



Compiladores:
 J. Martín Hernández
 Marlen Rojo
 Mariela Fuentes
 Martín Bolaños

Xochimilco, México
 2020



Programa Mexicano del Carbono

MEMORIA

Resúmenes
 Cortos







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

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

XI SIMPOSIO INTERNACIONAL DEL
CARBONO EN MÉXICO

MEMORIA DE
RESÚMENES CORTOS

**J. Martín Hernández, Marlen Rojo,
Mariela Fuentes y Martín Bolaños**
Compiladores

Programa Mexicano del Carbono

Xochimilco, México

Octubre 2020

CONTENIDO

Sección 1

ATMÓSFERA

1

- | | | |
|-----|---|---|
| 1.1 | Emisiones de metano de un biodigestor rústico tipo Batch durante la producción de biofertilizantes | 2 |
| 1.2 | Eficiencia de uso de agua a nivel ecosistema en un paisaje fragmentado de bosque tropical seco | 3 |
| 1.3 | Activación y decaimiento de la respiración del suelo en un gradiente de sucesión ecológica del bosque tropical seco | 4 |
| 1.4 | Monitoreo isotópico de la lluvia para la generación de la línea meteórica local de Ciudad Obregón, Sonora, en el noroeste de México | 5 |
| 1.5 | Emisiones de metano entérico en ganadería bovina en México: la necesidad impostergable de contar con inventarios nacionales precisos, investigación y estrategias viables de mitigación | 6 |
| 1.6 | Efecto de tres plantas sobre las emisiones de metano por fermentación entérica en ganado bovino | 7 |

Sección 2

DIMENSIÓN SOCIAL

9

- | | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | La clasificación de sistemas agroforestales: las contribuciones del café bajo sombra a la sustentabilidad | 10 |
| 2.2 | La descentralización forestal en México en el marco de las prioridades globales sobre carbono | 11 |
| 2.3 | Fertilidad de los suelos cafetaleros bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas, México | 12 |
| 2.4 | Costo de las políticas públicas asociadas al manejo de la roya en los cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas | 13 |

Sección 3

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

15

3.1	Dinámica de la presión parcial de CO ₂ a lo largo del río Usumacinta, México	16
3.2	Carbono orgánico disuelto en dos lagos tropicales de alta montaña, El Sol y La Luna, Nevado de Toluca	17
3.3	Morfometría y estado trófico determinan la biomasa de los macroinvertebrados bentónicos en lagos kársticos tropicales	18
3.4	Variación interanual de la concentración de clorofila a total (1998 a 2018) del lago de Alchichica, Puebla	19
3.5	Estimación de la relación Z _{DS} , turbidez, SST y COP en el río Usumacinta, México	20
3.6	Biomasa del zooplancton de un sistema de lagos kársticos del sureste de México, Chiapas	21
3.7	Dinámica estacional de las fuentes de carbono de los macroinvertebrados bentónicos en arroyos del Río Lacantún	22
3.8	Fijación neta de carbono por pastos marinos (<i>Phyllospadix</i> spp.) en una isla del Pacífico Mexicano	23
3.9	Distribución vertical de algunas variables del sistema de carbono en el límite superior de la alberca cálida del Pacífico tropical mexicano	24
3.10	Hacia el acoplamiento Energía-Agua-Carbono: perspectiva de promedios de largo plazo	25
3.11	Distribución de Pterópodos en el Golfo de México: los centinelas de la acidificación oceánica	26
3.12	Evaluación de los flujos de CO ₂ entre el agua de mar y el aire en las Bahías de Manzanillo y Santiago, México	27

Sección 4

ECOSISTEMAS COSTEROS

29

4.1	Caída de hojarasca y flujo de carbono de <i>Avicennia germinans</i> en el manglar de Tumulco	30
4.2	Mapas de distribución espacial de carbono orgánico del suelo en manglares de zonas áridas utilizando imágenes de vehículos aéreos no tripulados	31

4.3	Color como indicador de concentración de carbono en sedimentos de manglar: Caso de El Playón	32
4.4	Evaluación retrospectiva de inventarios de Carbono Azul en áreas de manglar del Pacífico mexicano (Mazatlán, Sinaloa)	33
4.5	Características morfométricas y almacenes de carbono aéreo de tres paisajes de pastos marinos de Yumbalam	34
4.6	Concentración de carbono orgánico en sedimentos de manglar de una laguna antropizada	35
4.7	Cronologías recientes con ^{210}Pb para el estudio de la acumulación de carbono azul en sedimentos de sistemas costeros de México	36
4.8	Dinámica del carbono inorgánico disuelto en Bahía de los Ángeles, Golfo de California, México	37
4.9	Producción bacteriana de carbono en ecosistemas acuáticos	38
4.10	Complejidad estructural y oleaje como componentes asociados a la variabilidad de los almacenes de carbono en pastos marinos	39
4.11	Potencial del almacenamiento de carbono en suelo de los manglares del noroeste de México	40
4.12	Sedimentación y carbono orgánico en manglares de la Península de Yucatán	41
4.13	Floculación de materia orgánica disuelta fluvial al mezclarse con agua de mar en la costa	42
4.14	Variabilidad anual del estado de saturación de aragonita en una bahía naturalmente acidificada	43
4.15	Probando un sensor comercial de pH para su uso en la zona costera	44
4.16	Almacén de carbono en sedimentos en una zona de restauración ecológica	45
4.17	Contribución de carbono de las algas verdes calcáreas en la costa norte de Yucatán, México	46

Sección 5

ECOSISTEMAS MARINOS

47

5.1	Carbonato de calcio en una bahía tropical subóxica/anóxica del Golfo de California	48
-----	--	----

5.2	Variación de los grupos, biomasa y carbono del fitoplancton como respuesta a la contaminación por petróleo en mesocosmos	49
5.3	Intercambio de CO ₂ océano-atmósfera frente a la desembocadura del río Balsas, México (Pacífico tropical mexicano)	50
5.4	Determinación vertical de la dinámica del sistema de carbono en una estación oceánica en Manzanillo	51
5.5	Caracterización mineralógica de los carbonatos de algas coralinas de la Bahía de La Paz, BCS	52
5.6	Energy, water, and CO ₂ air-sea exchange from a coastal lagoon in the Gulf of California	53
5.7	Efecto del río Copalita sobre el sistema de carbonatos en la zona costera de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México	54
5.8	Flujos de CO ₂ entre aire-agua en la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo, México	55
5.9	Magnitud de la Productividad Primaria, de los flujos de carbono orgánico y de la eficiencia de la Producción Exportada en los mares mexicanos	56
5.10	Climatología del Golfo de Tehuantepec y su efecto en el aprovechamiento del carbono inorgánico disuelto en la actividad biológica en cuatro bahías del Parque Nacional Huatulco, durante la temporada de Tehuanos, 2020	57
5.11	Dinámica del sistema de carbono en la columna de agua en el Sistema Frontal de Baja California Sur durante julio-agosto del 2019	58
5.12	Carbono antropogénico en el Pacífico frente a México	59
5.13	Comparación costa-océano del carbono inorgánico disuelto y alcalinidad total en mayo 2019 al norte de Sinaloa	60

Sección 6

ECOSISTEMAS TERRESTRES 61

6.1	Servicios ecosistémicos en suelos del ejido Ojo de Agua de los Montes, Aguascalientes	62
6.2	Reservorios de biomasa y carbono aéreo en el bosque templado de la microcuenca del Río Hueyapa, Guerrero, México	63
6.3	Ecuaciones alométricas para la distribución de biomasa aérea de <i>Piscidia piscipula</i> en Campeche, México	64

6.4	Cambio de uso de suelo y cambio climático en Coatepec, Ixtapaluca, Estado de México	65
6.5	La heterogeneidad del estrato arbóreo modifica la descomposición del mantillo en un bosque de oyamel	66
6.6	Patrón geográfico de la transformación de N en los suelos urbanos y rurales	67
6.7	Microhongos asociados a carbono orgánico en suelo del Parque Sierra de Guadalupe, centro de México	68
6.8	Estimación del carbono orgánico en suelos forestales de Tlahuapan, Puebla	69
6.9	Almacén de carbono orgánico en suelos semiáridos de Puebla, México	70
6.10	Estimación de carbono en ecosistemas forestales de pino (<i>Pinus oocarpa</i>) en ejidos de Cintalapa, Chiapas	71
6.11	Contenido de carbono y nitrógeno del suelo y mantillo en dos manejos forestales en la Sierra Norte de Oaxaca	72
6.12	Carbono almacenado en biomasa arbórea del bosque templado de Capulálpam de Méndez, Oaxaca, México	73
6.13	Distribución espacial del carbono atmosférico fijado en los suelos de Milpa Alta, CDMX	74
6.14	Pérdida de carbono orgánico total en rasgos de erosión acelerada en el volcán Acopixaco, CDMX	75
6.15	Dynamics of spatially-integrated soil moisture and phenology in an early successional tropical dry forest	76
6.16	Estimación de indicadores de Productividad Primaria en ecosistemas semiáridos: trasladando modelos locales a la extensión de los ecosistemas	77
6.17	Una nota de precaución para los meta análisis de la dinámica del carbono orgánico de los suelos	78
6.18	Índice de área foliar efectiva e índices de transmisión de luz en dos sitios de bosque tropical seco con diferente estado de sucesión ecológica en el noroeste de México	79
6.19	Implicaciones del cambio de uso y cobertura de suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono en biomasa aérea en regiones áridas del Noroeste de México	80
6.20	Indicadores de degradación biológica del suelo en zonas áridas del norte de México: efectos estacionales y de cambio de uso de suelo sobre su funcionalidad	81

6.21	Variación temporal de la respiración del suelo en matorrales xerófilos y campos agrícolas en el sureste del estado de Coahuila	82
6.22	Almacenes de carbono orgánico del suelo en humedales ribereños y tierras altas adyacentes	83
6.23	Carbono en el sistema agua-sedimento-suelo a lo largo de la subcuenca del río Nexapa, Puebla	84
6.24	Índices de vegetación y productividad en un bosque tropical seco del noroeste de México	85
6.25	Contribución de los sistemas silvopastoriles al almacenamiento de carbono en la región Costa Sur de Jalisco, México	86
6.26	Estabilización del carbono orgánico del suelo: estudio de caso	87

Sección 7

SISTEMAS AGROPECUARIOS 89

7.1	Concentraciones de carbono orgánico en suelos con nopales cultivados y silvestres en San Nicolás Tetelco, Ciudad de México	90
7.2	Cambios de carbono orgánico del suelo en sistemas de cultivo de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	91
7.3	Almacén de carbono en un sistema agroforestal de café bajo sombra en Oaxaca, México	92
7.4	Labranza de conservación: efecto en la labilidad de las fracciones de carbono orgánico del suelo	93
7.5	Propuesta de un Sistema para el cálculo de Captura de Carbono Aéreo en Café (SICCACC)	94
7.6	Fertilidad y almacén de carbono en el suelo en dos sistemas de producción: plantación forestal y cultivo de maíz	95
7.7	Almacén de carbono en el suelo de huertos de aguacate con diferente manejo de fertilización	96
7.8	Efecto de cultivos perennes sobre MOS y actividad microbiana en suelos cañeros en Amatlán, Veracruz	97
7.9	Carbono almacenado en sistemas agroforestales de café en Ixhuatlán del Café, Veracruz	98
7.10	Respuesta vegetal y microbiana al cambio de fertilizantes en un cultivo de amaranto (<i>Amaranthus</i> sp.)	99

7.11	Cambios en la materia orgánica, pH y fósforo provocados por la quema agrícola en el Valle de Mexicali, Baja California	100
7.12	Acumulación de COS en sistemas de producción cereal-cereal con prácticas de agricultura de conservación en <i>Vertisoles</i> de Guanajuato	101
7.13	Desempeño de parcelas experimentales de 50 m ² para la manipulación de la temperatura nocturna en agroecosistemas	102

A black and white landscape painting. In the foreground, a calm river reflects the sky and the trees. A line of tall, slender, conical trees, possibly cypresses, stands along the bank. The background shows a hazy, distant landscape with more trees and hills. The overall style is soft and atmospheric.

Sección 1
ATMÓSFERA

1.1. Emisiones de metano de un biodigestor rústico tipo Batch durante la producción de biofertilizantes

López-Rodríguez Néstor I.¹; Medina-Orozco Lenin E.¹ y Sánchez-Duque Alexander¹

¹Tecnológico Nacional de México/I.T Valle de Morelia. Carretera Morelia Salamanca km 6.5. C.P 58100. Morelia, Michoacán, México.
Autor para correspondencia: nestor.ignacho96@hotmail.com

Resumen

Un biodigestor es un sistema de fermentación anaerobia cerrado herméticamente y puede ser llenado con residuos agropecuarios como esquilmos, follaje, estiércol, etc., con la finalidad de obtener biofertilizante sólido y líquido. Este tipo de bioabono contiene una gran cantidad de nutrientes y puede servir como fijador de N, movilizador de P y producir sustancias activas, además de producir biogás en una proporción aproximada de 45-55 % de CH₄, 30-40% de CO₂ y 5-15% de N₂, estos gases se pueden usar como generador de energía, debido a su alto contenido de CH₄. Uno de los problemas con este sistema, surge cuando se utiliza solamente para la obtención del biofertilizante y el gas es liberado contribuyendo al enriquecimiento de carbono atmosférico. El objetivo fue medir el metano liberado en la producción de biofertilizantes por biodigestión. Se probó un biodigestor rústico tipo Batch, con una mezcla de 78 L de estiércol y agua y dejando un espacio vacío de 50 L para recuperar el gas. El proceso de formación del biofertilizante duró aproximadamente 120 días, obteniendo de la mezcla de gases un 80% de CH₄ y el restante 20% se consideran una mezcla de CO₂, vapor de H₂O y otros gases. Se concluye que por cada litro de biofertilizante se producen 5.6 L de metano o 139.8 L de CO₂ eq son emitidos a la atmósfera. Es importante revalorar los beneficios de los biofertilizantes producidos bajo este sistema versus su contribución de carbono a la atmósfera.

