marinas y se distribuyen en toda la columna de agua. En este trabajo, se pudo documentar que una clase de hidrogeles se forma espontáneamente a partir de la materia orgánica disuelta (MOD) en todas las profundidades en escalas de tiempo de horas o menos. Este Hidrogel, que tiene alta razón molecular de carbono/nitrógeno, representa una fracción importante del COP entre 10 y 90%. Los experimentos realizados consistieron en re-filtraciones de la misma muestra y el COP encontrado en los filtrados se interpretó como hidrogel después de realizar una corrección por bacterias presentes en el filtrado y la adsorción de MOD en la superficie de los filtros.

**Palabras clave:** COP; hidrogel.

## 2.32. Caracterización de la red microbiana en una estación (Ensenada) representativa de la corriente de California

Villegas-Mendoza Josué Rodolfo<sup>1</sup>; Ruíz-de la Torre Mary Carmen<sup>1</sup>; Rodríguez Escobar Diana Laura<sup>1</sup> y Hernández-Ferreira Juventino José<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California

Autor para correspondencia: jvillegas18@uabc.edu.mx

Estudiar el papel de las comunidades microbianas en el ecosistema marino es fundamental para la cuantificación del flujo de energía a través de los diferentes niveles de la red trófica y para comprender el funcionamiento de los distintos ciclos biogeoquímicos marinos, por ejemplo; el ciclo del carbono, el del nitrógeno y el del azufre. Estudios sobre la actividad metabólica, específicamente sobre las tasas respiratorias de las comunidades microbianas marinas son escasos. Este trabajo tuvo como objetivo estimar las tasas de respiración (tasas de consumo de oxígeno) de la comunidad microbiana así como cuantificar la abundancia de procariotas marinos, abundancia de fitoplacton y la concentración de clorofila durante dos campañas oceanográficas 2018-2 y 2019-1 a bordo del buque “Farías” en la Bahía Todos Santos. Se colectaron muestras de agua mar mediante botellas oceanográficas Niskin en diferentes profundidades (superficie, 10, 35, 65 y 85 metros). Las muestras para estimar las tasas de consumo de oxígeno de la comunidad microbiana total fueron colectadas directamente en botellas BOD (150 ml), mientras que las muestras colectadas para estimar las tasas de consumo de oxígeno de los procariotas se pre-filtraron (1  $\mu\text{m}$  de poro). Todas las botellas BOD fueron previamente lavadas con peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$  al 3%) y se les colocaron parches sensibles al oxígeno (SP-PSt3-NAU-YOP), se analizaron con el sistema Fibox 4 de PreSens (Regensburg, Germany). Todas las incubaciones se realizaron a una sola temperatura (18 °C) en oscuridad. La abundancia bacteriana y de fitoplacton se determinó por microscopía y la concentración de clorofila por espectrofotometría. La actividad respiratoria en general estuvo dominada por la respiración procariota. La mayor actividad respiratoria se observó en los primeros 50 metros de la columna de agua. Nuestros resultados sugieren que la actividad respiratoria se encuentra relacionada con la productividad propia en cada profundidad ya que el incremento en la concentración de sustrato estaría influenciando positivamente el crecimiento y la respiración de las distintas comunidades microbianas. Sin embargo, se debe considerar el papel de fagos y pastoreadores en la regulación de la biomasa y actividad de estas comunidades microbianas, las cuales aparentemente se encontraron dominadas por la actividad de procariotas heterótrofos.

**Palabras clave:** *corriente de California; comunidad microbiana; actividad respiratoria.*

## 2.33. Monitoreo del sistema del dióxido de carbono en sitios ostrícolas

**Oliva Méndez Norma Lidia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de Baja California  
Autor para correspondencia: norma.oliva@gmail.com

### Resumen

La disolución del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) antropogénico en el agua de mar disminuye el pH y la concentración del ion carbonato. Esta reducción del pH por el aumento de las concentraciones del ion hidrógeno, se denomina acidificación de los océanos. Una de las especies de carbonato susceptible a los efectos de la acidificación es la aragonita, el cual es un componente estructural de los moluscos, corales y otros organismos calcificadores. En Baja California se localizan sitios ostrícolas que podrían ser sensibles a la presencia de aguas con bajos valores de aragonita. Los ostricultores de esta zona informan continuamente del poco éxito en la producción de larvas de ostión comercial *Crassostrea gigas*. La información que puede obtenerse con monitoreos del sistema del ( $\text{CO}_2$ ) es valiosa y necesita de extenderse a fin de poder asesorar al sector ostrícola de la región, se sugiere continuar. Arbolitos, por ejemplo, es el único sitio en todo México en el que se tiene la información de un monitoreo quincenal de las condiciones de pH desde el 2009. En ese sitio se han reportado valores de aragonita cercanos a 1. Estos valores podrían no ser óptimos para el crecimiento y desarrollo de organismos que requieren este tipo de carbonato para su desarrollo.

**Palabras clave:**  $\text{CO}_2$ ; Baja California; sitios ostrícolas.

## 2.34. Variación temporal del pH y la temperatura en dos regiones coralinas de Bahías de Huatulco

Chapa-Balcorta Cecilia<sup>1</sup>; Pech Daniel<sup>2</sup>; Hernández-Ayón José M.<sup>3</sup>; López-Pérez Andrés<sup>4</sup> y Calderón-Aguilera Luis E.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Recursos. Universidad del Mar. Ciudad Universitaria S/N, CP 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias en la Sustentabilidad, El Colegio de la Frontera Sur. Avenida Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial Lerma, CP 24500, Campeche, Campeche, México.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917, CP 22860, Ensenada, Baja California. Autor para correspondencia: cecychb@angel.umar.mx

<sup>4</sup>Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, San Rafael Atlixco #186, Vicentina, 09340 Ciudad de México, México.

<sup>5</sup>Departamento de Ecología Marina, Laboratorio de Ecología de la Zona Costera y pesquerías. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada. -Tijuana No. 3918, CP 22860 Ensenada, Baja California, México. Autor para correspondencia: cecychb@angel.umar.mx

### Resumen

La región de estudio se encuentra dentro del Golfo de Tehuantepec, el cual es un laboratorio natural para el estudio de la acidificación del océano, ya que algunas regiones ya presentan valores de pH menores a lo esperado para el océano global en 2100 según el Panel intergubernamental del Cambio Climático. Se presenta el resultado de un monitoreo costero en playas La Entrega y Maguey y se discuten algunos elementos necesarios para realizar estudios de vulnerabilidad. La región presenta bajos valores de pH (<8) y baja temperatura (<25°C) durante la temporada de vientos Tehuanos, en la cual el agua subsuperficial subtropical, con bajo pH que alcanzan las regiones donde se distribuyen las comunidades coralinas. Esto sugiere una amenaza para estas comunidades. Sin embargo, aún no se cuenta con la información suficiente de las magnitudes, y variabilidad de las amenazas, sensibilidad de los corales y capacidad de recuperación como para hacer un diagnóstico integral. La progresiva pero débil disminución de la temperatura en el largo plazo sugieren una ligera acidificación en el futuro.

**Palabras clave:** *carbono; biogeoquímica; acidificación; vulnerabilidad.*

## 2.35. Variación de temperatura superficial del mar y clorofila-a en costas del centro de Veracruz, México

Chamlaty-Fayad Yusef Elip<sup>1</sup>; Cepeda-Morales Jushiro A.<sup>2</sup> y Martínez-Serrano Ibiza<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Posgrado Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Lomas del Estadio S/N, Col. Zona Universitaria, CP 91000, Xalapa, Veracruz.

<sup>2</sup>Laboratorio de Percepción Remota Satelital de Ecosistemas Costeros y Oceánicos. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, CP 63150, Tepic, Nayarit.

<sup>3</sup>Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Lomas del Estadio S/N, Col. Zona Universitaria, CP 91000, Xalapa, Veracruz.

Autor para correspondencia: yuschamlaty@gmail.com

### Resumen

Factores oceanográficos como la temperatura del mar y la biomasa del fitoplancton tienen gran importancia ecológica dentro de los ambientes marinos, ya que controlan procesos físicos, biogeoquímicos y biológicos como la fotosíntesis del fitoplancton, descomposición de materia orgánica y ciclos biogeoquímicos, lo cual influye en la biodiversidad marina. Se analizó la variación de la temperatura superficial del mar, la concentración de clorofila-a y la magnitud del viento frente a costas del centro de Veracruz, con datos de 2003 a 2018 mediante información de percepción remota satelital del sensor MODIS de las plataformas AQUA y TERRA. La climatología mensual mostró una variación de  $\sim 8^{\circ}\text{C}$  durante todos los años. Se presentaron aguas más cálidas en el verano (mayo a octubre) en temporada de “Lluvias”, con un rango de 26 a  $30^{\circ}\text{C}$ , principalmente en zonas situadas más al sur latitudinalmente. Posteriormente, durante los meses de noviembre a febrero (“Nortes”), ocurrió una transición de aguas más frías ( $22\text{-}23^{\circ}\text{C}$ ) provenientes del Norte. Los datos de clorofila-a mostraron un patrón de alta heterogeneidad durante todos los años. Los valores mínimos se observaron durante el periodo de “Secas” (primavera), incrementando durante “Lluvias”, debido a descargas pluviales. Las concentraciones más elevadas ( $\sim 4\text{ mg/m}^3$ ) se presentaron durante la temporada de “Nortes”, relacionado al incremento en las velocidades del viento y eventos de surgencia, lo cual mueve la columna de agua llevando materia orgánica y nutrientes desde el fondo a disposición de los organismos fitoplanctónicos. Los valores de temperatura, clorofila-a variaron de manera longitudinal entre la zona costera y oceánica.

**Palabras clave:** *ciclo biogeoquímico; climatología; corrientes marinas; fitoplancton; percepción remota satelital.*

## 2.36. Condiciones hidrográficas de la plataforma continental de Nayarit en el límite norte del Pacífico Oriental Tropical Mexicano: 2017-2018

Martínez-López Anadely<sup>1</sup>; Cepeda-Morales J.<sup>1</sup>; Inda-Díaz E.<sup>1</sup>; Romero-Bañuelos C.<sup>1</sup>; Soto-Mardones L.<sup>1</sup>; Palomino-Hermosillo A.<sup>1</sup> y Hernández-Almeida O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UAN

Autor para correspondencia: anadelyml@gmail.com

### Resumen

La plataforma continental de Nayarit se ubica en el límite norte del Pacífico Oriental Tropical Mexicano. Una región transicional sujeta al efecto de numerosos procesos oceanográficos. A pesar de ser parte de la boca del Golfo de California, pocos estudios se han llevado. Por lo cual se llevó a cabo la caracterización hidrográfica de plataforma continental de Nayarit. Los datos se obtuvieron mediante lances con sondas CTD sobre 12 puntos de muestreo a lo largo de un transepto perpendicular a la costa durante los periodos 6-8 de febrero de 2017 (invierno 2017), 29-31 de mayo de 2017 (primavera 2017) y 7-9 de mayo de 2018 (primavera 2018) a bordo del B/O Don Emilio M. González. Para invierno 2017, se identificó la presencia de Agua Superficial Tropical (AST) y Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt). Durante primavera 2017, se identificó a AST y ASsSt, además Agua del Golfo de California (AGC). En primavera 2018 se identificó a AST, ASsSt y la presencia inusual de Agua de la Corriente de California (ACC), pero con bajos niveles de oxígeno disuelto (OD). En las zonas costeras de la boca del GC, la ACC es sustituida por la AST. Durante los tres cruceros se presentaron intrusiones de agua fría (<18° C), salada (34.6 ups) e hipóxica (OD <0.2 mL/L) a ~50 m de profundidad. Evidenciando el afloramiento cerca de la superficie de ASsSt. Cuya presencia es asociada con la distribución del límite superior de la ZMO.

**Palabras clave:** *plataforma continental; condiciones hidrográficas; Nayarit.*

## 2.37. Variación espacio temporal de las poblaciones de cianobacterias formadoras de florecimientos en el lago cráter de Santa María del Oro, Nayarit, México

Ochoa-Zamora Génesis Guadalupe<sup>1</sup>; Hernández-Almeida Oscar Ubisha<sup>2</sup>; Palomino-Hermosillo; Yolotzin Apatzingan<sup>2</sup> y Band-Schmidt Christine Johanna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias, Área de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Nayarit. Edificio CEMIC 01, Ciudad de la Cultura s/n, 63000, Tepic, Nayarit.

<sup>2</sup>Laboratorio de Oceanografía Biológica, Universidad Autónoma de Nayarit UAN. Ciudad de la cultura “Amado Nervo” Tepic, Nayarit. 63155.

<sup>3</sup>Laboratorio de docencia 1. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN. El Conchalito, La Paz, Baja California Sur. 23094

Autor para correspondencia: genesis.ochoa@uan.edu.mx

### Resumen

El ecosistema acuático del lago cráter de Santa María del Oro, Nayarit es de gran interés debido a que a partir de 1995 se convirtió en un lugar turístico y recreativo para turistas nacionales e internacionales. Sin embargo, en los últimos años ha sido evidente el deterioro ambiental de la zona. A través de muestreos de la calidad del agua se detectó un florecimiento de cianobacterias, por lo cual, surgió el interés de estudiar las variaciones temporales de la densidad de estos organismos durante un ciclo anual. Así, entre diciembre de 2014 y diciembre de 2015, se realizaron arrastres horizontales mensuales con redes cónicas de 63  $\mu\text{m}$ . La identificación se realizó con base en la morfología de los organismos en un microscopio de contraste de fases, mientras que la densidad celular se cuantificó con una cámara de Sedgewick-Rafter. Se hicieron mapas de distribución para cada mes de muestreo. El florecimiento presentó un ciclo anual donde las densidades celulares más altas se registraron en meses fríos (enero-marzo) y las menores en meses cálidos (abril-diciembre). Las especies causantes del florecimiento fueron *Limnoraphis robusta*, *Microcystis aeruginosa*, esta última conocida por producir microcistinas. La asociación estuvo dominada por *L. robusta* seguida de *M. aeruginosa*. La densidad máxima de *L. robusta* se presentó en febrero con 70 millones cel  $\text{L}^{-1}$  y el mínimo se registró en octubre con 3,175 cel  $\text{L}^{-1}$ . Tanto la densidad como la concentración de microcistinas observadas representan un riesgo importante para la salud de pobladores y turistas del sitio.

**Palabras clave:** cianobacterias; lago cráter tropical; nuevos registros; proliferación; toxinas.

## 2.38. Validación y calibración del algoritmo OC<sub>2</sub> para LANDSAT8 aplicado al Lago-cráter de Santa María del Oro, Nayarit

Cortes-Macías Lizette Z.<sup>1</sup>; Cepeda-Morales Jushiro C.<sup>1,2,4</sup>; Rivera-Caicedo Juan P.<sup>2,3</sup> y Hernández-Almeida Ubi sha<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>2</sup>Unidad Especializada en Percepción Remota Satelital de Ecosistemas Costeros y Oceánicos, Centro nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología AC. Calle 3 esquina con Av. 9 colonia Ciudad Industrial.

<sup>3</sup>CONACyT-UAN Secretaria de Investigación y Posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>4</sup>Cuerpo Académico de Ecología de Sistemas Acuáticos de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN-CA-301).

Autor por correspondencia: zareh.uan@gmail.com

La eutrofización de los cuerpos de agua implica el enriquecimiento de nutrientes, seguido de cambios significativos en las comunidades de fitoplancton, tales como florecimientos algales principalmente de las especies más aptas para crecer en estas condiciones especiales. El lago de Santa María del Oro presenta condiciones que propician la existencia de un evento cíclico anual de florecimientos algales nocivos de cianobacterias, las cuales deterioran severamente la calidad del agua. Las algas unicelulares que conforman el fitoplancton contienen cloroplastos, los cuales absorben y usan la luz que atraviesa el agua para fijar carbono en forma de carbohidratos, la clorofila-a (cl-a) es el principal pigmento que utilizan para realizar esto. Debido a lo anterior, la concentración de cl-a se emplea para estimar en forma indirecta el contenido de la biomasa en el agua. El índice de biomasa, como la composición del fitoplancton, es uno de los principales indicadores de la calidad del agua. Ya que la molécula de cl-a es ópticamente activa, las técnicas de teledetección ofrecen un método relativamente fácil, barato y capaz de monitorear el estado de calidad del agua en áreas de estudio extensas o múltiples de forma simultánea. El objetivo de este estudio fue validar y calibrar el algoritmo OC<sub>2</sub> propuesto por O'Reilly, (1998) para la estimación de la concentración de cl-a. Los resultados obtenidos en la validación del algoritmo indicaron una baja correlación, por lo que se proponen nuevos coeficientes para el polinomio de 4o orden. Estos nuevos índices funcionaron satisfactoriamente para determinar Cl-a en lago-cráter de Santa María del Oro con un error cuadrático medio de 0.64 y un coeficiente de determinación de 0.94, lo que indica que un 94% de los valores están explicados por el modelo sugerido.

**Palabras clave:** *algoritmo; clorofila; fitoplancton; lago; LANDSAT; teledetección.*

## 2.39. Cultivo de *Microcystis aeruginosa* aislada de eventos de florecimientos en el lago cráter de Santa María del Oro, Nayarit, México

Salazar-Alcaraz Ivan<sup>1</sup>; Hernández-Almeida Oscar U.<sup>2</sup>; Palomino-Hermosillo Yolotzin A.<sup>3</sup>; Romero-Bañuelos Carlos A.<sup>4</sup>; Band-Schmidt Christine J.<sup>5</sup> y Pacheco-Vega Juan M.<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Postgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura, km 9 carretera Tepic-Compostela, C.P. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Oceanografía Biológica, Edificio CEMIC 01, Secretaría de Investigación y Postgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la cultura s/n, C.P. 63000, Tepic, Nayarit, México.