Palabras clave: *biodigestión; biogás; CO₂ equivalente; contaminación.*

1.2. Eficiencia de uso de agua a nivel ecosistema en un paisaje fragmentado de bosque tropical seco

Rojas-Robles Nidia¹; Garatuza-Payan Jaime¹ y Yépez Enrico A.¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, Colonia Centro, CP.85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.
Autor para correspondencia: nerojasrobles@gmail.com

Resumen

Las mediciones de intercambio neto del ecosistema y de vapor de agua entre la atmósfera y los ecosistemas a través de la técnica de covarianza de vórtices, proveen valores de producción primaria bruta (GEP) y evapotranspiración (ET) a nivel ecosistema. A la razón de estas dos últimas variables representa la eficiencia de uso de agua a nivel ecosistema (WUE). Esta métrica es un indicador del acoplamiento de los ciclos del carbono y agua en los ecosistemas, entender la relación entre ambos ciclos es una pregunta importante en la investigación relacionada al cambio global, puesto que los cambios en uno se propagan directamente hacia otro. El bosque tropical seco es un ecosistema con extensa distribución en México, pero constantemente bajo amenaza, se piensa que el ~70% ya ha sido convertido a otros usos de suelo, dejando como resultado un paisaje fragmentado. Los ecosistemas están cambiando su dinámica debido al cambio climático global y al régimen de disturbio antropogénico, por lo tanto, el objetivo de este estudio es conocer la eficiencia de uso del agua y su variabilidad en un gradiente de sucesión de BTS en el noroeste de México, a escala horaria, diaria, así como los factores ambientales que mayormente se asocian a su dinámica durante la estación húmeda (junio-noviembre). La WUE en promedio fue 2.8, 1.86 y 2.04 para un bosque maduro, para una sucesión secundaria media y para una sucesión secundaria temprana respectivamente, donde a escala diaria WUE se relacionó más con el déficit de presión de vapor y a escala horaria con la radiación neta. El bosque maduro presentó más eficiencia de uso de agua ya que los valores de GEP fueron más altos y la ET casi igual a la PPT, seguido de la sucesión temprana, por lo tanto, el estado de sucesión sí modula el grado de asociación de WUE con las variables ambientales, aunque estas no cambiaron en espacio, pero sí en tiempo. La fuerza de la relación entre GEP y ET se mantuvo en todo el gradiente independientemente del estado de sucesión ecológica del bosque.

Palabras clave: *covarianza de vórtices; productividad primaria gruesa; evapotranspiración; sucesión ecológica secundaria.*

1.3. Activación y decaimiento de la respiración del suelo en un gradiente de sucesión ecológica del bosque tropical seco

Vargas-Terminel Martha L.¹; Sánchez-Mejía Zulia M.¹; Robles Morua Agustín^{1,2}; Chávez-Vergara Bruno M.^{3,4}; Garatuza-Payan J.^{1,2}; Rojas-Robles Nidia E.¹ y Yépez Enrico A.^{1*}

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

²Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Sede Regional Sur de Sonora, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

⁴Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

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

Resumen

El bosque tropical seco (BTS) tiene una amplia distribución en el trópico, siendo una de las características más notables su marcada estacionalidad causada por la variabilidad de los eventos de precipitación. Este ecosistema se encuentra entre los más amenazados por el cambio de uso de suelo producto de las presiones antrópicas. Esto ha provocado la formación de un mosaico de estados de sucesión ecológica, que plantean un reto para la comprensión de los diversos procesos funcionales dinámicos que determinan la productividad neta del ecosistema. La respiración del suelo (R_s) es un importante componente del ciclo del C debido a que aporta a la emisión de importantes cantidades de CO_2 hacia la atmósfera como resultado del metabolismo y respiración de las plantas (i.e. raíces) y de los microorganismos presentes en el suelo. Sin embargo, se desconoce su variabilidad interanual, sobre cómo distintos controles biofísicos ejercen control sobre la tasa de activación y decaimiento de este flujo durante la temporada de lluvias y como se modifica en distintos estados de sucesión ecológica del bosque. El presente trabajo incorpora el análisis de 4 años (2015, 2016, 2017 y 2019) de mediciones mensuales de R_s en un gradiente de sucesión ecológica del BTS en el Noroeste de México, con el fin de analizar las magnitudes de la R_s y evaluar las posibles diferencias en las tasas de activación y decaimiento de la R_s ante la variación interanual de la precipitación y el estado de sucesión del bosque. Durante los años de estudio, se observó que la R_s sigue el patrón de los eventos de precipitación, pero existen diferencias notables en los coeficientes de activación y decaimiento de la R_s entre años con diferentes cantidades de lluvia, así como en los distintos estados de sucesión. Finalmente, la variación en la activación y decaimiento de R_s entre los sitios y años de estudio sugieren diferentes asociaciones con variables de control biofísico.

Palabras clave: *biogeociencias; Álamos Sonora; cámaras estáticas; flujo de CO_2 .*

1.4. Monitoreo isotópico de la lluvia para la generación de la línea meteórica local de Ciudad Obregón, Sonora, en el noroeste de México

Reyes-Hernández Mayte F.¹; Castro-López J. A.¹; Tarín Tonantzin²; Garatuza-Payan J.^{1,3}; Encinas-Yépiz David H.¹ y Yépez Enrico A.^{1,3,*}

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

²University of Delaware, Department of Plant and Soil Sciences, Newark, USA.

³Sede Regional Sur de Sonora, Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

*Autor para correspondencia: enrico.yepetz@itson.edu.mx

Resumen

El monitoreo isotópico de la lluvia en regiones con poca exploración hidrológica en México es de vital importancia para conocer la capacidad de recarga de los acuíferos y el control que ejercen los ecosistemas para este fin. El desarrollo de una línea meteórica local (LMWL) para “regiones críticas” (critical zones) es de utilidad para contar con una línea base de valores isotópicos para la construcción de “*isoscapes*” (mapas isotópicos) que ayuden a describir las variaciones espacio-temporales de distintos procesos ecohidrológicos en función de la variabilidad isotópica y bioclimática. En este trabajo se presenta un primer análisis de la variación isotópica de la lluvia colectada sistemáticamente en Ciudad Obregón Sonora, México (27.511850, -109.956316) entre julio de 2014 y septiembre de 2018. De este periodo se analizó la composición isotópica $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^2\text{H}$ de un total de 80 muestras de lluvia colectadas en recipientes capacitados para evitar la evaporación. La pendiente de la línea meteórica local resultante fue de 6.97 con un intercepto de 2.10 ($R^2 = 0.95$). En el reporte destacamos la influencia de huracanes, frentes fríos y eventos hídricos anómalos que sucedieron durante el periodo de estudio y mostraron diferentes dispersiones en el ambiente isotópico de la LMWL. Esta primera aproximación isotópica de la lluvia en una región semiárida del noroeste de México aporta conocimiento para entender la influencia del Monzón de Norte América en los recursos hídricos de la región y la función ecosistémica, además de ofrecer una línea base para la validación de modelos geoestadísticos que puedan mejorar la resolución de *isoscapes* que sirvan de apoyo en el manejo de los recursos hídricos.

Palabras clave: *ecohidrología; isotopos estables; oxígeno 18; deuterio; mapas isotópicos.*

1.5. Emisiones de metano entérico en ganadería bovina en México: la necesidad impostergable de contar con inventarios nacionales precisos, investigación y estrategias viables de mitigación

Vázquez-Carrillo María Fernanda¹; Kebreab Ermias²; González-Ronquillo Manuel³ y **Castelán-Ortega Octavio Alonso**³

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

²Department of Animal Science, University of California, Davis, Estados Unidos.

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Autor para correspondencia: oaco2002@yahoo.com.mx.

Resumen

El sector ganadero contribuye al calentamiento global con el 18% de la emisión antropogénica total de gases de efecto invernadero (GEI), estas emisiones tienen su origen en la producción y procesamiento de alimento para el ganado, el uso de tierra, la fermentación entérica y el manejo de desechos de los animales. Gracias a su eficiente sistema digestivo los rumiantes pueden aprovechar una gran diversidad de plantas forrajeras, y transformarla en alimentos de alto valor biológico para la humanidad, no obstante, como resultado de este proceso se pierde parte de la energía consumida por el animal en forma de gas metano. Al año 2018, México contaba con un inventario de casi 32 millones de cabezas de ganado bovino, el cual generaba alrededor de 2039.21 ± 205.5 Gg CH₄ al año, ocupando el octavo lugar de los países productores de metano a nivel mundial. Es por lo anterior que es importante conocer e identificar los factores que intervienen en la emisión de metano por fermentación entérica, para mejorar la eficiencia de utilización de la energía de los alimentos por parte del ganado, así como obtener herramientas para la generación de inventarios precisos de este gas, con el objetivo de desarrollar **estrategias de mitigación de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado bovino en México, tales como la inclusión de plantas taníferas en la alimentación animal, y así diseñar e implementar** políticas públicas adecuadas al contexto ganadero del país. En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo informar sobre la importancia de la utilización de diferentes herramientas de investigación para la obtención de datos precisos y adecuados sobre la emisión de gases de efecto invernadero con miras a desarrollar políticas públicas de mitigación de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado bovino en México. Es claro que entre más información se obtenga del sector ganadero, respecto a las variantes involucradas en la producción de metano se pueden reemplazar las aproximaciones cualitativas por cuantitativas y refinar los valores de los diferentes parámetros implicados en los modelos de predicción de emisiones, aumentando la precisión y reduciendo la incertidumbre de los inventarios.

Palabras clave: *ganado; metano; inventario; alimentación; mitigación.*

1.6. Efecto de tres plantas sobre las emisiones de metano por fermentación entérica en ganado bovino

Vázquez-Carrillo María F.¹; Montelongo-Pérez Hugo D.²; González-Ronquillo Manuel²; Castillo-Gallegos Epigmenio¹ y Castelán-Ortega Octavio A.²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del estado de México. Instituto Literario 100, Colonia Centro, Toluca, CP 50000, Estado de México.

Autor para correspondencia: mafervc@comunidad.unam.mx

Resumen

Los objetivos del estudio fueron evaluar *in vivo*: 1) el efecto antimetanogénico de *Cymbopogon citratus* (CC), *Matricaria chamomilla* (MC) y *Cosmos bipinnatus* (CB) en ganado bovino alimentado con una dieta de finalización (forraje 19.4: concentrado 80.6) y 2) el efecto de niveles crecientes de inclusión de CC, 0%, 2%, 3% y 4%, en el consumo diario de materia seca (CMS) en ganado bovino alimentado con una dieta baja en concentrado (forraje 49.3:concentrado 50.7); sobre el CMS, digestibilidad, emisión y rendimiento de metano (CH₄). Para lo anterior, se realizaron dos experimentos: 1) se utilizaron 8 novillos Charolais × Pardo Suizo distribuidos en un diseño de cuadrado latino (CL) 4 × 4 repetido dos veces, los tratamientos experimentales fueron: a) dieta control (CO), b) CO + 365 g de materia seca (MS) d⁻¹ CB, c) CO + 365 g MS d⁻¹ MC y d) CO + 100 g MS d⁻¹ CC. Y 2) se utilizaron 4 novillos Charolais × Pardo Suizo distribuidos en un diseño de CL 4 × 4. Se concluyó que 100 g MS d⁻¹ de CC y 365 g MS d⁻¹ CB redujeron el rendimiento de CH₄ (g CH₄ kg MS⁻¹) ($P \leq 0.05$) y en el experimento 2, la suplementación de CC a niveles superiores del 2% inclusión en la dieta, puede reducir la producción diaria de CH₄ pero a expensas de reducir la digestibilidad de la MS y las fracciones de fibra de la dieta.

Palabras clave: metano; mitigación; *Cosmos bipinnatus*; *Cymbopogon citratus*; *Matricaria chamomilla*.

A black and white painting of a landscape. In the foreground, a body of water reflects the sky and the trees. A row of tall, thin, conical trees stands in the middle ground, their reflections clearly visible in the water. The background shows a hazy, distant landscape with more trees and a low horizon line. The overall style is soft and atmospheric, with a focus on light and shadow.

Sección 2

DIMENSIÓN
SOCIAL

2.1. La clasificación de sistemas agroforestales: las contribuciones del café bajo sombra a la sustentabilidad

Libert-Amico Antoine¹

¹Programa Mexicano del Carbono, Chiconautla 8A. Lomas de Cristo, C.P. 56225. Texcoco, Estado de México, México.
Autor para la correspondencia: antoinelibert@hotmail.com

Resumen

Los sistemas agroforestales tienen un importante potencial para mitigar el cambio climático y fortalecer la adaptación local. Sin embargo, sus aportes potenciales son pocos reconocidos, y aun existen pocos incentivos para respaldar quienes practican agroforestería y escalar los beneficios ambientales y sociales de los sistemas agroforestales. Siendo una combinación de actividades que conjuntan agricultura, ganadería y silvicultura, la agroforestería tiende a caer entre las grietas de las políticas sectoriales. Al mismo tiempo, es una forma de manejo del territorio que es altamente diversa: las aportaciones de los diferentes sistemas agroforestales en la provisión de servicios ecosistémicos y de co-beneficios sociales aun requiere más investigación. En este escrito se presenta una clasificación de sistemas agroforestales con base en el ejemplo de la cafecultura. Tras presentar una caracterización del gradiente de intensificación de la producción cafetalera, el escrito aborda uno de los desafíos principales para escalar las buenas prácticas de la agroforestería, que es la falta de cadenas de valor para los productos agroforestales. Con base en el ejemplo de los sistemas agroforestales de café bajo sombra, se plantean pautas para una investigación colaborativa que permita la valoración de cadenas de valor para la sustentabilidad y la equidad.