<sup>3</sup>Laboratorio de Microbiología, Unidad de Tecnología de Alimentos, Secretaría de Investigación y Postgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la cultura s/n, C.P. 63000, Tepic, Nayarit, México.

<sup>4</sup>Laboratorio de Toxicología y Contaminación Ambiental, Edificio CEMIC 03. Secretaría de Investigación y Postgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la cultura s/n, C.P. 63000, Tepic, Nayarit, México.

<sup>5</sup>Departamento de Plancton y Ecología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Colonia Playa Palo de Santa Rita, C.P. 23096, La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>6</sup>Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Bahía de Matanchén, Carretera a Los Cocos km 12, C.P. 63740, San Blas, Nayarit, México.

Autor para correspondencia: ivan.salazar@uan.edu.mx

### Resumen

Las cianobacterias son bacterias procariontes capaces de realizar fotosíntesis oxigénica. Bajo ciertas condiciones pueden formar Florecimientos Nocivos de Cianobacterias (FNC), ocasionando un riesgo potencial al ambiente, economía y salud humana; esto último es de mayor preocupación, pues algunos géneros producen toxinas. En México, los FNC son más comunes en reservorios de agua destinadas al consumo humano. Particularmente, en el lago cráter Santa María del Oro, Nayarit, se han presentado FNC formado por *Microcystis aeruginosa*, la cual ha sido reportada como productora de toxinas. Por lo cual, el objetivo del trabajo fue aislar y determinar las condiciones de cultivo de *M. aeruginosa*. Se recolectaron muestras durante el FNC, las colonias fueron aisladas mediante micromanipulación y cultivadas en los medios BG-11, MLA y Z8 con modificaciones en los nutrientes y fuente de luz. En los medios BG-11 y MLA, las colonias aisladas presentaron muerte y lisis celular, así como la proliferación de diatomeas y clorofitas. El medio Z8 modificado ( $7 \text{ mg L}^{-1} \text{ N}$  y  $0.5 \text{ mg L}^{-1} \text{ P}$ ) con luz LED roja y ocho micronutrientes más que BG-11 y MLA, fue el que permitió el crecimiento de *M. aeruginosa*. La foto-aclimatación al rojo lejano (FaRLiP) y la disponibilidad de los micronutrientes ayuda a explicar la coloración verde intenso y aerotopos presentes en *M. aeruginosa* en la interfase aire-agua; además, inhibieron el crecimiento de clorofitas y redujo el crecimiento de diatomeas. Se concluye que la condición principal para el desarrollo de cultivos de cianobacterias aisladas del lago SAMAO son los nutrientes traza.

**Palabras clave:** cianobacterias; FNC; medio Z8; micronutrientes.

## 2.40. Variabilidad temporal y espacial de los parámetros del sistema CO<sub>2</sub> en la Laguna de Cuyutlán, México

Ruiz-Lizama Saúl A.<sup>1</sup>; Sosa-Ávalos Ramón<sup>2</sup>; Torres-Orozco Ernesto<sup>1</sup>; Galicia-Pérez Marco A.<sup>2</sup>; Quijano-Scheggia Sonia<sup>2</sup> y Gaviño-Rodríguez Juan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Carretera Manzanillo-Barra de Navidad, km. 20. CP 28860. Manzanillo, Colima.

<sup>2</sup>Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima. Carretera Manzanillo-Barra de Navidad, km. 20. CP 28860. Manzanillo, Colima.

Autor para correspondencia: rsosa@ucol.mx

### Resumen

Las lagunas costeras se consideran ecosistemas altamente productivos que en determinadas épocas del año actúan como sumidero y fuente de CO<sub>2</sub>. En este trabajo se realizaron muestreos cada dos meses en cinco estaciones localizadas en la Laguna de Cuyutlán, con el propósito de conocer la variación espacial y temporal de algunos parámetros del sistema CO<sub>2</sub>. La temperatura y salinidad mostraron un patrón inverso, con temperaturas bajas en abril, pero salinidades altas, mientras que en junio la temperatura fue más alta, con salinidades bajas. El pH y el carbono inorgánico disuelto (CID) presentaron un comportamiento similar al de la temperatura y salinidad, con bajo pH en abril y alto CID, observándose variación temporal, así como en alcalinidad total. Es común que en el mar adyacente se formen surgencias durante primavera que, pueden incursionar al interior de la laguna aportando agua con mayor contenido de CID, bajo pH, derivado de la descomposición del material orgánico por actividad microbial. No se observó variación espacial de los parámetros en cada muestreo, lo que demuestra que la variación temporal afecta el comportamiento de los parámetros en la laguna.

**Palabras clave:** *carbono inorgánico disuelto; alcalinidad total; pH; parámetros físicos.*

## 2.41. Influencia de la surgencias costera y de la pluma de río en el comportamiento semi anual en la clorofila satelital en el límite norte del Pacífico tropical de México

Cepeda-Morales Jushiro<sup>2</sup>; Soto-Mardones Luis<sup>5</sup>; Rivera-Caicedo Juan P.<sup>3</sup>; Inda-Díaz Emilio<sup>2</sup>; Hernández-Almeida Oscar<sup>2</sup>; Romero-Bañuelos Carlos<sup>2</sup>; Romero-Rodríguez Deisy<sup>1</sup> y Domínguez-Hernández Gerardine<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo, CP. 63155. Tepic, Nayarit.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nayarit, Ciencias Biológicas, Agropecuarias y Pesqueras, Km. 9 Carretera Tepic-Compostela, Xalisco, Nayarit, México 63780.

<sup>3</sup>CONACyT-UAN, Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo, CP. 63155, Tepic, Nayarit.

<sup>5</sup>Facultad de Ciencias, Departamento de Física, Universidad de Bio-Bío, Av. Collao 1202, casilla 5-C, CP. 4081112. Concepción, Chile.  
Autor para correspondencia: jushiro.cepada@uan.edu.mx

### Resumen

Se analizó la variabilidad espacio-temporal de la biomasa del fitoplancton, estimada a partir de datos mensuales promediados de nivel L2, de clorofila satelital (Chlo) de los sensores MODIS (Aqua y Terra) desde 2003 a 2017 para la costa del límite norte del Pacífico Oriental Tropical. Las condiciones oceanográficas se analizaron basados en los datos de Temperatura Superficial del Mar (SST) de alta resolución del proyecto GHRSSST, el esfuerzo del viento calculado con datos de las componentes zonal y meridional del producto CCMP, y con datos de precipitación y caudal de los ríos Santiago, San Pedro, Acajoneta y Cañas que desembocan en el borde costero del área de estudio. Las series temporales fueron analizadas a través de diagramas Hovmöller y análisis de varianzas con Funciones Empíricas Ortogonales (EOF). Se observó una marcada señal semianual en la concentración de Chlo a lo largo de la costa, que en el promedio anual el primer máximo tuvo 5.0 mg m<sup>-3</sup> durante invierno-primavera y el segundo llegó a 6.5 mg m<sup>-3</sup> y se presentó durante verano-otoño. La franja más costera (10 km), en los valores climatológicos, se caracterizó por mantener en promedio alta producción del fitoplancton (3.0 a 15.0 mg m<sup>-3</sup>) a lo largo del año, con máximos valores asociados a las desembocaduras de los ríos, de los cuales el río Santiago presentó los mayores valores de Chlo (20.0 mg m<sup>-3</sup>). Las condiciones oceanográficas definidas por la SST presentaron un marcado ciclo anual, con un periodo frío (23 a 24 °C) entre diciembre a abril, seguido de un periodo cálido (30 a 31 °C) durante julio a octubre; complementariamente, el patrón estacional del esfuerzo del viento presentó vientos favorables a surgencias costeras durante el periodo frío, y bajos durante el periodo cálido. El patrón semianual evaluado con EOF controla el 70 % de la variabilidad de la Chlo en la franja costera, que responde durante invierno-primavera a condiciones favorable a surgencias costeras, mientras que durante el periodo verano-otoño las altas concentraciones observadas son producto de la influencia de los ríos. Estos resultados resaltan la importancia de la interacción océano - continente para mantener la producción biológica de los ecosistemas costeros siendo las cuencas hidrográficas fuentes importantes de nutrientes para sostener una alta producción en periodos cálidos.

**Palabras clave:** *surgencias; clorofila a.*

## 2.42 Variaciones espacio-temporales de fitoplancton en un estero de Nayarit

Estrada-Gutiérrez Kathie Monserrat<sup>1</sup>, Hurtado-Oliva Miguel Ángel<sup>2</sup> y Hernández-Almeida Oscar Ubisha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Área de Ciencias Pesqueras, Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa.

<sup>3</sup>Laboratorio de Oceanografía Biológica, Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias.

### Resumen

El fitoplancton es un elemento biológico en ecosistemas acuáticos. Las microalgas que lo conforman cambian en escalas de espacio y tiempo debido a las características abióticas del agua. El objetivo fue determinar las variaciones espacio-temporales del fitoplancton en un estero de Nayarit. Mensualmente, agosto de 2017 a agosto de 2018 se obtuvieron muestras de agua de tres sitios (inferior, medio y superior) del estero Pozo Chino. Las microalgas se identificaron a partir de su composición pigmentaria mediante cromatografía líquida de alta precisión (HPLC). Para la identificación y cuantificación se consideró el tiempo de retención, su espectro de absorción y curvas de calibración de estándares. La comparación espacial y temporal de la composición pigmentaria se realizó a través de un análisis de varianza de una vía. La concentración de clorofila-a mostró un gradiente positivo desde el sitio inferior ( $2.0 \pm 0.1 \text{ mg/m}^3$ ) hacia el superior ( $2.5 \pm 0.1 \text{ mg/m}^3$ ); además se incrementó en la temporada de lluvias ( $2.4\text{-}3.0 \text{ mg/m}^3$ ) y disminuyó en la de secas ( $1.8\text{-}2.1 \text{ mg/m}^3$ ). La concentración de fucoxantina (diatomeas) fue mayor en el sitio inferior ( $0.2 \text{ mg/m}^3$ ) respecto a los otros sitios. La fucoxantina y luteína (algas verdes) presentaron una correlación inversa en todos los sitios (inferior,  $r=-0.5$ ; medio,  $r=-0.7$ ; superior,  $r=-0.5$ ). Finalmente, la fucoxantina y peridinina (dinoflagelados) mostraron una correlación positiva ( $r=0.5$ ,  $P<0.01$ ) en el sitio superior. El fitoplancton del estero Pozo Chino responde a un gradiente ambiental generado por lluvias, así, diatomeas y algas verdes dominan en la época de lluvias, y diatomeas y dinoflagelados en la época de secas.

**Palabras claves:** *microalgas; asociaciones; composición pigmentaria; Pozo Chino.*

## 2.43 Distribución espacial de larvas de peces en un frente sobre cuenca San Blas durante el invierno de 2017

García-Portugal I.<sup>1</sup>; Inda-Díaz E. A.<sup>2</sup>; Cepeda-Morales J.<sup>3</sup>; Romero-Bañuelos C.<sup>4</sup> y Hernández-Almeida Oscar U.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Biología. Universidad de Nayarit. Xalisco, Nayarit. 63780. México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Oceanografía Biológica. Universidad de Nayarit. Tepic, Nayarit. 63000. México.

<sup>3</sup>Laboratorio de Percepción Remota Satelital. CENIT2. Universidad de Nayarit. Tepic, Nayarit. 63173. México.

<sup>4</sup>Laboratorio de Toxicología Ambiental. Universidad de Nayarit. Tepic, Nayarit. México.

### Resumen

Las larvas de la mayoría de las especies de peces forman parte del plancton durante ésta fase, el cual son más vulnerables ya que no han desarrollado completamente sus estructuras, por lo que es importante el transporte o retención por procesos hidrográficos que los mantengan hábitats con requerimientos necesarios para su desarrollo y sobrevivencia. Estas estructuras hidrográficas retienen material suspendido debido a la diferencia de densidad a cada lado del frente. El objetivo de este trabajo fue describir las asociaciones de larvas de peces y la estructura física de un frente sobre cuenca San Blas, en la boca del Golfo de California, durante el invierno de 2017. El área de estudio se localiza en la plataforma continental Nayarita del Pacífico Central Mexicano. Los datos se obtuvieron a bordo del B/O Don Emilio M. González de la UAN. Para obtener las muestras de zooplancton en cada estación se realizaron arrastres superficiales de 5 min a 2 nudos de velocidad, y lances verticales con la embarcación a gárate donde se bajaba la red hasta 250 m y subía aproximadamente a 1.5 m/s. Ambos lances realizados con red de 500  $\mu$ m de luz de malla y 60 cm de diámetro, un flujómetro colocado en la boca para calcular el volumen de agua filtrado. Las variables físico-químicas se registraron a través de lances CTD (Sea Bird911plus), se realizaron perfiles verticales de variables físicas y se construyeron transectos verticales. Se midió la biomasa de zooplancton mediante la técnica del volumen desplazado, se separaron y cuantificaron las larvas de peces, y fueron identificadas al mínimo nivel taxonómico posible. La abundancia de larvas fue estandarizada a 10 m<sup>2</sup> y los datos fueron transformados (raíz cuarta), se calculó una matriz triangular de similitud con el índice de Bray-Curtis. Se realizó un análisis de agrupamiento (Cluster) de ligadura completa, y se aplicó la prueba SIMPROF para determinar si existieron diferencias significativas. Para describir que especies contribuyeron en mayor porcentaje a cada grupo o qué especies separaron los diferentes grupos, se realizó un análisis SIMPER. Para determinar la distribución espacial de las asociaciones fueron superpuestos los transectos verticales a los datos de biomasa de zooplancton, abundancia de larvas y asociaciones. Se identificaron un total de 681 larvas de 28 especies pertenecientes a 21 familias. Seis familias contribuyeron al 95% de la abundancia relativa de las larvas. Se separaron cuatro grupos de estaciones (asociaciones) estadísticamente significativos, los más distantes entre sí, “Oceánico” y “Pluma” distribuidos en zonas homónimas, mientras que los grupos “Transición” y “Frente” distribuidos en la zona de transición entre la pluma y el frente. La máxima abundancia superficial como vertical, se registraron sobre el frente permanente, lo que indica que es una estructura hidrográfica de importancia biológica debido a que está presente todo el año representa un hábitat adecuado para el desarrollo larvario.

**Palabras clave:** *San Blas; larvas; abundancia.*

## 2.44 Estructura del zooplancton sobre un transecto costa-océano sobre la plataforma continental de Nayarit

González-Castillo Irán<sup>1</sup>; Cepeda-Morales Jushiro<sup>2</sup>; Inda-Díaz Emilio<sup>3</sup> y Bernal-Jaspeado Tamara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Biología, Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>2</sup>Laboratorio de Percepción Remota Satelital, CENIT2. Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>3</sup>Laboratorio de Oceanografía Biológica. Universidad Autónoma de Nayarit.

### Resumen

La Plataforma Continental de Nayarit se localiza en el Pacífico Tropical-Central Mexicano y se considera una región transicional. Debido al dinamismo de sus procesos físicos, químicos y biológicos, la zona se ha descrito como un área de gran complejidad. La zona está influenciada por aportes de agua continental que transporta nutrientes que benefician a las comunidades biológicas como el zooplancton, mismo que es un importante bioindicador de las condiciones hidrográficas, además de ser de gran interés económico al ser el potencial productivo de los ecosistemas marinos. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue describir la composición zooplanctónica sobre un transecto al sur de la Plataforma Continental de Nayarit durante mayo del 2017 y 2018, esperando encontrar mayor riqueza de taxones cerca de la zona oceánica y mayor abundancia en la zona nerítica. Se realizaron dos cruceros oceanográficos (LO01 y LO02 -Línea Oceánica) en los veranos de 2017 y 2018. Se definió un transecto de 120 km de longitud con doce estaciones, desde la zona nerítica hacia la oceánica. Para obtener el material biológico se realizaron arrastres superficiales y verticales con una red cónica de 50 cm de diámetro, 250 cm de largo y 500 µm de luz de malla. Se identificaron en laboratorio los morfogrupos de zooplancton presentes. En general, se encontró una mayor abundancia en la zona nerítica, los grupos más abundantes en ambos muestreos fueron los cladóceros y copépodos, seguidos de los quetognatos. Los platelmintos se encontraron solo en la zona costera, mientras que los cefalópodos solo en la zona oceánica. La similitud en los resultados de la riqueza y abundancia de grupos de zooplancton en las estaciones cercanas a la costa en ambos años, sugiere que puede deberse al carácter somero de la zona, donde las descargas de aguas continentales y la resuspensión de sedimento por vientos y marea representan un mayor aporte de nutrientes a la columna de agua. Debido a que los muestreos se realizaron en la misma época, podrían encontrarse cambios en estructura comunitaria del zooplancton al comparar entre distintas estaciones. Por lo tanto, continuar con el estudio de las comunidades zooplanctónicas en diferentes estaciones, y a una escala interanual mayor es crucial para conocer los cambios en su estructura en la región.

**Palabras claves:** *abundancia relativa; riqueza; morfogrupos; Golfo de California.*

## 2.45 Estructura comunitaria de larvas de peces en diferentes ambientes marinos en la costa de Nayarit

**Paniagua-Herrera Javier<sup>1</sup>**; Inda-Díaz Emilio A.<sup>2</sup>; Jiménez-Rosenberg S. P. A.<sup>3</sup>; Romero-Bañuelos C. A.<sup>4</sup> y Cepeda-Morales J.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>2</sup>Laboratorio de Oceanografía Biológica. Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>3</sup>Departamento de Plancton y Ecología Marina. Instituto Politécnico Nacional.

<sup>4</sup>Laboratorio de Toxicología Ambiental. Universidad Autónoma de Nayarit.

<sup>5</sup>Laboratorio de Percepción Remota Satelital de Ecosistemas Costeros y Oceánicos. Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología.