Palabras clave: *sistemas agroforestales; café; servicios ecosistémicos; cadenas de valor.*

2.2. La descentralización forestal en México en el marco de las prioridades globales sobre carbono

Libert-Amico Antoine¹

¹Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Bogor, Indonesia.
Autor para correspondencia: antoinelibert@hotmail.com

Resumen

El énfasis reciente en el papel de los bosques tropicales para enfrentar el cambio climático ha hecho más relevante que nunca los debates sobre la descentralización forestal. Discusiones sobre gobernanza multinivel, policentricidad y enfoques ‘anidados’ a la gobernanza giran alrededor de la pregunta ¿quién tiene el mandato sobre los bosques? Diferentes niveles de gobierno, junto con actores privados y de la sociedad civil (empresas, organizaciones no-gubernamentales, pueblos indígenas y comunidades locales), compiten por los derechos de propiedad y manejo de los paisajes forestales, y estas decisiones tienen impactos cruciales en el cambio del uso del suelo y el futuro de los bosques. En aras de difundir investigación internacional de relevancia para actores nacionales, este escrito resume los hallazgos para México de un estudio comparativo entre cinco países (Indonesia, México, Perú, Tanzania, y Vietnam), realizado por el Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Dicha investigación sobre las relaciones entre los niveles de gobierno busca comprender como el carbono forestal (entendido como el manejo forestal para beneficios climáticos, principalmente maximizar el secuestro de carbono y reducir las emisiones por pérdidas forestales) ha influenciado la descentralización y el papel de los gobiernos subnacionales en promover soluciones prácticas para el uso del suelo. En este escrito, extraemos del estudio comparativo entre países los resultados de México para aportar a una discusión continua sobre el manejo del paisaje y la toma de decisiones sobre los almacenes de carbono del país. Encontramos que el carbono forestal opera dentro de los espacios creados por las dinámicas de poder existentes que enmarcan la manera en la cual las transferencias de atribuciones son implementadas.

Palabras clave: *descentralización; manejo forestal; carbono forestal; gobernanza.*

2.3. Fertilidad de los suelos cafetaleros bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas, México

Velázquez-Rodríguez Alma S.¹ y Paz-Pellat Fernando²

¹Facultad de Ciencias. Campus El Cerrillo, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.

²GRENASER, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

Autor para correspondencia: almaver22@uaemex.mx

Resumen

Los suelos cafetaleros son uno de los factores críticos en la productividad de este cultivo. En la campaña del Programa Mexicano del Carbono para conservar la sombra de los cafetales de la Sierra Madre de Chiapas, se realizaron 233 sitios de muestreo de suelos (0-30 cm) para realizar un análisis básico de fertilidad y revisar la existencia de restricciones. Las variables que se analizaron fueron textura del suelo, conductividad eléctrica, materia orgánica, pH, fósforo, potasio y nitrógeno inorgánico. Para la evaluación de la fertilidad, se estableció un semáforo de restricciones: verde, amarillo y rojo, en cada sitio con cafetales. Los resultados muestran que, en lo general, las restricciones en la fertilidad de los suelos cafetaleros son mínimas, producto de los disturbios experimentados en la estructura de la selva o bosque, así como a la extracción selectiva de nutrimentos, por algunos cultivos asociados al cafetal. El contenido de carbono orgánico del suelo en cafetales de la Sierra Madre de Chiapas, asemeja las condiciones de bosques y selvas maduras.

Palabras clave: *análisis básico de fertilidad; semáforo de restricciones; materia y carbono orgánico; productividad; cafetales.*

2.4. Costo de las políticas públicas asociadas al manejo de la roya en los cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas

Paz-Pellat Fernando¹

¹GRENASER, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

La roya del cafeto ha provocado una reducción de la producción del café en la región de la Sierra Madre de Chiapas. Los gobiernos estatal y federal han promovido una respuesta a la crisis, consistente en la introducción de nuevas variedades y estructuras de los cafetales, tales como cambios en los insumos y prácticas culturales, que alteran el modo de vida de los productores. En este trabajo se presenta un análisis de los costos asociados a los cambios introducidos, a través de los mercados voluntarios del carbono, para evaluar los costos de la mala adaptación propuesta. Los resultados muestran pérdidas importantes para los productores, al asumir los cambios incentivados con apoyos gubernamentales, dejando en evidencia los costos de malas políticas públicas, sin considerar los impactos en el cambio climático y la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos.

Palabras clave: *mercados del carbono; biomasa viva y suelo; tipología de cafetales; cambios de los almacenes.*

A black and white painting of a landscape. In the foreground, a body of water reflects the sky and the trees. A line of tall, thin, conical trees stands in the middle ground, with their reflections clearly visible in the water. The background shows a hazy, distant landscape with more trees and a low horizon line. The overall style is soft and atmospheric, typical of a watercolor or pastel painting.

Sección 3

ECOSISTEMAS
ACUÁTICOS

3.1. Dinámica de la presión parcial de CO₂ a lo largo del río Usumacinta, México

Soria-Reinoso Ismael¹; Alcocer Javier.²; Oseguera Luis A.²; Aucancela Renato; Cuevas-Lara Daniel¹; Cortés-Guzmán Daniela¹; Merino-Ibarra Martín³; Ramírez-Zierold Jorge³ y Díaz-Valenzuela Julio³

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

²Grupo 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.

³Unidad 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 río Usumacinta es el principal sistema fluvial de México. Se asume que debe tener un papel importante en la evasión de CO₂ hacia la atmósfera, sin embargo, no existe información previa disponible para verificar/ratificar al respecto. El objetivo de este estudio fue estimar la presión parcial de CO₂ (pCO₂) a lo largo de la porción mexicana (cuencas media y baja) del río Usumacinta en dos épocas hidrológicas contrastantes (temporada de lluvias TL y secas TS). La pCO₂ fluctuó entre 463 y 6655 ppm, con un promedio total para ambas temporadas de 2782 ± 1563 ppm, valor inferior al promedio global de pCO₂ medido en ríos tropicales (3600 ppm). Todas las estaciones a lo largo del río Usumacinta presentaron condiciones de sobresaturación de CO₂ con respecto al equilibrio atmosférico, lo cual indica que el río Usumacinta presenta un metabolismo heterotrófico y constituye un emisor neto de CO₂, sin diferencias significativas entre la cuenca media y baja y tampoco entre las temporadas de lluvias y secas. Durante el estiaje se observó un efecto importante de disminución de la pCO₂ con el aumento de la salinidad en las estaciones cercanas a la desembocadura del río.

Palabras clave: *evasión de CO₂; fuente de CO₂; pCO₂; Usumacinta; México.*

3.2. **Carbono orgánico disuelto en dos lagos tropicales de alta montaña, El Sol y La Luna, Nevado de Toluca**

Aucancela Renato¹; Alcocer Javier²; Soria-Reinoso Ismael¹; Oseguera Luis A.² e Ibarra Diana¹

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

²Grupo 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 Sol y La Luna son los únicos lagos de alta montaña en México. Para constituir ecosistemas centinelas de cambio climático a nivel regional es preciso conocer, entre otras características, la dinámica del C en sus aguas. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la dinámica temporal a lo largo de un ciclo anual de la concentración de carbono orgánico disuelto (COD) en los lagos El Sol y La Luna. La concentración de COD en El Sol fluctuó de 2.4 a 5.2 mg L⁻¹ y en La Luna de 0.2 a 0.7 mg L⁻¹. El COD en El Sol fue ~8 veces mayor (3.3±0.7 mg L⁻¹) que en La Luna (0.4±0.1 mg L⁻¹), posiblemente debido que el primero presenta condiciones de oligotrofia en comparación con la ultraoligotrofia de La Luna, así como un área de captación ~9 veces mayor. Esto, sumado a varios factores, como mayor presencia de ganado de campo, turistas e introducción de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en El Sol, favorecería el incremento en la productividad y concentración de COD. El COD presentó sus valores máximos en abril a inicios de la temporada de lluvias, lo cual podría tener su explicación en el mayor arrastre de materia orgánica del área de drenaje. La baja concentración de COD de El Sol y La Luna corresponde a los lagos de alta montaña transparentes, fríos, de pH ácido, con bajo contenido de sales minerales y nutrientes y su baja productividad primaria.

Palabras clave: COD; Nevado de Toluca; Estado de México.

3.3. Morfometría y estado trófico determinan la biomasa de los macroinvertebrados bentónicos en lagos kársticos tropicales

Jiménez-Sánchez Elías¹; Alcocer Javier²; Cortés-Guzmán Daniela¹ y Oseguera Luis A.²

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

²Grupo 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: eliasjimenez@ciencias.unam.mx

Resumen

Los lagos del noroeste del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”, Chiapas, presentan un proceso de eutrofización antropogénica, mientras que los lagos de la porción sureste permanecen conservados (oligotróficos). Se evaluó la respuesta de la biomasa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos (MIB) a la eutrofización comparando lagos impactados (eutróficos) con no impactados (oligotróficos). El contenido de materia orgánica y carbono elemental de los sedimentos fue mayor en los lagos no impactados que en los impactados, sugiriendo que el carbono de fuentes alóctonas supera al de fuentes autóctonas. La biomasa promedio global de los MIB fue de $43.4 \pm 72.6 \text{ mg C m}^{-2}$, variando ampliamente entre $0.4 \pm 0.7 \text{ mg C m}^{-2}$ (lago profundo y oligotrófico) y $229.6 \pm 53.5 \text{ mg C m}^{-2}$ (lago somero y mesotrófico). Aunque no se encontraron diferencias estadísticas en la biomasa de los MIB entre lagos impactados ($81.47 \pm 114.45 \text{ mg C m}^{-2}$) y no impactados ($24.3 \pm 34.05 \text{ mg C m}^{-2}$), sí fue significativamente superior en los lagos someros ($122.42 \pm 122.68 \text{ mg C m}^{-2}$) respecto a los profundos ($20.76 \pm 32.12 \text{ mg C m}^{-2}$). Esto indica que la biomasa de MIB no es una función directa del estado trófico, sino que es determinada por múltiples variables entre las que la morfometría lacustre (p.ej., profundidad) es relevante al influir sobre el patrón térmico de los lagos (circulación y estratificación) que a su vez determina, entre otras variables, la concentración de oxígeno disuelto.

Palabras clave: *Parque Nacional “Lagunas de Montebello”; Chiapas; México; eutrofización.*

3.4. Variación interanual de la concentración de clorofila a total (1998 a 2018) del lago de Alchichica, Puebla

Guadarrama-Hernández Sandra¹; Alcocer Javier²; Cuevas-Lara Daniel¹; Oseguera-Pérez Luis² y Quiroz-Martínez Benjamín³

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

²Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

³Laboratorio de Ecología Numérica y Análisis de Datos, Unidad Académica Ecología y Biodiversidad Acuática. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C. P. 04510, Ciudad de México.

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

Resumen

La dinámica a largo plazo de la biomasa fitoplanctónica en los cuerpos acuáticos tropicales ha sido poco estudiada particularmente en lagos tropicales. Con el objetivo de analizar la tendencia a largo plazo en biomasa fitoplanctónica en Alchichica, un lago tropical, oligotrófico y monomítico cálido, se analizaron 250 perfiles procedentes de 20 años (1998-2008) de muestreos mensuales de la concentración integrada por unidad de área de clorofila-a (Clor-*a*), radiación fotosintéticamente activa (PAR), temperatura y oxígeno disuelto. Los valores integrados por unidad de área de la Clor-*a* variaron entre 925.16 y 14.71 mg m⁻² con un promedio de 213.27 ± 184.55 mg m⁻². A escala anual (variación estacional) se encontraron tres picos de Clor-*a*, el primero asociado al florecimiento invernal de diatomeas durante el periodo de circulación del lago, el segundo asociado al florecimiento de la cianobacteria *Nodularia aff. spumigena* durante la estratificación temprana y el tercero relacionado con la formación en el metalimnion de un máximo profundo de clorofila (DCM), a lo largo de la estratificación bien establecida y parte de la tardía. A escala interanual se detectaron dos oscilaciones para la Clor-*a*, la primera con una señal aproximada de un año, que corresponde a la variación de mezcla y estratificación correspondiente al patrón térmico de monomixis cálida característico del lago Alchichica y la segunda con una frecuencia de dos años (bienal) donde los años pares presentaron una mayor concentración de Clor-*a* que los años impares, señal que se ve disminuida a partir de aproximadamente en 2008, probablemente asociada a agentes forzantes externos tipo ENOS.

Palabras clave: biomasa fitoplanctónica; investigación ecológica a largo plazo; monomixis cálida; oligotrofia; México.

3.5. Estimación de la relación Z_{DS} , turbidez, SST y COP en el río Usumacinta, México

Cuevas-Lara Daniel¹; Alcocer Javier²; Cortés-Guzmán Daniela¹; Oseguera-Pérez Luis² y Soria-Reinoso Ismael¹

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

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

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

Resumen

La medición de la turbidez (Tur) en los ríos vía percepción remota es usada para estimar la concentración de los sólidos suspendidos totales (SST). Asimismo, se asume que existe una relación entre las concentraciones de SST y el carbono orgánico particulado (COP). En este estudio se midieron la profundidad del disco de Secchi (Z_{DS}), la Tur y las concentraciones de SST y COP a lo largo del río Usumacinta durante dos temporadas hidrológicamente distintas (lluvias y secas) para reconocer la relación entre las variables y su uso potencial para aproximar la concentración del COP transportado por el río. La Z_{DS} se correlacionó negativamente con el resto de las variables. La Tur mostró una relación lineal significativa con los SST ($r^2 = 0.79$, $p < 0.001$) pero sólo durante la temporada de lluvias; en secas no se presentó relación alguna. Los SST mostraron una relación significativa directa con el COP durante ambas temporadas, con un coeficiente de determinación $> 47\%$. La variación de los valores de Z_{DS} y Tur a lo largo del río permite su uso limitado, estacionalmente, como predicción de la concentración de SST. Sin embargo, los SST pueden servir como indicadores de la concentración del COP transportado por el río durante ambas temporadas.

Palabras clave: *sólidos suspendidos totales; carbono orgánico particulado; turbidez; disco de Secchi; río tropical; México.*

3.6. Biomasa del zooplancton de un sistema de lagos kársticos del sureste de México, Chiapas

Fernández Rocío¹; Oseguera Luis A.¹ y Alcocer Javier¹

¹Grupo 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, México.