Las plumas de río son estructuras hidrográficas que además de funcionar como barreras físicas efectivas al contener la dispersión hacia la zona oceánica y retener el agua dulce o salobre vertida por los ríos, destacan como sistemas altamente productivos. Estas estructuras concentran gran cantidad de organismos planctónicos y una alta riqueza de larvas de peces, por lo que son considerados como sitios importantes de crianza. En el pacífico central mexicano, en la zona costera frente a Nayarit, existe un desconocimiento sobre el papel que desempeñan los frentes y zonas insulares en las primeras fases del ciclo de vida de los peces. El objetivo de este trabajo fue determinar la estructura comunitaria de las larvas de peces y su relación con los ambientes sobre la zona de influencia de la pluma del río Santiago, y compararla con la de Isla Isabel, Isla del Coral e Islas Marietas en la costa de Nayarit al final del estiaje del 2017. Los datos hidrográficos y biológicos fueron obtenidos en la campaña oceanográfica PROFRENTES-02 y en muestreos en las Islas durante Junio 2017. Los parámetros físicos fueron obtenidos mediante lances de CTD. Para la obtención del material biológico se realizaron arrastres superficiales con redes cónicas de 50cm de diámetro y luz de malla de 500  $\mu\text{m}$ . Se estandarizaron las larvas a 10m<sup>2</sup> y se generaron mapas de distribución espacial de las variables físicas y biológicas del área de estudio. Se distinguió la presencia de dos masas de agua STW, StSsW y Agua transicional. Además de cuatro ambientes sobre la zona de influencia de la pluma del río Santiago con base en salinidad, turbidez y estratificación principalmente. La mayor concentración de biovolumen de zooplancton fue registrada cerca de la desembocadura del río durante la noche. Se registraron un total de 78 taxones pertenecientes a 28 familias, de las cuales 10 son de interés pesquero. La abundancia de larvas de peces fue similar en todas las estaciones durante el día y mostró valores bajos (1-7 larvas 10 m<sup>2</sup>). Durante la noche, la abundancia de larvas sobre el frente fue mayor (8-47 larvas 10 m<sup>2</sup>). Las islas presentaron los valores más bajos de abundancia de larvas (1 larva 10m<sup>2</sup>). Fueron identificadas cinco asociaciones de larvas de peces en el estudio, una distribuida en las Islas, una dentro de la pluma, otra fuera de la pluma, otra transicional, y otra oceánica. La distribución espacial de las asociaciones se relacionó con los ambientes marinos presentes. La zona de influencia de la pluma del río Santiago constituye un sitio de importancia en la presencia de larvas de peces, entre las que se incluyen especies de interés pesquero. Los datos hidrográficos y biológicos muestran una alta variabilidad espacial de ambientes y larvas de peces en el área de estudio.

**Palabras clave:** *Nayarit; río Santiago; pluma de río; frente; Islas; larvas de peces.*

Sección 3

# BIOENERGÍA



### 3.1. Análisis de ciclo de vida de la revalorización de glicerina cruda en biodiésel usando levaduras oleaginosas en México

Sacramento-Rivero Julio C.<sup>1</sup>; Chikani-Cabrera Karla D.<sup>1</sup>; Niehus Xochitl<sup>2</sup>; Casas-Godoy Leticia<sup>3</sup> y Sandoval Georgina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte kilómetro 33.5 Tablaje Catastral 13615 Chuburná de Hidalgo Inn, CP. 97203, Mérida, Yucatán, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Av. Normalistas 800, CP 44270, Guadalajara, Jalisco, México.

<sup>3</sup>Cátedras CONACYT- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). Av. Normalistas 800, CP 44270, Guadalajara, Jalisco, México.

Autor para correspondencia: julio.sacramento@correo.uady.mx

#### Resumen

La producción de biodiésel en México actualmente es a partir de aceite de cocina usado (ACU). Un reto que enfrentan las empresas productoras es la colocación de la glicerina cruda, ya que como subproducto sin purificar tiene una sobreoferta. Puesto que su purificación trae desafíos económicos a escalas pequeñas, como la de la mayoría de las compañías mexicanas, el presente trabajo analizó la estrategia de su re-utilización como fuente de sustrato para la obtención de lípidos de *Yarrowia lipolytica* y posteriormente transformarlos a biodiésel. Usando datos experimentales a nivel laboratorio para el proceso de fermentación de la levadura y datos recabados de la industria de producción de biodiésel, en este trabajo se presenta una estimación del potencial de la producción añadida de biodiésel usando esta tecnología y sus posibles beneficios ambientales en el ciclo de vida. Como resultado principal, se determinó que, cuando se recicla la glicerina cruda para generar lípidos, la producción de biodiésel puede incrementar en un 1.7%, y la mitigación con respecto al diésel fósil del potencial de calentamiento global y de toxicidad humana es de 38% y 70%, respectivamente.

**Palabras clave:** *glicerol; levaduras; SCO; bioenergía.*

### 3.2. Posibilidad de utilizar biogás de vertederos en celdas de combustible SOFC

Alvarado-Flores José Juan<sup>1</sup>; Ávalos-Rodríguez María Liliana<sup>2</sup>; Rutiaga-Quñones José Guadalupe<sup>1</sup>; Espino-Valencia Jaime y Alcaraz-Vera Jorge Víctor<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia 403, CP 58030, Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia 403, CP 58030, Morelia, Michoacán, México.

<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia 403, CP 58030, Morelia, Michoacán, México.

Autor para correspondencia: doctor.ambientalista@gmail.com

#### Resumen

Múltiples estudios indican la posibilidad de utilizar la biomasa para solventar las necesidades energéticas y sustituir la tecnología convencional proveniente de fuentes fósiles. Una de las fuentes de biomasa son los residuos sólidos que por sus características representan más que un riesgo o peligro para la sociedad y el ambiente. En México, es considerable la generación de residuos provenientes del sector urbano, industrial, agrícola, ganadero y forestal. En este sentido, el objetivo de la investigación es proponer el uso del biogás a partir de la generación de residuos en Morelia, Michoacán, bajo el argumento de que, en Morelia, se generan aproximadamente 1550 toneladas diarias con componentes energéticos como el gas metano y dióxido de carbono, que harían factible su uso en Celdas de Combustible con especial énfasis en el tipo de óxidos sólido de temperatura intermedia (SOFC-IT), debido a que en los rellenos sanitarios existe una estimación de emisiones de metano del 45.6% y de Bióxido de Carbono del 32.4% y considerando que solo la emisión de metano, a tres metros de profundidad, es aproximadamente de 285.76 m<sup>3</sup>/hr y de 2 503 270 m<sup>3</sup>/año, sería posible producir suficiente energía eléctrica durante un año para abastecer a una gran parte de la población en Morelia través de una celda SOFC-IT. Lo anterior atiende la problemática de contaminación de los suelos y de los mantos acuíferos por residuos y propone una alternativa energética viable, a partir del uso del biogás con elevada eficiencia energética y bajo impacto ambiental.

**Palabras clave:** *celda de combustible; biogás; vertedero; energía renovable.*

### 3.3. El papel de los bioenergéticos en la mitigación de las emisiones de carbono

**Martínez-Bravo René David<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM Campus Morelia, México.  
Autor para correspondencia: redamar@cieco.unam.mx

#### **Resumen**

La bioenergía es la fuente de energía renovable con una relación estrecha con el ciclo del carbono, por lo que se considera como una opción de mitigación del cambio climático global. La biomasa puede transformarse en bioenergéticos sólidos, líquidos y gaseosos. Las fuentes de biomasa para producirlos son los residuos de los aprovechamientos forestales, los de aserrío, los agrícolas, los pecuarios y los sólidos urbanos; también se puede generar bioenergéticos de plantaciones y de cultivos dedicados. La participación actual de la bioenergía en el mix energético de México es de 4.2% representada por leña y bagazo de caña, sin embargo, podría incrementar y convertirse en un caso real de mitigación de bióxido de carbono en los sectores doméstico e industrial. Los escenarios plantean que existe materia prima suficiente a nivel nacional para generar entre 1135 y 1923 PJ año<sup>-1</sup> lo alcanza una mitigación de 25 MtonCO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> si se sustituyen combustibles fósiles por bioenergía y se utilizan dispositivos tecnológicos eficientes. En el corto plazo, los biocombustibles sólidos presentan el mayor potencial de penetración en el mercado, mientras que los biocombustibles líquidos y gaseosos aun enfrentan desafíos de I+D+T. Las principales barreras de los bioenergéticos están enfocadas a demostrar que son una opción real de mitigación del cambio climático global, para ello la ruta tecnológica desde la cuna a la tumba debe ser sostenible y con emisiones de CO<sub>2</sub> totales por debajo de las del energético que sustituyen. Otras barreras a superar son de tipo de políticas públicas favorables, de índoles económicas y de aceptación social.

**Palabras clave:** *bioenergéticos; CO<sub>2</sub>.*

Sección 4

# ATMÓSFERA



## 4.1. La Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos: mediciones continuas de CO<sub>2</sub> en zonas urbanas y Áreas Naturales Protegidas

Grutter Michel<sup>1</sup>; González-de Castillo Eugenia<sup>1</sup>; Bezanilla Alejandro<sup>1</sup> y Stremme Wolfgang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México, México.