Autor para correspondencia: biol.fernandez@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la biomasa de los tres principales grupos del zooplancton de la zona pelágica de un grupo de lagos kársticos (eutróficos y oligotróficos) del Parque Nacional “Lagunas de Montebello”, Chiapas, durante dos temporadas climáticas contrastantes. Se determinaron 14 especies de zooplancton dominantes en los 17 lagos de los cuales cuatro son copépodos calanoides, seis cladóceros y cuatro rotíferos. El grupo con mayor aporte de biomasa total de zooplancton fue el de los copépodos con un máximo de $962 \mu\text{g PS L}^{-1}$. Los lagos eutróficos ($772 \pm 415 \mu\text{g PS L}^{-1}$) presentaron casi 5 veces más biomasa zooplanctónica que los oligotróficos ($158 \pm 78 \mu\text{g PS L}^{-1}$).

Palabras clave: *rotíferos; microcrústaceos; Lagunas de Montebello; lagos kársticos.*

3.7. Dinámica estacional de las fuentes de carbono de los macroinvertebrados bentónicos en arroyos del Río Lacantún

Cortés-Guzmán Daniela¹; Alcocer Javier²; Planas Dolores³; Cuevas-Lara Daniel¹; Soria-Reinoso Ismael¹ y Oseguera Luis A.²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacan, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

²Grupo 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, México.

³GEOTOP, Université du Québec à Montréal. Centre Ville H3C 3P8. Montreal, Canadá.

Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

Resumen

Estudios recientes en zonas tropicales cuestionan la validez del paradigma sobre la mayor importancia de las fuentes alóctonas de carbono (C) para las comunidades de los ríos de cabecera templados. La estacionalidad climática tropical, definida por el patrón de precipitación, conlleva una variación en la abundancia de fuentes alóctonas versus autóctonas en los ríos, reflejada en la asimilación de los consumidores. El objetivo de este estudio fue evaluar la variación estacional en la asimilación de las fuentes de C por parte de los macroinvertebrados bentónicos (MIB) en dos arroyos tropicales de cabecera de la subcuenca del Río Lacantún, Chiapas. Los arroyos se muestrearon durante un año; se tomaron muestras de los MIB y de las fuentes potenciales de C de origen tanto autóctono como alóctono. Se analizó el contenido de C y nitrógeno (N) elemental de las fuentes y la señal isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) de las fuentes y de los MIB. Las fuentes de C autóctonas presentaron un mayor valor nutricional que las alóctonas en ambos arroyos y temporadas. En el arroyo prístino José la asimilación de fuentes autóctonas aumentó en la temporada de secas. Por el contrario, en el arroyo Mario no se observaron diferencias en la asimilación de fuentes entre temporadas, probablemente asociado a que este arroyo se encuentra en una zona perturbada por actividades agrícolas, por lo cual se ha perdido la dinámica estacional. En ambos arroyos y temporadas la asimilación de fuentes autóctonas de C superó el 40%, lo cual confirma la importancia de estos recursos en arroyos tropicales de primer orden de zonas boscosas.

Palabras clave: *isótopos estables de carbono; fuentes alimenticias autóctonas; fuentes alimenticias alóctonas; Selva Lacandona; Reserva de la Biósfera Montes Azules; México.*

3.8. Fijación neta de carbono por pastos marinos (*Phyllospadix* spp.) en una isla del Pacífico Mexicano

García-Pantoja Jessica A.¹; **Ruiz-Montoya Leonardo**¹; Sandoval-Gil José M.^{1*}; Vivanco-Bercovich Manuel¹; Ferreira-Arrieta Alejandra¹; Zertuche-González José A.¹; Guzmán-Calderón José M.¹; Norzagaray-López Orión¹; Samperio-Ramos Guillermo¹; Montaña-Moctezuma Gabriela¹ y Hernández-Ayón Martín¹

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

Autor para correspondencia: jmsandovalgil@gmail.com

Resumen

A diferencia de otros pastos marinos en México, no existen reportes específicos que evalúen el potencial de las praderas marinas de *Phyllospadix* como sumideros/almacenes de Carbono Azul. El objetivo de este estudio fue cuantificar la capacidad de fijación neta de carbono inorgánico disuelto por una pradera de *Phyllospadix*, y el Carbono total almacenado que supone su biomasa epigea e hipogea. El estudio se realizó en una pradera inalterada localizada en una isla (Todos Santos, Ensenada, Baja California) dentro de la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico. Se cuantificó el área total de la pradera, su cobertura y biomasa. Las tasas de fijación neta de carbono a nivel de pradera se cuantificaron de acuerdo con esta productividad vegetativa, y con las tasas de fotosíntesis y respiración de haces medidas en laboratorio en respirómetros. El promedio de fijación neta de carbono inorgánico disuelto fue de $\sim 279 \text{ mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, que fue similar a los valores estimados para otras praderas marinas en México. La biomasa foliar supone un almacén de C de $\sim 5.52 \text{ Mg C ha}^{-1}$, muy superior a lo reportado para otras praderas. La estabilidad de la productividad vegetativa de estas praderas y su elevada biomasa fotosintética indican el importante papel de estas praderas como sumideros y almacenes de C-azul.

Palabras clave: *Área Natural Protegida; fijación de carbono; fotosíntesis; respiración.*

3.9. Distribución vertical de algunas variables del sistema de carbono en el límite superior de la alberca cálida del Pacífico tropical mexicano

Espinosa-Carreón T. Leticia¹; Flores-Trejo Lorena¹; De la Cruz-Ruiz A. Itahi¹; Hernández-Ayón J. Martín²; Chapa-Balcorta Cecilia³; Hernández-Becerril David⁴ y Carabeo-Covarrubias Yamili¹

¹Instituto 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.

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

³Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

⁴Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apdo. Postal 70-305. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX, 04510, México.

Autor para correspondencia: leticiaesp@gmail.com

Resumen

En los años de 2017, 2018 y 2019 se visitó la misma región oceánica frente a Acapulco, Guerrero a bordo del B/O “El Puma” de la UNAM. Dicha zona podría considerarse como el límite superior de la alberca cálida del Océano Pacífico Tropical. Se registraron los perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila mediante un CTD SeaBird 119, y a profundidades discretas se tomaron alícuotas para la determinación de carbono inorgánico disuelto (CID) y alcalinidad total (AT). Mediante el programa CO2SYS se calculó el pH (sw) y la Omega aragonita (Ω_{Arag}). La distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila, mostró diferencias interesantes entre los diferentes años, siendo evidente sólo un máximo de clorofila en 2019, mientras que en 2017 y 2018 se presentaron dos máximos de clorofilas. Los valores de CID y pH mostraron comportamientos inversos, en la columna de agua en los tres años, en AT se apreció entre la superficie y los 100 m una disminución muy ligera, incrementándose hacia la zona profunda. La distribución de la Ω_{Arag} mantuvo niveles de precipitación a lo largo de la columna de agua en las capas superficiales en los tres años, sin embargo, a niveles profundos, en el 2017 se registraron niveles <1 , lo que sugiere disolución de carbonato de calcio, mientras que en 2018 se mantuvo en equilibrio.

Palabras clave: *sistema del carbono; hidrología; Océano Pacífico tropical mexicano; alberca de agua cálida; Guerrero; México.*

3.10. Hacia el acoplamiento Energía-Agua-Carbono: perspectiva de promedios de largo plazo

Paz-Pellat Fernando¹

¹GRENASER, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

La Iniciativa Energía-Agua-Carbono del Programa Mexicano del Carbono, plantea el estudio de sus interacciones para expandir el contexto del ciclo del carbono. Para avanzar en los objetivos planteados, en este trabajo se desarrolla una aproximación al balance agua y energía, acoplado a la cobertura aérea de la vegetación en una cuenca. Se analiza y parametriza el modelo de Fu tipo Budyko, en función de la cobertura aérea de la vegetación leñosa, en una cuenca australiana. Los resultados muestran que es posible acoplar la vegetación (carbono) con el balance de agua y energía, en una perspectiva de promedios de largo plazo.

Palabras clave: *balance agua y energía; modelos tipo Budyko; modelo de Fu; cobertura aérea; parametrización.*

3.11. Distribución de Pterópodos en el Golfo de México: los centinelas de la acidificación oceánica

Barranco-Servin Linda¹; Pech Daniel¹ y Barbero Leticia²

¹El colegio de la Frontera Sur – Unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2-A. Col. Ciudad Industrial, Lerma Campeche. C.P. 24500.

²NOAA's Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory. 4301 Rickenbacker Causeway, Miami, Florida. 33149.

Autor para correspondencia: dpech@ecosur.mx

Resumen

Los pterópodos son gasterópodos planctónicos reconocidos por su importancia como indicadores biológicos para evaluar los impactos de la acidificación oceánica. Su concha constituida de aragonita es sensible a las variaciones químicas del océano, especialmente a la variación del pH. Con el objetivo de mejorar nuestro entendimiento sobre cómo las comunidades de pterópodos responderán a las condiciones del océano bajo un clima cambiante, el objetivo de este estudio fue caracterizar la distribución espacial de los pterópodos en el Golfo de México (GoM). Además, se determinó la variabilidad de los parámetros ambientales y cómo afectan esta distribución. Los datos fueron colectados en el crucero oceanográfico GOMECC-3 de la NOAA, que se llevó a cabo en el 2017 durante meses representativos del verano. Se muestrearon 51 estaciones ubicadas en 12 transectos paralelos a la costa, distribuidos a lo largo del GoM, incluyendo aguas de EEUU, México y Cuba. Se registraron un total de nueve familias que incluyen 20 géneros y 43 especies. Los géneros mejor representados son *Limacina* y *Diacavolinia*. Las especies más abundantes fueron *Creseis acicula f. acicula*, *Limacina trochiformis* y *Heliconoides inflatus*. Las más altas abundancias se registraron estaciones con influencia de descarga de ríos (i.e. la Sonda de Campeche en el suroeste y el río Mississippi en el norte del GoM). Los resultados sugieren que la variabilidad del Ω aragonita, salinidad y temperatura influyen en la abundancia y estructura de la comunidad de los pterópodos en el GoM.

Palabras clave: pterópodos; distribución; Golfo de México; omega aragonita; acidificación oceánica.

3.12. Evaluación de los flujos de CO₂ entre el agua de mar y el aire en las Bahías de Manzanillo y Santiago, México

Sosa-Ávalos Ramón¹; Sámano-Rodríguez Clara A.²; Sánchez-Nava Rosalinda³; Hernández-Ayón J. Martín⁴ y Galicia-Pérez Marco A.¹

¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima. Carretera Manzanillo-Barra de Navidad km 20, CP 28860, Manzanillo, Colima, México.

²Estación de Investigación Oceanográfica de Cd. del Carmen, Secretaría de Marina. Calle 20 por 17, Colonia El Guanál, C.P. 24130, Cd. del Carmen, Campeche, México.

³Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Carretera Manzanillo-Barra de Navidad km 20, CP 28860, Manzanillo, Colima, México.

⁴Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

Autor para correspondencia: rsosa@ucol.mx

Resumen

En el presente trabajo se evalúan los flujos de CO₂ (FCO₂) entre el agua de mar y el aire en las Bahías de Manzanillo y Santiago, México durante dos años: 2011 y 2013. En el primer año se realizaron muestreos mensuales desde diciembre de 2010 a diciembre de 2011. Mientras que en el segundo año los muestreos se hicieron cada dos meses a partir de abril. En cada estación se colectaron muestras de agua de 1, 10, 25 y 50 m de profundidad para determinar variables del sistema CO₂, además, se realizaron mediciones continuas de temperatura y salinidad a través de la columna de agua. El intervalo promedio mensual de FCO₂ fue -6.55 a 1.51 mmol CO₂ m⁻² d⁻¹ en julio y abril de 2011, respectivamente, con un promedio y desviación estándar (DE) anual de -1.11 ± 2.15 mmol CO₂ m⁻² d⁻¹. En 2013 la variación entre los meses fue de -6.24 mmol CO₂ m⁻² d⁻¹ en octubre y 4.84 mmol CO₂ m⁻² d⁻¹ en abril, con un promedio y DE de -1.64 ± 4.20 mmol CO₂ m⁻² d⁻¹. Los resultados muestran que las bahías actúan como fuentes de CO₂ a la atmósfera principalmente en abril, asociado a la formación de surgencias costeras que afloran con aguas frías con alto contenido de carbono inorgánico disuelto y bajo pH. Sin embargo, se observa que la mayor parte del año las bahías funcionan como sumidero de CO₂, fijando mayor cantidad de carbono atmosférico en julio-octubre como resultado del paso de tormentas tropicales y huracanes que afectan la zona.

Palabras clave: *flujos de CO₂; fijación de carbono atmosférico; fuente de carbono; Bahías de Manzanillo y Santiago.*

A black and white photograph of a landscape. In the foreground, a body of water reflects the sky and the trees. A line of tall, thin, conical trees, possibly cypresses, runs across the middle ground. The background shows a hazy, distant landscape with more trees and hills. The overall tone is serene and naturalistic.

Sección 4

ECOSISTEMAS
COSTEROS

4.1. Caída de hojarasca y flujo de carbono de *Avicennia germinans* en el manglar de Tumulco

Castillero-Aizprúa Rosa G.¹; Basáñez-Muñoz Agustín de J.² y Naval-Ávila Celina²

¹Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Tuxpan Tampico Kilómetro 7.5, Universitaria, 92870 Tuxpam de Rodríguez Cano, Ver., México.

²Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Tuxpan Tampico Kilómetro 7.5, Universitaria, 92870 Tuxpam de Rodríguez Cano, Ver., México.

Autor para correspondencia: rosa-1110@hotmail.com

Resumen

La caída de hojarasca constituye un indicador de la fenología foliar y reproductiva, así como del flujo interno de carbono en el manglar. En el presente estudio se estimó la caída de hojarasca y el flujo de carbono de *Avicennia germinans*, en ocho parcelas de monitoreo (10 x 30 m), desde diciembre de 2018 hasta octubre de 2019. Se colocaron nueve canastas colectoras de hojarasca de 0.25 m² por parcela. El componente más abundante de la hojarasca fueron las hojas con un 69%, seguido de los frutos con 13 %, ramas con 9%, misceláneos con 5% y con menor aporte las flores con un 4%. La caída de hojarasca presentó un promedio de 1.69 g/m²/día (50.7 g/m²/mes y 608.4 g/m²/año). Las hojas, las ramas y los misceláneos fueron los componentes que se presentaron durante todo el año, sin embargo, su contribución varió con respecto a los meses. Las flores y los frutos presentaron temporalidad en su caída; las flores estuvieron presentes en los meses de junio, julio y agosto, mientras que los frutos aportaron su mayor peso en el mes de octubre. Se registró un flujo de carbono y una captura de CO₂ de 3.20 Mg C/ha/año y 9.46 Mg CO₂/ha/año, encontrándose mayores valores promedio en octubre. Se pudo observar que la cantidad y composición de la hojarasca varió con respecto a la época del año.

Palabras clave: *ciclo del carbono; patrones reproductivos; componentes de la hojarasca; temporalidad.*

4.2. Mapas de distribución espacial de carbono orgánico del suelo en manglares de zonas áridas utilizando imágenes de vehículos aéreos no tripulados

Aviña-Hernández Rosa J.¹; Martínez-Rincón Raúl O.² y Salinas-Zavala César A.³.

¹Doctorado en Ciencias en el Uso Manejo y preservación de los Recursos Naturales, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, B.C.S. 23096, México.

²CONACYT - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, B.C.S. 23096, México.

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Av. Instituto Politécnico Nacional 195, La Paz, B.C.S. 23096, México.

Autor para correspondencia: ravina@pg.cibnor.mx

Resumen

Las técnicas de teledetección en combinación con datos *in situ* se han convertido en una herramienta de predicción espacial de propiedades como el carbono orgánico del suelo (COS). Los manglares de zonas áridas tienen un alto potencial de almacenamiento de COS, estos presentan una extensión estrecha a lo largo de las líneas costeras, por lo que su caracterización detallada requiere el uso de imágenes de alta resolución como los ortomosaicos. Se seleccionó un manglar lagunar en playa Santispac, Bahía Concepción, B.C.S donde se determinó el COS en muestras superficiales de sedimento bajo un total de 45 individuos de mangle, adicionalmente se realizó un vuelo con vehículo aéreo no tripulado (VANT) para la adquisición de fotografías aéreas. Se realizó la clasificación supervisada utilizando el algoritmo Random forest (RF), posteriormente se utilizaron modelos aditivos generalizados (GAM) para la predicción del COS. Los resultados de RF mostraron alta eficiencia con valores de coeficiente Kappa de 0.98, los mapas de distribución espacial muestran que la especie *Laguncularia racemosa* cubre el mayor porcentaje del área. El mejor modelo para la estimación del COS obtuvo una devianza explicada de 65.4, R^2_{adj} de 0.52 y el AIC más bajo 157.35 la predicción espacial mostró valores entre 0 y 10% de COS, con los valores más altos en los sitios correspondientes a *Rhizophora mangle* y *L. racemosa*. Con estos resultados se comprobó con éxito la eficiencia de las imágenes aéreas obtenidas con VANT en el mapeo de COS y distribución espacial de especies en manglares de zonas áridas.

Palabras clave: ortomosaicos; clasificación supervisada; ecosistemas de carbono azul; modelos aditivos generalizados.

4.3. Color como indicador de concentración de carbono en sedimentos de manglar: Caso de El Playón

Cortes-Esquivel José L.¹; Herrera-Silveira Jorge A.¹; Quintana-Owen Patricia²; Pech Eunice¹; Pérez Oscar¹ y Teutli-Hernández Claudia¹

¹Departamento de Recursos del Mar, Doctorado en Ciencias Marinas, Laboratorio de Producción Primaria, CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.

²Departamento de Física Aplicada, Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales (LANNBIO), CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.

Autor para correspondencia: josel.cortes@cinvestav.mx

Resumen

Ecosistemas como los manglares representan uno de los reservorios más importantes de almacenamiento de carbono, habiéndose registrado las mayores concentraciones en los sedimentos. Diagnósticos de la productividad y distribución del carbono en sedimentos no se realizan periódicamente, debido a la gran cantidad de muestras que se necesitan lo que ocasiona que los costos de análisis sean elevados. Las metodologías confiables de bajo costo son necesarias dado que proporcionan panoramas generales del almacenamiento de carbono; por tal motivo los métodos de medición del color pueden ser aplicados para analizar estos ecosistemas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la correlación del color de los sedimentos con el contenido de carbono en manglares como metodología *proxy*. Se midió color con la Tabla Munsell, y se convirtieron en datos numéricos en el sistema CIE Lab y a partir de métodos estadísticos las muestras se agruparon en cuatro grupos con diferencias estadísticamente significativas entre las medianas, donde, el grupo de las muestras de color café oscuro contienen los valores más altos del carbono orgánico, y el grupo de los blancos rosados contienen los valores más altos de carbono inorgánico. La medición de color demostró ser un buen indicador de concentración de carbono como metodología *proxy*.

Palabras clave: *color de sedimentos; almacén de carbono; metodologías proxy; CieLab.*

4.4. Evaluación retrospectiva de inventarios de Carbono Azul en áreas de manglar del Pacífico mexicano (Mazatlán, Sinaloa)

Jupin Johanna L. J.¹; Ruiz-Fernández A. C.²; Sánchez-Cabeza J. A.² y Pérez-Bernal L. H.²

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México.

²Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Calz. Montes Camarena s/n, 82040 Mazatlán, Sin., México.

Autor para correspondencia: joh.jupin@gmail.com

Resumen

El Estero del Infiernillo es un ecosistema costero rodeado de manglar, que ha sido ampliamente modificado a lo largo del tiempo, como resultado del crecimiento poblacional en uno de los puertos turísticos más importantes del Pacífico mexicano. Se presentan los resultados preliminares de la evaluación de la acumulación de C_{org} en sedimentos, a partir del estudio de dos núcleos recolectados en márgenes urbanizadas del Estero del Infiernillo. Valores de susceptibilidad magnética y de concentración de elementos mayoritarios se utilizaron como indicadores de procedencia de los sedimentos (e.g. Al, origen terrígeno; Na, origen marino). Los resultados muestran una disminución paulatina de la concentración y de los inventarios de C_{org} a lo largo de los dos núcleos sedimentarios analizados, probablemente como resultado de la modificación del litoral costero y el aprovechamiento de terrenos ganados al mar. La reducción de los inventarios de C_{org} y las emisiones de CO_2 asociadas debido a la perturbación de los sedimentos en las áreas de manglar justifican los esfuerzos para la restauración y la preservación de este remanente natural dentro de la ciudad de Mazatlán.

Palabras clave: *carbono azul; humedales costeros; geocronología ^{210}Pb ; estado de Sinaloa (México).*

4.5. Características morfométricas y almacenes de carbono aéreo de tres paisajes de pastos marinos de Yumbalam

Mendoza-Martínez J. E.¹; Herrera-Silveira J. A.¹ y Cota-Lucero Tania C.¹

¹CINVESTAV-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. La adecuada comprensión y cuantificación de los sumideros de carbono proporciona elementos adicionales para su conservación y manejo. En este trabajo se evaluó el almacén de carbono aéreo de tres paisajes de pastos, en la reserva de APFFYB. Se determinaron mediante técnicas de percepción remota los tipos de fondo marino de 49 puntos de muestreo distribuidos al azar de manera estratificada. El almacén de carbono del componente vivo se calculó a partir del procesamiento de 29 muestras de pastos marinos y a partir de 23 núcleos se evaluaron características del sedimento. La extensión de PM fue de 20,220.74 ha con una mayor cobertura y estructura foliar en paisajes (PAA). La especie dominante fue *Thalassia testudinum* aunque también se observaron esporádicamente *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*. La biomasa aérea fue de 1014.7 ± 821.8 g m² y subterránea de 522.5 ± 343.7 g m². Los paisajes con mayor estructura foliar (PAA y PMAR) se distribuyen entre los 0.2 y 1.5 m de profundidad con mayor almacén de carbono aéreo 0.86 ± 0.04 y 0.44 ± 0.03 Mg C ha⁻¹ respectivamente. Estos resultados sugieren una zonación importante en la capacidad para retener materia orgánica en los sedimentos que cada paisaje tiene. Paisajes PAA con mayor desarrollo de tejido rizoidal se distribuyen sobre zonas someras, hiperhalinas y más internas de la laguna Yalahau. Se estima que los pastos marinos en este ecosistema retienen en biomasa un total de $11,764.5 \pm 699$ Mg C.

Palabras clave: *almacén de carbono; laguna arrecifal; pastos marinos; emisiones de CO₂, carbono azul.*

4.6. Concentración de carbono orgánico en sedimentos de manglar de una laguna antropizada

Corona-Caro Esteban E.¹; Ruiz-Fernández Ana C.²; Sánchez-Cabeza Joan A.² y Pérez-Bernal Libia H.²

¹Licenciatura en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria S/N, 04510 Coyoacán, CDMX, México.

²Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 82000 Mazatlán, Sin. México.

Autor para correspondencia: estcor@ciencias.unam.mx

Resumen

Los ecosistemas de manglar se caracterizan por su sobresaliente capacidad de producir carbono orgánico (C_{org}) mediante la captura del bióxido de carbono (CO_2) y de preservarlo durante largo tiempo enterrado en sedimentos. Sin embargo, la perturbación de los sedimentos lleva a la emisión de CO_2 producto de la oxidación del C_{org} almacenado. Se presentan los resultados preliminares del estudio de las concentraciones de C_{org} y de caracterización de sedimentos (densidad seca, susceptibilidad magnética, distribución de tamaño de grano y proporción C/N) de un núcleo sedimentario recolectado en una zona de manglar en la laguna costera Estero de Urías, Mazatlán (EU-XI), que tiene el propósito ulterior de evaluar la variación temporal reciente (~100 años) de las tasas de enterramiento e inventarios de C_{org} . Los sedimentos del núcleo EU-XI fueron predominantemente limosos (32-59% de limos) con altos contenidos de C_{org} (5.08-12.21%); la materia orgánica contenida en los sedimentos es mayoritariamente autóctona dada su proporción C/N (25-44). Las concentraciones de C_{org} observadas fueron comparables con otras áreas de manglar en la laguna Estero de Urías y en el mundo.

Palabras clave: *núcleo sedimentario; laguna Estero de Urías; tamaño de grano; susceptibilidad magnética; proporción C/N.*

4.7. Cronologías recientes con ^{210}Pb para el estudio de la acumulación de carbono azul en sedimentos de sistemas costeros de México

Ruiz-Fernández Ana C.¹; Sánchez-Cabeza Joan A.¹; Pérez-Bernal Libia¹ y Cuellar-Martínez Tomasa²

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Unidad Académica Mazatlán. Calz. Joel Montes Camarena s/n, Playa Sur, 82040 Mazatlán, Sin.

²Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Esquina General Gamarra y Valle, Callao, Perú.
Autor para correspondencia: caro@ola.icmyl.unam.mx

Resumen

Los ecosistemas de carbono azul (ECA) se encuentran bajo intensa presión antrópica debido a los impactos del cambio global, resultado del crecimiento poblacional. La perturbación de los ECA compromete sus servicios ecosistémicos, entre ellos la capacidad de mitigación del cambio climático mediante el almacenamiento a largo plazo de carbono orgánico (C_{org}) en los sedimentos, que es la fracción mayoritaria de dióxido de carbono secuestrado por estos ecosistemas. Comúnmente, la estimación de los inventarios de C_{org} en los ECA se basa en la evaluación de las concentraciones de C_{org} en escala de profundidad lineal; sin embargo, la sedimentación puede ser altamente variable incluso entre sitios dentro de un mismo ecosistema, lo cual redundaría en que los datos no sean comparables, debido a la falta de una escala temporal. El método de fechado de sedimentos con ^{210}Pb es el más adecuado para estimar tasas de acumulación de sedimentos y cronologías dentro de los últimos ~100 años, periodo de interés para el estudio de los impactos del cambio global. Esta contribución sintetiza los inventarios de C_{org} en los últimos 100 años en ECA de litorales mexicanos (Mar Caribe, Golfo de México y Océano Pacífico) y provee recomendaciones básicas, derivadas de la experiencia desarrollada en este estudio, para la recolección y tratamiento de muestras de núcleos sedimentarios, con el propósito de obtener fechados confiables con ^{210}Pb , necesarios para la evaluación retrospectiva de la variación temporal reciente de tasas de enterramiento e inventarios de C_{org} en sedimentos de ECA.

Palabras clave: *tasas de acumulación másica; inventarios de carbono orgánico; manglares; praderas de pastos marinos; marismas.*

4.8. Dinámica del Carbono Inorgánico Disuelto en Bahía de los Ángeles, Golfo de California, México

Martínez-Fuentes L. M.¹; Hernández-Ayón J. M.¹; Norzagaray-López C. O.¹; Uribe-López A. G.¹ y Santander-Cruz J. J.¹

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, 22860, México.

Autor para correspondencia: mmartinez87@uabc.edu.mx

Resumen

La dinámica del carbono inorgánico en las zonas costeras no se ha entendido plenamente. Con el objetivo de describir la influencia que tienen los procesos que controlan la variabilidad espacial y temporal de la química del sistema de CO₂ en una bahía del Golfo de California (Bahía de los Ángeles, BLA), se colectaron muestras discretas mensuales de carbono total, además de la temperatura y la salinidad en un total de 12 estaciones a lo largo de BLA entre junio de 2017 y octubre de 2019. La concentración de carbono inorgánico disuelto (DIC) se determinó por el método coulométrico descrito por Johnson *et al.* (1987). A lo largo del estudio se observaron diferentes escenarios para las distribuciones de DIC; estacionalmente se distinguieron dos temporadas: invierno (enero-mayo) y verano (junio-noviembre), y espacialmente la bahía se dividió en 3 zonas con respecto a la temperatura y DIC superficiales. Durante invierno se observó una baja temperatura y alta concentración de DIC en la zona 3 y la zona 1 como miembro terminal de la mezcla de Agua del Golfo de California y Agua Subsuperficial Subtropical, como resultado de la batimetría de la región, estacionalidad y las características de las masas de agua provenientes del Canal de Ballenas en el Golfo de California.