Autor para correspondencia: grutter@unam.mx

### Resumen

La Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA) cuenta con una sub-red de monitoreo continuo de concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> en seis de sus sitios de medición, tres de los cuales se encuentran ubicados en Áreas Naturales Protegidas, y tres más en zonas urbanas. En este trabajo se hace una descripción breve de la red, que ofrece los datos de manera abierta y en tiempo real a través de su portal (<https://ruoa.unam.mx>). Presentamos además un análisis de la tendencia y la variabilidad estacional del CO<sub>2</sub> atmosférico observado en dos sitios con características sumamente contrastantes, y que han operado de manera continua durante los últimos 5 años: el sitio urbano de la Ciudad de México y una estación de altura, Alzomoni, ubicada a 60 km de la primera, en las faldas del volcán Iztaccíhuatl. Por último, se presentan los ciclos diarios de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> de las tres estaciones ubicadas en Áreas Naturales Protegidas: Alzomoni, Chamela (Jalisco) y Los Tuxtlas (Veracruz), y el sitio urbano de la CDMX.

**Palabras clave:** *variabilidad de dióxido de carbono; Ciudad de México; observatorio atmosférico Alzomoni.*

## 4.2. Almacenes de carbono y emisiones de metano en humedales continentales urbanos en Xalapa Veracruz, México

Hernández-Alarcón M. E.<sup>1</sup>; Hernández-Osorio A.<sup>2</sup> y Cruz-Zamora E. D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Red de Manejo Biotecnológico de Recursos- Instituto de Ecología A.C, Carretera Antigua a Coatpec, 351, El Haya, C.P. 91070, Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Álamo Temache. : Km. 6.5 Carr. Potrero del Llano - Tuxpan, Xoyotitla, Mpio. de Álamo Temapache, Ver. Autor para correspondencia: elizabeth.hernandez@inecol.mx

### Resumen

Los humedales son ecotonos entre los sistemas acuáticos y terrestres. Estos ecosistemas juegan un papel importante en el ciclo del carbono por su capacidad para almacenar grandes cantidades de este elemento en sus suelos, Sin embargo en sus suelos también se producen gases de efecto invernadero como el metano. Se estudió el almacén de carbono en el suelo y la emisión de metano en dos humedales continentales urbanos en Xalapa, Ver.; el Humedal del Santuario del Bosque de niebla HSBN y el Humedal de Molinos de San Roque HMSR. Se midió la densidad aparente y el contenido de carbono orgánico a una profundidad de un metro y se midieron las emisiones de metano por el método de la cámara cerrada y el metano se cuantificó por cromatografía de gases. Se encontró que el HMSR, presentó significativamente mayor almacén de carbono ( $731 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) que en el HSBN ( $357 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). El HSBN permaneció inundado todo el año de estudio, mientras que el HMSR fue inundado de manera estacional, al final del verano y en el otoño-invierno. El promedio de las emisiones de metano fueron más altas en el HSBN ( $8.66 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$ ) que en el HMSR ( $2.41 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ min}^{-1}$ ).

**Palabras clave:** *gases efecto invernadero; secuestro de carbono; turba; suelos hídricos.*

### 4.3. Emisión de CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub> durante el compostaje de estiércol con adición de azufre

**Pérez-Vázquez Moisés<sup>1</sup>**; Salinas-Ruiz Joshafhat<sup>1</sup>; Ferrera-Cerrato Ronald<sup>2</sup>; Guerrero-Peña Armando<sup>3</sup> y Velasco-Velasco Joel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias en Innovación Agroalimentaria Sustentable, Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km. 348, CP.94946, congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz.

<sup>2</sup>Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Carretera Libre Cárdenas-Coatzacoalcos km 21, CP 86500, Poblado C-27, municipio de Cárdenas, Tabasco.

\*Autor para correspondencia: Joel42ts@colpos.mx

#### Resumen

Uno de los retos en el compostaje de estiércol bovino es reducir su pH alcalino y llevarlo a un nivel cercano a la neutralidad en el producto final. Una alternativa para tal fin es la mezcla del estiércol con agentes acidificantes, esto también estaría reduciendo las emisiones de NH<sub>3</sub>. El objetivo del trabajo fue cuantificar la emisión de CO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub> y evaluar la dinámica del pH durante el proceso de compostaje de estiércol bovino combinado con S<sup>o</sup> a escala comercial. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas (DBCA) con interacción tratamiento-tiempo y un DBCA simple, se realizó un análisis de varianza y comparación de medias LSD de Fisher ( $p \geq 0,05$ ). La emisión de CO<sub>2</sub> fue mayor en el T2 proporción 0.25% (estiércol: azufre kg/kg) lo cual puede traducirse como una alta actividad microbiana. Con base en los resultados obtenidos la utilización de S<sup>o</sup> en una proporción de 1.0% (estiércol: azufre kg/kg) puede ser una alternativa viable para el amortiguamiento del pH durante el compostaje de estiércol bovino; a la vez que se reducen las emisiones de NH<sub>3</sub> especialmente en la fase termófila que fue la etapa donde se presentaron las menores emisiones 0,03 ppm cm<sup>-2</sup> de NH<sub>3</sub> en el T5 proporción 0.0% (estiércol: azufre kg/kg).

**Palabras clave:** *compost; oxidación del azufre; reducción de emisiones.*

#### 4.4. Estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> en suelos forestales mediante la cámara de flujo LI-COR LI-8100A

Cruz-Sánchez Yadihra<sup>1\*</sup>, Monterroso-Rivas Alejandro I.<sup>2</sup> y López-Teloxa Leticia C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230.

<sup>2</sup>Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230.

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P. 56230

\*Autor de correspondencia: yaridd04@gmail.com

##### Resumen

La respiración total del suelo (TSR) (flujos de CO<sub>2</sub> desde el suelo) representa el enlace crítico en el ciclo de los elementos entre los organismos autótrofos, que reducen el CO<sub>2</sub> para formar compuestos orgánicos, y los organismos heterótrofos, que oxidan los compuestos orgánicos en el caso de la liberación de CO<sub>2</sub>. Históricamente las emisiones de gases de efecto invernadero se han medido utilizando cámaras estáticas, las cuales requerían intensiva mano de obra de las que se obtenía una baja resolución temporal de los datos. Actualmente se tiene uno de los sistemas de cámaras de monitoreo a largo plazo disponibles en los mercados y ampliamente utilizado es Li-Cor 8100<sup>a</sup> (LICOR Biosciences, Inc., Lincoln, NE) utilizada en las mediciones de flujo de CO<sub>2</sub> en campo, esta combina un detector de CO<sub>2</sub> y una computadora capaz de medir la tasa de aumento de CO<sub>2</sub> que emana del suelo dentro de un radio de 15 a 30 m.

**Palabras clave:** *flujo de CO<sub>2</sub> del suelo; respiración del suelo; dióxido de carbono; Li-Cor 8100A.*

## 4.5. Deforestación y emisión de gases de efecto invernadero en Perú

Saucedo-Chacón Alexis<sup>1</sup> y Castro-Lazo Julio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Rural Valle Grande, Cañete, Perú.

En el año 2012 el Ministerio del Ambiente de Perú, realizó proyecciones de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) que se esperan para el periodo 2012 y 2030. Para este último año se estimó que las emisiones totales serían 298.30 millones de tCO<sub>2</sub>eq, de las cuales 158.90 millones de tCO<sub>2</sub>eq fueron asociadas al sector Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura. Éstas representan el 53% de las emisiones para ese año, siendo la principal fuente la conversión de bosques a pasturas. Perú cuenta con 73 millones de hectáreas de bosques que se caracterizan por una amplia diversidad, siendo los amazónicos los que ocupan la mayor superficie (94% del área forestal). De acuerdo con el Proyecto de Monitoreo de la Amazonia Andina ( MAAP ), la pérdida de bosques en la Amazonia Peruana durante el año 2017, fue de 143 425 ha, siendo las principales causas la conversión a la agricultura y ganadería de pequeña y mediana escala, la palma aceitera y la minería aurífera. Las imágenes satelitales muestran que los sectores más deforestados son: Ucayali y Huánuco en la Amazonía Centro; Madre de Dios en la Amazonía Sur; el Norte este de la región San Martín y el sector de Santa María de Nieva en la región de Amazonas. Sólo en 2017 la deforestación fue 23 240 ha en las regiones de Ucayali y Huánuco y en Madre de Dios, alcanzó a 11 115 ha por la construcción de la carretera interoceánica, para uso de la minería aurífera. La actividad agrícola en estas regiones, corresponden principalmente al aumento de los cultivos maíz, papaya, cacao y ganadería. Las plantaciones de palma aceitera en la región San Martín y Loreto constituyen una amenaza latente para la deforestación y el incremento de la emisión de GEI.

**Palabras clave:** *GEI; Perú.*

#### 4.6. Medición del contenido de carbono y emisión de CO<sub>2</sub> en suelos con diferentes usos de suelo, provenientes del Monte Tlálloc

**Barrales Brito Edgar**<sup>1</sup>; Paz-Pellat Fernando<sup>2</sup>; Etchevers-Barra Jorge<sup>3</sup> e Hidalgo-Moreno Claudia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de doctorado, programa de Edafología. Colegio de Postgraduados, campus montecillos.