Palabras clave: CO₂; Bahía de los Ángeles; Golfo de California; Carbono Inorgánico Disuelto.

4.9. Producción bacteriana de carbono en ecosistemas acuáticos

Ángeles-Vázquez José Roberto¹; Figueroa-Torres María Guadalupe¹ y Ferrara-Guerrero María Jesús¹

¹Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, CP 04960. Ciudad de México.

Autor para correspondencia: mj.ferraraguerrero@gmail.com

Resumen

Los océanos y los mares juegan un papel muy importante en la regulación de los procesos biogeoquímicos y en el cambio climático global; se reconoce que los microorganismos marinos contribuyen a más del 95% del carbono orgánico particulado en los océanos. La producción de carbono por bacterias heterótrofas que forman parte del plancton y bentos ha sido poco abordada en lagunas costeras, además se ha puesto poca atención a su papel como fuente y redistribución de carbono y energía en estos ecosistemas. Por lo anterior, en esta investigación se pretende conocer las concentraciones de carbono contenido en su biomasa, así como las variables físicas y químicas que tiene influencia sobre sus niveles y distribución en la laguna de Sontecomapan Veracruz, México. Para el cálculo de biomasa se utilizó el método de microscopía de epifluorescencia por conteo directo y utilizando DAPI (4', 6-Diamidino-2-fenil-indol diclorhidrato) como fluorocromo, el cálculo de la biomasa bacteriana se hizo utilizando la relación carbono: volumen celular. Los altos niveles de biomasa fueron mayores en los sedimentos, seguido por el agua de fondo y superficie ($7089.9 > 615.8 > 151.1 \mu\text{gC.L}^{-1}$), se observó que en los sitios con niveles de meso e hipertrofia se relacionan con sus altos contenidos de carbono bacteriano, siendo las altas concentraciones de N-NH_4^+ , carbono orgánico y fósforo total los indicadores de esta relación.

Palabras clave: *biomasa; plancton; bentos; mesotrófico; hipertrófico.*

4.10. Complejidad estructural y oleaje como componentes asociados a la variabilidad de los almacenes de carbono en pastos marinos

Cota Lucero Tania C.¹; Mendoza Martínez Juan E.¹; Mariño Tapia Ismael¹ y Herrera Silveira Jorge A.¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico-Unidad Mérida (CINVESTAV). Yucatán, México.
Autor para correspondencia: cotalucero@gmail.com

Resumen

Los pastos marinos conforman ecosistemas costeros altamente productivos ya que brindan una gran variedad de servicios ecosistémicos. Regulan los gases con efecto invernadero fijando carbono por medio de la fotosíntesis en forma de biomasa y en los sedimentos. Dependiendo de la energía de los agentes hidrodinámicos (oleaje y corrientes) influyen a los pastos marinos, tanto en su porción emergida como en el sustrato en que viven. Los estudios sobre los almacenes de carbono en México que consideren aspectos como la estructura de las praderas, calidad del agua e hidrodinámica son escasos. Este estudio se enfocó en determinar los almacenes de carbono de dos localidades de la península de Yucatán bajo diferentes regímenes de oleaje y de complejidad estructural del pasto marino *Thalassia testudinum*. La Reserva de la Biosfera los Petenes (RP) presentó el mayor almacén de carbono vivo ($1.61 \pm 1.12 \text{ Mg C ha}^{-1}$) con una cobertura y densidad de haces más alta respecto a Dzilam. Esto coincide con los valores bajos de energía y menor altura del oleaje en la RP, permitiendo mayor concentración de nutrientes y estabilidad de sedimentos por lo tanto mejor desarrollo de *T. testudinum*. La RP demuestra ser un reservorio de carbono mientras que Dzilam puede ser considerada una zona de exportación y producción de materia orgánica, esta información puede contribuir a la toma de decisiones pues el conocer sitios con importancia ya sea como almacén y/o exportación de carbono contribuyendo a la implementación de estrategias de manejo en los ecosistemas de pastos marinos a nivel regional.

Palabras clave: *energía; oleaje; pastos marinos; almacén de carbono; biomasa.*

4.11. Potencial del almacenamiento de carbono en suelo de los manglares del noroeste de México

Ochoa-Gómez Jonathan G.^{1,2}; Acosta-Velázquez Joanna.²; Yepez Enrico A.^{3,4} y Martinetto Paulina⁵

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Carmen Campus III. Av. Central s/n, Fracc. Mundo Maya, CP 24115, Cd. del Carmen, Campeche, México.

²Aura: Manglares y Costas S. C. Calle nueve no. 1905, Colonia Fovissste, CP 82138, Mazatlán, Sinaloa, México.

³Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México.

⁴Sede regional sur de Sonora, Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Cd. Obregón, Sonora, México.

⁵Laboratorio de Ecología, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) CONICET-UNMDP, Mar del Plata, Argentina.

Autor para correspondencia: jochoa@pampano.unacar.mx

Resumen

El noroeste de México (NM), en particular el Golfo de California, es una región estratégica para la conservación de la biodiversidad y el manejo de los recursos costeros del país. Esta región es el límite norte de la distribución de los manglares subtropicales en la costa del Pacífico. Los ecosistemas de manglar tienen un rol fundamental en el contexto de cambio climático debido a su alta capacidad de almacenamiento de carbono (C) y en la productividad primaria de las zonas costeras tropicales y subtropicales. En el presente estudio se analizó la cantidad de C total en muestras de suelo de diferentes manglares del NM (n=31). Las muestras analizadas representaron la variabilidad de la densidad aparente (i.e., 0.2-2.0 g cm⁻³) a diferentes profundidades del suelo (≤ 50 cm). Se correlacionó la densidad aparente y el porcentaje de C de las muestras analizadas y se obtuvo un modelo predictivo ($p < 0.0001$, $R^2=0.68$) para la estimación de C en suelo. No se encontró una tendencia latitudinal, lo que sugiere que factores locales inciden de forma importante en el almacenamiento de C. El potencial estimado de almacenamiento de C en manglares del noroeste de México es 11 Tg C. Estos valores de C se encuentran dentro de lo reportado previamente a escala regional y global. A escala regional, estas estimaciones pueden contribuir a generar una perspectiva del potencial que tienen los manglares en la regulación/mitigación del CO₂ en el noroeste de México.

Palabras clave: *cambio climático; manglares; zonas áridas; zonas semiáridas; carbono azul.*

4.12. Sedimentación y carbono orgánico en manglares de la Península de Yucatán

Siuling Cinco-Castro¹; Jorge A. Herrera-Silveira¹ y Comín-Sebastián Francisco²

¹Laboratorio 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.

²Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Av. Victoria s/n, 22700 Jaca, Huesca, España.

Autor para correspondencia: siuling.cinco@cinvestav.mx

Resumen

El 54.4% de los manglares mexicanos se distribuye en la Península de Yucatán. Estos manglares proporcionan gran variedad de servicios ecosistémicos, entre ellos cobran importancia los relacionados con la dinámica del carbono y la proporción en la que este forma parte de los sedimentos. Con base en esto, el objetivo de este trabajo es determinar la tasa de sedimentación en los diferentes tipos ecológicos de manglar en un escenario kárstico de la Península de Yucatán, así como el contenido de carbono orgánico presente en los sedimentos superficiales. Para este fin se colocaron trampas de sedimento durante un mes y se calculó, por diferencia de peso, la cantidad de sedimento en gramos por área por año. En laboratorio se determinó el porcentaje de carbono orgánico mediante la diferencia entre el carbono total y el inorgánico. Los resultados indican que los manglares de franja asociados a la dinámica del mar y la laguna presentan tasas de sedimentación más altas ($0.32 \pm 0.09 \text{ g cm}^{-2} \text{ año}^{-1}$), pero con un menor contenido de carbono orgánico ($19.76 \pm 5.48\%$). Estos resultados demuestran que no siempre mayor tasa de sedimentación implica mayor contenido de carbono. Sin embargo, es necesario incrementar el análisis de las variables involucradas que pueden estar modificando la dinámica de sedimentación, de captura y almacén de carbono en estos ecosistemas.

Palabras clave: manglares; sedimentación; carbono orgánico.

4.13. Floculación de materia orgánica disuelta fluvial al mezclarse con agua de mar en la costa

Sampedro-Ávila José Ernesto¹ y Maske Helmut¹

¹Departamento de Oceanografía Biológica, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México.

Autor para correspondencia: sampedro@cicese.edu.mx

Resumen

La materia orgánica disuelta fluvial que es transportada por los ríos, es exportada en las costas, onde la materia orgánica disuelta se mezcla con el agua de mar y se floclula, es decir que forma agregados, debido al incremento en la concentración de los cationes disueltos, Ca^{2+} y Mg^{2+} . La transformación de los compuestos orgánicos disueltos a la fase particulada implica cambios en sus funciones ecológicas, como es la disponibilidad como sustrato físico y nutritivo para microbios organótrofos, y en su potencial de hundimiento, especialmente después que los flóculos se agregan a otras partículas orgánicas e inorgánicas. Proponemos que estos procesos pueden ser parcialmente responsables de la formación de déficits de oxígeno en zonas costeras cerca de desembocaduras de ríos. En la actualidad se conoce poco acerca de la contribución de estos flóculos para la formación de hipoxia costera en lo que se conocen como “zonas muertas”. Este trabajo realiza una revisión de la escasa información publicada sobre este tema y presenta resultados preliminares de experimentos de laboratorio donde se mezcló agua dulce y agua de mar para observar la formación de flóculos. Los resultados mostraron en su mayoría concentraciones de flóculos por encima de lo esperado para un comportamiento conservativo de carbono y nitrógeno orgánico particulado, indicando un cambio de la fase disuelta a la fase particulada, como se esperaría cuando la materia orgánica del agua dulce se mezcla con agua de mar.

Palabras clave: *carbono orgánico disuelto; floculación; respiración aeróbica microbiana; hipoxia costera.*

4.14. Variabilidad anual del estado de saturación de aragonita en una bahía naturalmente acidificada

Martínez-Fuentes Luz M.^{1b}; Norzagaray-López Orión^{1a*}; Hernández-Ayón Martín^{1a}; Uribe-López Alicia^{1a}; Valdivieso-Ojeda Jacob^{1b}; Mejía-Trejo Adán^{1b} y Barranco-Servín Linda²

¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO)^a – Facultad de Ciencias Marinas (FCM)^b, Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Carretera Tijuana-Ensenada 3917, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

² Laboratorio de Biodiversidad Marina y Cambio Climático (BIOMARCCA), Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, Av. Rancho Polígono 2-A, CP 24500, Campeche, Campeche.

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

Resumen

El incremento de CO_{2gas} antropogénico tiene como consecuencia la acidificación del océano (AO), disminuyendo el pH y estado de saturación de aragonita (Ω_{ar}). Valores bajos de Ω_{ar} y pH tienen repercusiones negativas sobre corales. En Bahía de Los Ángeles, B.C. (BLA) habita el coral *Porites panamensis*; el sistema del CO₂ en BLA es controlado por la dinámica del Canal de Ballenas (CB): mezcla vertical acarreado a superficie agua profunda con bajo Ω_{ar} y pH. El propósito de este trabajo es conocer la variabilidad anual del pH_{Tot} y Ω_{ar} en BLA para 2018. Para esto, se recolectó agua de mar mensualmente en 12 estaciones. A las muestras se les midió la concentración de carbono y alcalinidad totales ($\pm 3\mu\text{mol kg}^{-1}$) y se calculó el pH_{Tot} y Ω_{ar} . En 2018, el Ω_{ar} fue 2.69 ± 0.70 (1.17-5.35) y el pH_{Tot} de 7.95 ± 0.10 (7.62-8.39). Las condiciones entre verano e invierno fueron significativamente diferentes en Ω_{ar} (3.23 ± 0.29 vs. 2.24 ± 0.56 ; $t_{w,142}=15.1$; $p<0.05$), pero no en pH_{Tot} (7.97 ± 0.08 vs. 7.96 ± 0.10 ; $t_{w,120}=1.21$; $p=0.22$). La estacionalidad responde a surgencias intensificadas en CB durante invierno. La variabilidad del Ω_{ar} para meses invernales respondió a patrón espacial: zonas cercanas al CB presentaron bajo Ω_{ar} y zonas al interior presentaron florecimientos algales (consumo de carbono, alto Ω_{ar}). Nuestros resultados indican que *P. panamensis* en BLA se desarrolla en condiciones de Ω_{ar} consideradas subóptimas, sin embargo, su presencia sugiere adaptaciones locales-regionales. Por lo tanto, estudiar esta especie en BLA ofrece la oportunidad de evaluar la respuesta de otras poblaciones en un contexto de AO.

Palabras clave: *variabilidad estacional; estado de saturación de aragonita; procesos de surgencia; acidificación.*

4.15. Probando un sensor comercial de pH para su uso en la zona costera

Soto-López Leslie J.^{1b}; Hernández-Ayón Martín^{1a}; Estudillo Eliseo^{1a}; Gómez-Liera Israel²; Santander-Cruz Jonatan^{1a}; Valdivieso-Ojeda Jacob^{1a} y Norzagaray-López Orión^{1a*}

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO)^a – Facultad de Ciencias Marinas (FCM)^b, Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Carretera Tijuana-Ensenada 3917, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

²Pontus Seawater Instruments, Calle Durango 343, CP 22810, Ensenada, Baja California, México.

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

Resumen

Estudiar el pH es fundamental para la química del agua de mar, ya que controla la especiación del sistema del CO₂ y muchas otras reacciones. El pH superficial del océano disminuye ~0.002 unidades de pH año⁻¹ (acidificación del océano), con pronósticos negativos para organismos calcificadores. Conocer el régimen de pH en ecosistemas costeros permitiría definir las condiciones a las cuales están adaptadas sus comunidades. Esto se logra midiendo el pH con alta resolución temporal y estabilidad. Este estudio evalúa el desempeño del nuevo sensor comercial MinFET (Pontus Seawater Instruments, México) para monitorear pH y temperatura (T) en un ambiente marino costero (Bahía Todos Santos, B.C.). Para esto se usaron dos sensores MinFET (tasa de muestreo=12s), aclimatados en agua de mar por 24h. En el campo, los sensores fueron anclados a 25m de profundidad durante ~1.5h. Se recolectaron muestras de agua para calcular el pH (alcalinidad y carbono total; $\pm 3\mu\text{mol kg}^{-1}$) y calibrar ambas series de pH. Las series de T y pH fueron divididas en periodo de aclimatación, estabilidad y campo. La aclimatación duró ~5h para ambos sensores. Durante la estabilidad, mostraron una respuesta similar en T ($y=0.95x+1.2$; $r=0.99$) y milivoltaje ($y=53.6x+0.45$; $r=0.99$). En campo, ambas series de T ($y=1.11x-2.1$; $r=0.99$) y pH ($y=4.02x-23.9$; $r=0.67$) mostraron un patrón temporal similar. Ambos sensores midieron valores de pH similares al inicio del experimento ($\Delta\text{pH}=0.0003$) para posteriormente diferir ($\Delta\text{pH}=0.18$), lo cual fue atribuido al tiempo de respuesta a gradientes de T y presión, pudiéndose mejorar con mayor tiempo de aclimatación *in situ*. El hecho de que ambos sensores respondieran similarmente, permitió asegurar que se pueden realizar mediciones simultáneas en ambientes costeros.

Palabras clave: *sensor de pH; ambientes costeros.*

4.16. Almacén de carbono en sedimentos en una zona de restauración ecológica

Us-Balam Heimi G.¹; Herrera-Silveira Jorge A.¹ y Teutli-Hernández Claudia²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida.

²Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Sisal.

Autor para correspondencia: amy_griseldy@hotmail.com

Resumen

Los bosques de manglar son el humedal costero más importante en la zona costera de Yucatán, brinda diversos servicios ambientales, pero se encuentra fuertemente impactado por factores antropogénicos. Debido a las condiciones tan específicas de los manglares su restauración requiere de técnicas adecuadas tanto en escala espacial como temporal. En este estudio se evaluó la recuperación de las variables fisicoquímicas del agua intersticial y el almacén de carbono orgánico en una zona sujeta a restauración hidrológica. El área de estudio se ubica en la localidad de Progreso, Yucatán. Se seleccionaron 5 sitios de muestreo (4 sitios en restauración, 1 sitio de referencia conservada, 1 sitio de referencia degradada). Durante un año las parcelas se monitorearon las variables fisicoquímicas del agua intersticial y se evaluó el carbono orgánico en los sedimentos. El mayor almacén de carbono orgánico en los sedimentos se localizó en la zona de referencia conservada con 354 Mg C ha^{-1} , el menor almacén de carbono fue la zona degradada con $182.6 \text{ Mg C ha}^{-1}$ y la zona de restauración presentó 260 Mg C ha^{-1} . Los resultados nos indican que las acciones de restauración benefician a recuperación del área y al almacén de carbono, ayudando a la mitigación del cambio climático.

Palabras clave: *variables fisicoquímicas; mitigación; cambio climático; agua intersticial; servicios ambientales.*

4.17. Contribución de carbono de las algas verdes calcáreas en la costa norte de Yucatán, México

Ortegón-Aznar Ileana¹; Chuc-Contreras Andrea¹ y Collado-Vides Ligia²

¹Departamento de Biología marina, CCBA, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5 carr Mérida-Xmatkuil. Mérida, Yucatán, México.

²Department of Biological Sciences, Florida International University, Miami, FL, USA.

Autor para correspondencia: oaznar@correo.uady.mx

Resumen

Las algas verdes calcáreas (AVC) son importantes productores de sedimentos de carbono en los ambientes costeros. En este estudio, se estimó la biomasa de AVC (como peso seco) y su contribución de carbono orgánico (Corg) y de carbono inorgánico (Cing) (pérdida por ignición 500 °C) a lo largo de la costa norte de Yucatán en dos sitios de muestreo, cuatro veces entre junio de 2014 y marzo de 2015. Tres especies de CGA: *Halimeda incrassata*, *Halimeda opuntia* y *Penicillus dumetosus* contribuyeron con un promedio de biomasa anual de 1214,8 g/m². Se reportan diferencias significativas estacionales ($p < 0.001$) y entre sitios ($F = 4.59$, $p < 0.037$). La cantidad total de Carbono aportado por el Cing es de 130 g/m² y representa el 10,7% del Peso seco total de las AVC. La biomasa promedio anual de AVC reportada en este estudio está por encima de los valores reportados de *H. incrassata* para el Caribe mexicano donde es la especie dominante; Mientras que en Yucatán *H. opuntia* es dominante y su alta biomasa (1142,9 g/m² promedio anual) muestra una mayor contribución de carbonato que *H. incrassata* ya que incorpora casi el doble de calcio por gramo de biomasa seca por unidad de tiempo que otras algas. Las diferencias de biomasa entre sitios y las diferencias temporales pueden deberse a variaciones estacionales y en la profundidad y / o cobertura de otra vegetación sumergida. Este estudio proporciona la línea base para la estimación futura de la producción de carbono para Yucatán.

Palabras clave: *algas calcáreas verdes; biomasa; carbón orgánico e inorgánico; Yucatán; México.*

A black and white landscape painting of a river or canal. The water is calm, reflecting the tall, slender trees that line the banks. The trees are dark against the lighter sky and water. The overall mood is serene and quiet.

Sección 5

ECOSISTEMAS
MARINOS

5.1. Carbonato de calcio en una bahía tropical subóxica/anóxica del Golfo de California

Sánchez Alberto¹; Rodríguez-Figueroa Griselda y Shumilin Evgueni

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Av. IPN SN, CP 23096, 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 exportada, i.e. carbono orgánico y carbonato de calcio. En el presente estudio se infirieron los posibles mecanismos que favorecen la exportación y preservación de carbonato de calcio, bajo condiciones de suboxia/anoxia en la Bahía de La Paz, Golfo de California. Se colectaron 80 estaciones en el intervalo de 10 a 407 m de profundidad en el interior de la bahía. El análisis de carbonato de calcio se cuantificó por la pérdida en peso por ignición a 1000 °C con un porcentaje de recuperación de 103%. El contenido de carbonato de calcio incrementa con la profundidad de la columna de agua. El porcentaje de carbonato de calcio fue el doble (14%) en lodos que en arenas (7%), posiblemente asociado a nanoplancton calcáreo y foraminíferos < 63 µm. El coeficiente de determinación fue 0.7788 entre el carbonato de calcio y el carbono orgánico esto corrobora la importancia de estos componentes biológicos en el secuestro de carbono que es exportado, acumulado y preservado bajo condición de suboxia y anoxia en esta bahía.

Palabras clave: *bomba biológica; carbonato de calcio; carbono orgánico; Golfo de California.*

5.2. Variación de los grupos, biomasa y carbono del fitoplancton como respuesta a la contaminación por petróleo en mesocosmos

Medina-Euán Daniela¹; Juárez-Fonseca Miryam¹; Putzeys Sébastien¹; Aguilar-Trujillo Ana C.¹; Merino-Virgilio Fanny del C.¹; Canul-Cabrera Jesús A.¹ y Herrera-Silveira Jorge A.¹.

¹Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), Carretera Antigua a Progreso Km 6, Col. Cordemex, Mérida, C.P. 97310, Yucatán, México.

Autor para correspondencia: daniela_medina96@hotmail.com

Resumen

El Golfo de México es susceptible de sufrir cada vez más el impacto de las actividades relacionadas con la explotación de hidrocarburos. En este estudio se evaluaron los cambios en los grupos, biomasa y carbono de la comunidad fitoplanctónica por contaminación de petróleo crudo ligero en un experimento de mesocosmos. El experimento tuvo una duración de 15 días y consistió en tres tratamientos por triplicado y un control (control, 10, 40 y 80 ppm). Se determinó la concentración de Clorofila-*a* (Cl-*a*) y se cuantificaron e identificaron 84 muestras de fitoplancton; así mismo se midió el tamaño celular para el cálculo de biovolumen y posteriormente se estimó el contenido y flujo de carbono. Para el tratamiento control la mayor concentración de Cl-*a* se registró en el T2 ($2.93 \pm 1.33 \mu\text{g l}^{-1}$) y para los de 10, 40 y 80 ppm en el T5 ($>6 \mu\text{g l}^{-1}$). Los valores máximos de abundancia para todos los tratamientos se observaron en el T5; en el tratamiento control dominó el grupo Dinophyta (dinoflagelados) con 58% y en los de 10, 40 y 80 ppm Bacillariophyta (diatomeas) con $>80\%$. En cuanto al contenido de carbono celular el T5 registró el valor máximo en los tratamientos de 40 y 80 ppm; en el tratamiento control el valor máximo se registró en el T10 y para el de 10 ppm fue al final del experimento (T15). Para el flujo de carbono la mayor tasa de cambio se registró entre el T5 y T10; mientras que el mayor flujo neto de C se observó en el tratamiento 10 ppm ($1,083.32 \text{ mg C m}^{-3} \text{ d}^{-1}$). Cabe destacar que este es el primer estudio en experimento de mesocosmos en México, además los resultados se pueden usar como proxy de los efectos de la contaminación de petróleo en la dinámica de los ciclos biogeoquímicos. Esta es una contribución del Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGoM).

Palabras clave: *fitoplancton; carbono; petróleo crudo; mesocosmos.*

5.3. Intercambio de CO₂ océano-atmósfera frente a la desembocadura del río Balsas, México (Pacífico tropical mexicano)

De la Cruz-Ruiz A. Itahi¹; Espinosa-Carreón T. Leticia¹; Álvarez-Borrego Saúl²; Coronado-Álvarez Lourdes²; Flores-Trejo Lorena¹; Hernández-Ayón J. Martín³; Chapa-Balcorta Cecilia⁴ y Hernández-Becerril David U⁵.

¹Instituto 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.

²Departamento 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.

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

⁴Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

⁵Instituto 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 las estimaciones de flujos de carbono (FCO₂) en la interfaz océano-atmósfera en un transecto del Pacífico tropical mexicano (PTM), frente a la desembocadura del Río Balsas en la comunidad Lázaro Cárdenas, Michoacán. Los valores de FCO₂ se calcularon a partir de datos de carbono inorgánico disuelto (CID) y alcalinidad total (AT), variables cuantificadas de alícuotas obtenidas en cuatro estaciones oceanográficas a bordo del B/O El Puma de la UNAM, durante una semana de abril de 2018. En esta área se observó la presencia del Agua de Transición hasta los ~50 m de la columna de agua y del Agua Subtropical Subsuperficial (AStSs) desde los ~50 hasta los 100 m de profundidad. Esta zona del PTM se comportó como un sumidero de CO₂ durante la campaña oceanográfica, con valores desde -0.17 mmol C m⁻² d⁻¹ hasta -2.47 mmol C m⁻² d⁻¹. Estos valores fueron contrastantes a los reportados para la misma área en abril de 2017, ya que se comportó como una fuente de CO₂ a la atmósfera. Estas diferencias se explican debido en abril de 2017 el monitoreo fue durante la etapa de intensificación de una surgencia, mientras que durante abril de 2018 fue en etapa de relajación.

Palabras clave: *flujos de CO₂; surgencias costeras; Pacífico tropical mexicano; Río Balsas.*

5.4. Determinación vertical de la dinámica del sistema de carbono en una estación oceánica en Manzanillo

Flores-Trejo Lorena¹; Espinosa-Carreón T. Leticia¹; De la Cruz-Ruíz A. Itahi¹; Hernández-Ayón J. Martín²; Hernández-Becerril David U³ y Guzmán-Santos Nazaria Lizbeth¹.

¹Instituto 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.

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

³Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.

Autor para correspondencia: lorenaflorestrejo@gmail.com

Resumen

La disminución en los valores promedio de pH superficial y el aumento de la $pCO_{2\text{agua}}$, es cada vez más evidente y se relaciona con la modificación en la disponibilidad de ciertos iones en la columna de agua como el carbonato. A pesar de esta importancia, la dinámica del sistema de carbono en la columna de agua ha sido poco estudiada. El Pacífico Tropical Mexicano (PTM) es una zona de transición debido a la confluencia de la CCM y la CC, además, pertenece a la alberca cálida y a la zona del mínimo de oxígeno. Es un ecosistema muy importante en México y es propenso a sufrir un desequilibrio en su biogeoquímica, es por ello que el objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica del sistema del carbono en la columna de agua en abril 2017, 2018 y 2019 en Manzanillo, Colima en una estación oceánica. Se determinaron concentraciones de CID altas en toda la columna de agua (2008 a 2418 $\mu\text{mol kg}^{-1}$), sugiriendo están relacionadas con la Zona del Mínimo de Oxígeno y la Zona de Máximo Carbono. En abril 2017 se observaron las mayores concentraciones de CID. La masa de agua APP se relacionó con 2400 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ de CID; en superficie predomina el Agua de transición 2008 a 2080 $\mu\text{mol kg}^{-1}$; relacionadas con la ZMO el AStSs y el AIP presentan altas concentraciones de CID 2281 a 2361 $\mu\text{mol kg}^{-1}$. La presencia de eventos de surgencias costeras pudieron ocurrir en el área de estudio, a pesar de que los valores de pH superficiales fueron básicos (8.02 a 8.18), donde se sugiere los procesos biológicos juegan un papel importante y por ello se sugiere se realice un estudio más a fondo.