<sup>2</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, estado de México, México

<sup>3</sup>Postgrado de Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Autor para correspondencia: edbarrales3@gmail.com

##### Resumen

En los trabajos de la medición de carbono del suelo, se hacen estimaciones y mediciones de los contenidos de carbono en los primeros 30 cm de profundidad, debido a que se menciona a que en esta capa de suelo, existe el 50 % del contenido total de carbono del suelo, en las capas más profundas, generalmente no se cuantifica, sin embargo, se necesita tomarlas en cuenta en los estudios de captura de carbono. En el presente trabajo se cuantifico la cantidad de C y CO<sub>2</sub> emitida en suelos con diferentes usos de suelo (bosques, pastizal y agrícola) y a 1 m de profundidad. Se encontró que en suelos forestales los contenidos de C y CO<sub>2</sub> fueron mayores en comparación con suelos de parcela agrícola. La cantidad de CO<sub>2</sub> emitida por el suelo dependerá del uso del suelo, ya que este influirá en la cantidad de materia orgánica que entra en el perfil del suelo. En el horizonte superficial, 0-30 cm, la cantidad de C y CO<sub>2</sub> representó cerca del 60 al 70% respectivamente con respecto al total. En los horizontes más profundas el C y CO<sub>2</sub> tiene entre el 20 y 30 %. En condiciones naturales, la correlación de C y CO<sub>2</sub> se considera buena, valores de R<sup>2</sup> mayores de 0.90, en comparación con las parcelas agrícolas que esta es más variable probablemente por labranza del suelo, valores de R<sup>2</sup> ≤0.5.

**Palabras claves:** *uso de suelo; reservorios de carbono; profundidad del suelo.*



Sección 5

**DIMENSIÓN**  
**SOCIAL**



## 5.1. La legitimidad de la propiedad forestal y del carbono como un reto de REDD+ en México

Ávalos-Rodríguez María Liliana<sup>1</sup>; Borrego Armonía<sup>1</sup>; Skutsch Margaret<sup>1</sup>; Alvarado-Flores José Juan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia No 403, colonia Centro. C.P. 58000 Morelia, Michoacán, México.

Autor para correspondencia: lic.ambientalista@gmail.com

### Resumen

El mecanismo para la REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal) constituye una base internacional para consolidar esfuerzos en la conservación y manejo forestal. La Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación forestal (ENAREDD+) surge en México como una respuesta a los compromisos internacionales derivados de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), con la finalidad de contribuir en la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), mediante la implementación de líneas estratégicas nacionales que promueven acciones de mitigación y adaptación tomando en cuenta el marco jurídico aplicable. En este estudio se identifican algunos desafíos para la legitimidad forestal de REDD+, en particular se analizan las implicaciones para la ENAREDD+ en la propiedad forestal, que a su vez tiene implicaciones para la propiedad del carbono y la distribución de beneficios económicos. Los principales hallazgos muestran que el éxito de la REDD+ se encuentra supeditado entre otras cosas, a la alineación congruente con el marco jurídico vigente, así como al grado de vinculación jurídica entre las líneas de acción sobre propiedad forestal. Estas características podrían condicionar la legitimidad forestal y por ende en el éxito de REDD+ en México.

**Palabras clave:** *propiedad forestal; propiedad del carbono; distribución de beneficios.*

## 5.2. Alcances de la responsabilidad ambiental en el contexto de REDD+ en México

Ávalos-Rodríguez María Liliana<sup>1</sup>; Alvarado-Flores José Juan<sup>2</sup>; Alcaraz-Vera Jorge Víctor<sup>3</sup>; Rutiaga-Quiñones José Guadalupe<sup>2</sup> y Espino-Valencia Jaime<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, C.P. 58190 Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia No. 403, colonia Centro, C.P. 58000 Morelia, Michoacán, México.

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia No. 403, colonia Centro, C.P. 58000 Morelia, Michoacán, México.

<sup>4</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Santiago Tapia No. 403, colonia Centro, C.P. 58000 Morelia, Michoacán, México.

Autor para correspondencia: lic.ambientalista@gmail.com

### Resumen

El marco jurídico mexicano presenta una posición poco clara respecto al daño ambiental a partir de la degradación forestal y, por tanto, no es preciso conocer si la disminución de biomasa quedaría supeditada a que se considere la posibilidad de reparar los bosques degradados. En este estudio se analizan los alcances del marco jurídico mexicano en torno a los objetivos de la estrategia nacional REDD+, concretamente, para la degradación forestal, a partir de que en México el 45% de los bosques muestran evidencia de procesos de degradación. Resultados preliminares sugieren que la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) no establece los alcances de las figuras de daño ambiental, de reparación y de compensación; además, condiciona a que deba ser adverso el daño ambiental, permitiendo suponer que, si el daño causado no es adverso, no se presenta un daño ambiental. En el caso de la disminución de los niveles de biomasa a partir de procesos de degradación forestal, se estaría en el supuesto de que se cumpla la adversidad del acto y que exista la posibilidad de que el bosque pueda ser reparado. Estas características conllevan a reflexionar en los alcances de las figuras de daño ambiental, reparación y compensación para mejorar los bosques degradados. Esta falta de claridad en el marco jurídico ambiental mexicano podría presuponer una debilidad jurídica y política en torno a los alcances de REDD+.

**Palabras clave:** *responsabilidad ambiental; degradación forestal; REDD+.*

### 5.3. Propuesta de agenda para la vinculación internacional del PMC

**Saynes-Santillán Vinisa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: vinisa.saynes@colpos.mx

#### **Resumen**

Parte de la misión del PMC es fomentar el conocimiento del ciclo del carbono en México y su relación con el cambio global para resolver interrogantes que la ciencia y la sociedad demandan. Con el fin de complementar las actividades actuales del PMC, de promover su vinculación internacional y el fortalecimiento de relaciones con diversos actores que permitan el desarrollo de nuevas líneas de acción, se proponen los siguientes temas para la elaboración de una agenda de actividades en la coordinación de relaciones internacionales del PMC: (1) Gestión de proyectos de desarrollo sostenible alineados con los patrones de mitigación compatibles con un incremento de 1.5° C de acuerdo con el Reporte Especial Calentamiento Global de 1.5° C del IPCC (2018). Para ello se propone el seguimiento de la agenda del *Carbon Trust* y de la Iniciativa de Objetivos Basados en Ciencia. El PMC tiene información valiosa del ciclo del carbono y “gases no CO<sub>2</sub>” (óxido nitroso y metano) en el sector energético, forestal y agropecuario y existe un potencial de desarrollo de líneas de acción a este respecto; (2) Vinculación con el sector empresarial con el fin de fortalecer capacidades en materia de mercados ambientales y fomentar el conocimiento y manejo de herramientas para productores, técnicos, estudiantes y académicos. Es necesaria la vinculación del sector académico y de producción con el sector financiero para potenciar los resultados de las investigaciones y crear sinergias con el sector productivo; (3) Vinculación con instituciones como el *World Resource Institute* y sus oficinas en México para la presentación del trabajo del PMC y sus líneas de acción.

**Palabras clave:** *cambio climático; mitigación; relaciones internacionales.*

## 5.4. CABEMAS, avances y perspectivas del proyecto nacional

Sánchez-Sánchez Cristóbal Daniel<sup>1</sup> y Paz-Pellat Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.  
Autor para correspondencia: crisdansanchez@gmail.com

<sup>2</sup>Programa Mexicano del Carbono. Chiconautlan 8, Lomas de Cristo, Texcoco 56225, Estado de México.

### Resumen

Se analizan los resultados de la reactivación del consorcio estudiantil en 2016, en términos de la participación de estudiantes e investigadores de distintas instituciones, así como las perspectivas a futuro y las principales áreas de oportunidad para mejorar el desempeño de dicha organización. Se han impulsado distintos frentes del consorcio, entre los que se encuentran, la difusión a través de la página web y plataformas de internet, llegando a obtener 45 socios activos y miles de seguidores en redes sociales. Asimismo, se han llevado a cabo cursos de capacitación, en los que, tanto instructores como asistentes, han sido miembros CABEMAS. Se han organizado dos escuelas de verano en 2016 y 2018, la última contó con estudiantes de 17 instituciones académicas y de investigación. Asimismo, se ha logrado involucrar a los miembros, en el desarrollo de protocolos de medición, validación y calibración de productos de sensores remotos e inventarios de carbono de proyectos como Mex-Flux y la Red Mexicana de Paisajes Asociados al Ciclo del Carbono y sus Interacciones (REMPACCI), con vistas a continuar ampliando las publicaciones derivadas de estas colaboraciones. Las áreas de oportunidad indican que es necesario consolidar una estructura organizacional menos vertical, que involucrará delegar responsabilidades bajo un esquema regional.

**Palabras clave:** *consorcio estudiantil; academia; interdisciplinariedad; divulgación.*

## 5.5. Derechos del carbono en México: la doble negación

Paz Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

### Resumen

En la implementación en México del mecanismo REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación evitada más conservación, incremento de los almacenes de carbono y manejo forestal sustentable) por parte de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), punto focal para México, se ha argumentado que los derechos del carbono para este mecanismo (caso de la deforestación y degradación forestal, DD) le corresponde al Estado, dado que no tiene sustento jurídico compensar a los productores por dejar de hacer una actividad ilegal. En el caso de la conservación de los bosques, el incremento de los almacenes de carbono (por reforestación o forestación) y el manejo forestal sustentable son susceptibles a recibir incentivos financieros y de otro tipo. Por un lado, la legislación ambiental y forestal permite compensar actividades de conservación y de manejo sustentable y, en el otro, prohíbe actividades que deforesten o degraden a los bosques. El problema de la DD y los derechos asociados a reducciones de emisiones de gases efecto invernadero es la interpretación directa y simple: no incentivar actividades ilegales. Ahora bien, en una visión de lógica simple, deforestar implica No Bosque y degradar implica No Bosque en su versión actual o de referencia (“clímax”). La No DD de REDD+, es simplemente, caso de la deforestación No (No Bosque) = Bosque y para la degradación forestal se tiene No (No Bosque de referencia) = Bosque de referencia. Este planteamiento sustentado sólidamente en lógica simple de argumentación legal plantea que el uso de incentivos financieros por No DD directamente a los productores es legalmente equivalente a pagos por la conservación de los bosques, permitida e incentivada por la CONAFOR.

**Palabras clave:** *conservación; REDD+; actividades ilegales; incentivos financieros.*

## 5.6. Mercados temporales del carbono: banco mexicano del carbono del PMC

**Paz Fernando<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México.  
Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

### Resumen

Uno de los puntos de discusión relacionados a los diferentes instrumentos de los mercados del carbono, regulados y voluntarios, es la permanencia. Se argumenta que los posibles bonos (u otro nombre que se use) de carbono para actividades como el incremento de los almacenes de carbono por prácticas de labranza cero o no deforestar son actividades que deben considerarse como temporales, ya que en el futuro los productores pueden revertir las practicas implementadas. Por otro lado, en la perspectiva de la soberanía nacional, el “congelar” un uso de la tierra a largo plazo (*e.g.* 100 años) reduce las opciones futuras que mejoren la calidad de vida de los productores, impidiéndoles poder tener acceso a usos alternativos de la tierra. Ante este panorama, el Programa Mexicano del Carbono está explorando la implementación de un Banco Mexicano del Carbono (BAMCAR) como un mecanismo que permita obtener compensaciones financieras a plazos anuales, sin comprometer el futuro de los productores y dueños o poseedores de la tierra. Las bases de esta propuesta son la implementación de acciones inmediatas que “ganen tiempo” en las negociaciones en el marco de las convenciones de las Naciones Unidas. BAMCAR funcionaria como un banco normal que recibe depósitos y genera prestamos en función de los depósitos recibidos, pero la moneda de uso sería el carbono. Las operaciones, verificadas, serian anuales y los productores recibirían un pago al final del año (similar al interés por tener ahorrado dinero), el cual sería cubierto por el préstamo del carbono a inversionistas o público general, a una tasa de interés dada (suficiente para el pago al ahorrador y cubrir los costos de intermediación). De esta manera, los compradores de bonos de carbono hacen desembolsos mínimos anuales, sin correr riesgos de reversión de actividades y los productores reciben pagos anuales por las actividades realizadas, sin comprometer su futuro.

**Palabras clave:** *BAMCAR; anualidades; permanencia; ahorros; prestamos.*

## 5.7. Economías locales y mercados del carbono: caso de cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas

Paz Fernando<sup>1</sup> y Libert Antoine<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México

<sup>2</sup>Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México, México

Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

### Resumen

Los mercados del carbono regulados y voluntarios requieren de nuevos productos y estrategias que permitan su expansión, generando confianza entre los participantes. Los riesgos de fraude, reversión de actividades, manejos, etc. de los bonos del carbono son altos y la confianza actual no es suficiente tener incentivos suficientes para invertir. En la perspectiva de los productores y usuarios de los recursos como los bosques, estos buscan obtener ingresos suficientes para mantener o mejorar sus medios de vida, usando diferentes estrategias, pero con serios problemas (pequeños productores) en relación a créditos, asistencia técnica y acceso a mercados, entre otros. En Japón, entre otras partes del mundo, se desarrolló hace algunas décadas los esquemas de *agricultura asistida por la comunidad*, donde los consumidores se asociaron con los productores para obtener productos de consumo, y posible acceso al campo para recreación, de tal forma que los productores recibían el financiamiento para realizar sus actividades y los consumidores productos a precios bajos, pactados con antelación con el productor, y de buena calidad. Este esquema va más allá de la agricultura por contrato, ya que plantea la fusión de los productores y consumidores, al integrar la cadena completa sin intermediarios, generando una moneda local de intercambio basada en el trueque. En este trabajo se plantea un esquema de economía local para el caso de los cafetales bajo sombra en la Sierra Madre de Chiapas basada en esquemas de cafeticultura bajo sombra asistida por los consumidores. Los pilares de la propuesta son la creación de almacenes generales de depósito (AGD), donde los cafetales serán bodegas habilitadas, de tal forma que puedan emitirse bonos de prenda (*moneda de curso legal*) respaldados por la producción de café. Estos bonos de prenda generarían un interés, pago al vencimiento, para el tenedor del mismo. Los bonos de prenda se colocarían en el mercado directo de los consumidores de café, generándole ganancias (mayores a tener su dinero en el banco), además del pago en especie del bono al vencimiento. El bono de prenda estaría respaldado por diversos instrumentos, para generar confianza al consumidor. La propuesta permite potenciar los esquemas tipo comercio justo, con un enfoque de mercados, de tal manera que los márgenes de intermediación de la producción de café se compartan entre el productor y el consumidor.

**Palabras clave:** *asistencia de los consumidores; bonos de prenda; productor; almacén de depósito.*

## 5.8. El reto de la dimensión social en México: hacia un dialogo participativo e incluyente

Libert Antoine<sup>1</sup> y Paz Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México, México

<sup>2</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México

Autor para correspondencia: antoinelibert@hotmail.com

### Resumen

La implementación de la Dimensión Social en las actividades del Comité Científico del Programa Mexicano del Carbono (PMC) ha sido difícil, con pocos resultados, por lo que es necesario el desarrollar nuevas estrategias. La Dimensión Social permite mantener la perspectiva de la gente y la sociedad en las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, en el contexto del ciclo del carbono y sus interacciones, Mas allá de la clásica declaración de intenciones, la praxis de los enfoques multidisciplinarios no es tarea fácil y debe reconsiderarse bajo visiones de investigación-acción, de tal manera que los actores que intervienen en los procesos de cambio puedan participar y ser incluidos en la toma de decisiones y conozcan los efectos de los impactos en sus estrategias y medios de vida. En este trabajo se hace un recuento de los fracasos del PMC en esta área en el contexto de los ecosistemas terrestres y en particular en los bosques. Con este diagnóstico inicial, se discute una agenda de implementación de la Dimensión Social en las actividades del PMC de tal manera que la investigación-acción pueda ser llevada a cabo rutinariamente para generar un dialogo participativo e incluyente.

**Palabras clave:** *investigación-acción; PMC; Comité Científico; multidisciplina*

## 5.9. Integración de carbono y biodiversidad, hacia mercados *premium* del carbono

Paz Fernando<sup>1</sup> y Sánchez Cristóbal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>GRENASER, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México

<sup>2</sup>Posgrado Forestal, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México

Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

### Resumen

Las convenciones sobre biodiversidad y cambio climático de las Naciones Unidas plantean retos importantes para el cumplimiento de sus objetivos, particularmente en relación a medidas compensatorias para incentivar la implementación de sus propuestas. Los mercados del carbono generalmente han estado desligados de los de biodiversidad, por las dificultades de definir medidas de medición/monitoreo, reporte y verificación. Aunque algunos estándares del mercado voluntario tienen certificaciones para incluir la biodiversidad en los bonos de carbono, su implementación no es costo-efectiva. Un problema básico es la liga entre carbono y biodiversidad y la generación de indicadores para medirla. En este trabajo se utiliza el indicador riqueza de especies y grupos funcionales para ser asociado al carbono de los ecosistemas terrestres. La riqueza de especies, que requiere protocolos especializados para su medición, es dependiente del área de muestreo, por lo que no puede tratarse igual al carbono, por su dependencia de escala. Para reducir este problema, se plantea un marco genérico para considerar el efecto de escala en la estimación de la riqueza a través de esquemas de monitoreo forestal comunitario, de tal manera que su implementación sea costo-eficiente, para asociar carbono y biodiversidad para el desarrollo de mercados *premium* del carbono.

**Palabras clave:** *riqueza; especies; grupos funcionales; efecto de escala; monitoreo forestal comunitario.*









**Simposio**  
**Internacional** **del Carbono**  
**en México**  
*Tepic, Nayarit*

**2019**

del 12 al 14 de junio de 2019