Palabras clave: *Manzanillo; sistema de carbono; vertical; estación oceánica.*

5.5. Caracterización mineralógica de los carbonatos de algas coralinas de la Bahía de La Paz, BCS

Bautista Andrea¹; Valdespino Patricia M.²; Pi-Puig Teresa^{3,4}; Favoretto Fabio^{1,5}; Merino-Ibarra Martín⁶; Holman Hoi-Ying² y Blanco-Jarvio Anidia¹

¹Laboratorio de Bioingeniería y Ciencias Ambientales (BICA), Departamento Académico de Ingeniería en Pesquerías, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Unidad Pichilingue, La Paz, BCS, México.

²Molecular Biophysics and Integrated Bioimaging Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, 94702, Berkeley, EUA.

³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

⁴Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), Universidad Nacional Autónoma de México, México.

⁵Gulf of California Marine Program, Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, CA, United States

⁶Unidad Académica de Biodiversidad Acuática, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Autor para correspondencia: ¹ablanc@uabcs.mx, ²pmvaldespino@lbl.gov

Resumen

La fotosíntesis de las algas calcificantes es un relevante conductor de la formación de carbonatos en las costas. El carbono inmovilizado en los talos calcificados de estas algas es un componente estructural de diferentes tipos de carbonatos. Entre ellos, la calcita magnesiana es el mineral más comunmente reportado. El contenido de otros cationes (además del calcio) en estos biominerales les brinda características particulares. Por ello, los biominerales son objeto de investigación actual, en particular frente a los panoramas de cambio ambiental. En este trabajo utilizamos a las algas coralinas de las pozas intermareales de Calerita (Bahía de la Paz, BCS) como modelos para estudiar la diversidad mineral (en microescala) del talo de *Neogoniolithon thrichotomum*, el alga coralina más abundante en las pozas estudiadas. Los resultados preliminares indican la presencia de aragonita, calcita magnesiana con alto contenido de Mg (~ 18%), también ankerita y siderita (Fe-carbonatos) espacialmente segregada a microescala.

Palabras clave: *bio-carbonatos; calcita magnesiana; bio-minerales; carbonatos costeros.*

5.6. Energy, water, and CO₂ air-sea exchange from a coastal lagoon in the Gulf of California

Sánchez-Mejía Zulia M.¹; Barreras-Apodaca Aylin C.¹; Benítez-Valenzuela Lidia I.¹; Sotelo-Amavizca Karen; Silva-Ontiveros Crhistian A.²; Uuh-Sonda Jorge M.³; Yepez Enrico A.¹; Figueroa-Espinoza Bernardo³; Herrera-Silveira Jorge A.⁴ y Van Dam Bryce⁵

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Unidad Guaymas, Guaymas, Sonora, México.

³Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de México, Sisal, Yucatán, México.

⁴Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados Unidad Mérida, Mérida, Yucatán, México.

⁵Institute of Coastal Research, Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG), Geesthacht, Germany

Corresponding author: zulia.sanchez@itson.edu.mx

Resumen

Los ecosistemas costeros juegan un papel crucial en el ciclo del carbono (C). La mayoría de los ecosistemas de pastos marinos estudiados se distribuyen en regiones subtropicales o templadas, mientras que pocos estudios se han realizado en regiones semiáridas. La metodología micrometeorológica como la técnica de covarianza de vórtices (EC, del inglés eddy covariance) proporciona series de datos continuas que ayudan a mejorar nuestra comprensión de los procesos de los ecosistemas costeros. En esta investigación, estudiamos una laguna costera semiárida en el Golfo de California. Se han recolectado datos desde 2018 y hasta la fecha, aquí presentamos un análisis para el 2019. Observamos que durante 2019 este sistema fue un sumidero neto de C, con una captación anual de $-51 \text{ g C m}^{-2} \text{ año}^{-1}$. Esta capacidad, sin embargo, cambia con el tiempo y se aumenta cuando hay pastos marinos presentes en mayo y junio.

Palabras clave: *pastos marinos; covarianza de vórtices; MexFlux.*

5.7. Efecto del río Copalita sobre el sistema de carbonatos en la zona costera de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México

Ruiz-Pérez Pablo G.¹; Chapa-Balcorta Cecilia¹; López-Pérez Ramón A.²; Hernández-Ayón José M.³ y Norzagaray-López Carlos. O.³

¹Universidad del Mar. Ciudad Universitaria, S/N, C.P 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México.

²Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, C.P 09340, Ciudad de México, México.

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), Universidad Autónoma de Baja California. Apartado postal 453, Ensenada, CP 22800, Baja California, México.

Autor para correspondencia: cecychb@angel.umar.mx

Resumen

El sistema de carbonatos en la zona costera es complejo debido al alto dinamismo en el cual se encuentra expuesto, asociado principalmente a diversos procesos como oleaje, mareas y aportes continentales, entre otros. Con el objetivo de evaluar la influencia que ejerce el río Copalita sobre el sistema de carbonatos en la zona costera de Bahías de Huatulco, se colectaron muestras de agua el 11 de agosto de 2017. Se cuantificaron tres variables del sistema de carbonatos; carbono inorgánico disuelto (CID), alcalinidad total (AT) y pH, y se calcularon la presión parcial del CO₂ y el estado de saturación de aragonita (Ω_{Arg}). Lo anterior mediante muestras discretas a cuatro profundidades (0, 10, 20 y 30 m). El área de estudio estuvo influenciada por el Agua Superficial Tropical (AST) y en menor medida por el Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt). La concentración de carbonatos que aporta el río representó el 8.35% del CID total y se estimó que la cantidad total de CID que aporta el río Copalita es de 217.8 Gg año⁻¹. Se concluye que el río Copalita representa una fuente constante de carbonatos en la temporada de lluvias.

Palabras clave: *Río Copalita; carbono inorgánico disuelto; alcalinidad total; pH.*

5.8. Flujos de CO₂ entre aire-agua en la Laguna de Cuyutlán, Manzanillo, México

Trejo-Vázquez América V.¹ y Sosa-Ávalos R.²

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

²Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima, Km 20 carretera Manzanillo- Barra de Navidad, Manzanillo, Col. México, 28860.

Autor para correspondencia: atrejo1@uacol.mx

Resumen

Durante abril, junio y julio del 2019 se realizaron muestreos mensuales en tres estaciones de la Laguna de Cuyutlán. Se recolectaron muestras de agua superficial para la determinación de la alcalinidad total (AT) y Carbono Inorgánico Disuelto (CID). Adicionalmente, se hicieron mediciones *in situ* de pH, temperatura y salinidad. El objetivo principal del trabajo fue estimar los Flujos de CO₂ (FCO₂) entre el aire y el agua y su relación con los parámetros físicos, químicos y biológicos para cada día de muestreo. El promedio de la temperatura en la superficie del agua en abril fue menor que el resto del periodo de muestreo (25.61°C) asociado a eventos de surgencia costera que se presentaron en ese mes, con alta concentración de clorofila-*a* de 1.56 mg m⁻³. El promedio del pH osciló de 8.03 a 8.25 en julio y abril, respectivamente. El CID y AT mostraron promedios más altos en julio (1297 y 1574 μmol kg⁻¹) y más bajos en junio (1124 y 1466 μmol kg⁻¹). El CID y AT mostraron una relación inversa con el pH. Los FCO₂ durante el periodo de estudio fueron negativos con promedios de -169.36, -74.45 y -23.79 mmol C m⁻² d⁻¹, respectivamente. Esto indica que la laguna actuó como un fuerte sumidero de CO₂ atmosférico durante abril, como resultado del incremento en la fotosíntesis del fitoplancton. En promedio la Laguna de Cuyutlán captura alrededor de -32.56 moles C m⁻² año⁻¹, lo cual beneficia al ciclo del carbono y al cambio del clima.

Palabras clave: FCO₂ aire-agua; parámetros del sistema CO₂; surgencias; Laguna de Cuyutlán.

5.9. Magnitud de la Productividad Primaria, de los flujos de Carbono orgánico y de la eficiencia de la Producción Exportada en los mares mexicanos

Aguirre-Bahena Fernando¹; González-Rodríguez Eduardo²; Ramos-Rodríguez José Alejandro³; Torres-Hernández María Yesenia^{1,2}; Cervantes-Duarte Rafael¹ y Lara-Lara José Rubén²

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, 23096.

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México.

³Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México.

Autor para correspondencia: faguirre@ipn.mx

Resumen

A partir de datos generados por sensores remotos satelitales, de modelación biogeoquímica y de series de tiempo derivadas del monitoreo de trampas de sedimentos, se analizó la magnitud de la Productividad Primaria Neta (PPN), los flujos de carbono orgánico (fC_{org}), de la Producción Exportada (PE) y su eficiencia (ePE), en los mares de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de México. La ZEE suma poco más de 3.1 millones de km^2 y se dividió en siete regiones para su análisis. La PPN promedio, en casi 18 años analizados, fue de $0.55 \text{ g C m}^{-2}\text{d}^{-1}$ pero con un intervalo muy amplio: desde $0.24 \text{ g C m}^{-2}\text{d}^{-1}$, en el oligotrófico Mar Caribe hasta el muy productivo Golfo de California (GC) con $1.13 \text{ g C m}^{-2}\text{d}^{-1}$. La magnitud de Carbono fijado por fotosíntesis fue de 594 Tg al año ($1 \text{ Tg}=10^6 \text{ t}$) de las cuales el GC contribuyó con 106 Tg a^{-1} y es, por su relación % aporte / % área la región más productiva de las aguas mexicanas. En contraste, el Mar Caribe aportó sólo el 1% de la PPN total. Los resultados del modelo NEMO aplicado para determinar la magnitud de la PE indican que anualmente son transferidos 78.1 Tg de Carbono por debajo de la zona fótica. De esta cantidad casi una cuarta parte (18 Tg a^{-1}) se hunde en las aguas del GC. Sin embargo, la región que transporta más eficientemente el Carbono (fC_{org}/PPN) es el Golfo de Tehuantepec (0.27). Respecto a los valores de fC_{org} medidos por las trampas y los estimados por el modelo, éstos últimos fueron de dos hasta nueve veces mayores y sólo en el caso de Ensenada fueron similares. Por lo tanto, la eficiencia de la PE es mayor con los datos modelados. A pesar de que estos resultados deben ser tomados con cautela -las series de fC_{org} no coinciden en el tiempo y hay evidencia de variación interanual muy drástica- si parecen detectar los cambios causados por eventos como “The Warm Blob” que inició, en el GC, en 2014. Finalmente, la aún amplia gama de valores de la PE, generada por los modelos usados a nivel global, y la falta de coherencia entre los fC_{org} observados y modelados en este estudio son una evidencia fuerte de la necesidad de mantener los actuales observatorios con trampas de sedimentos de series de tiempo y adicionar otros más en sitios estratégicamente ubicados.

Palabras clave: sensores remotos; color del océano; flujos de carbono; trampas de sedimentos; mares y costas de México.

5.10. Climatología del Golfo de Tehuantepec y su efecto en el aprovechamiento del carbono inorgánico disuelto en la actividad biológica en cuatro bahías del Parque Nacional Huatulco, durante la temporada de Tehuanos, 2020

Campiran-Martínez Estefany J.¹; Chapa-Balcorta Cecilia¹; Espinosa-Carreón T. Leticia²; Leal-Acosta María L.¹ y Hernández-Ayón J. Martín³

¹Postgrado en ciencias: Ecología Marina, Universidad del Mar campus Puerto Ángel. Carretera a Zipolite, C.P.70902 Puerto Ángel, Oaxaca

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa (CIIDIR), Bulevar Juan de Dios Bátiz Paredes No.250, Col. San Joachin, en Guasave C.P.81100, Sinaloa.

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, C.P. 22860 en Ensenada, Baja California.

Autor para correspondencia: fanini456@gmail.com

Resumen

En el Golfo de Tehuantepec se reportan vientos conocidos como “nortes” o “Tehuanos” y son considerados el principal controlador de la actividad biológica de la región provocado por la mezcla vertical de la columna de agua acarreamo carbono inorgánico disuelto (CID) a la superficie. Se realizó la climatología del Golfo de Tehuantepec en un periodo de 18 años por medio de imágenes satelitales mensuales de agosto del 2002 a marzo del 2020 del sensor MODIS-Aqua. Se procesaron en el programa Windows Image Manager (WIM). En la climatología de la temperatura superficial del mar (TSM) se observó la disminución a partir de octubre hasta marzo, la temperatura menor se registró en enero (27.3°C) y la mayor en julio (30.5°C). En la climatología de clorofila (Cla_{SAT}), se observó que, en la zona de estudio, en diciembre se presentó una concentración mayor de clorofila (1.8±0.8 mg m⁻³) y en julio la menor (0.24±0.08 mg m⁻³), por lo que se aprecia el efecto de los vientos en la fertilización de la zona de estudio. En febrero del 2020 se tomaron muestras de CID en cuatro Bahías en cuatro profundidades del Parque Nacional Huatulco, además de imágenes diarias de Cla_{SAT} del día de muestreo. Se puede observar que la bahía con una mayor concentración de CID es Bahía Maguey que es mayormente influenciada por los vientos, pero también con la mayor influencia de actividades antropogénicas derivadas del turismo en la zona. La concentración de CID osciló de 1922 a 2083 μmol kg⁻¹, la mayor concentración se registró a los 30 metros de profundidad en Bahía Maguey, la bahía con menor concentración de CID fue en Bahía Dos Hermanas.

Palabras clave: *clorofila; vientos tehuanos; Golfo de Tehuantepec; Carbono inorgánico disuelto; temperatura superficial del mar.*

5.11. Dinámica del Sistema de Carbono en la columna de agua en el Sistema Frontal de Baja California Sur durante julio-agosto del 2019

Covarrubias-Caraveo Yamili A.¹; Espinosa-Carreón T. Leticia¹; Hernández-Ayón J. Martín²; De la Cruz-Ruiz A. Itahi¹; Morales-Gutiérrez Selene C.³ y Martínez-Magaña Víctor H.⁴

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bádiz Parede #250, Col San Joaquín, CP 81101, Guasave, Sinaloa.

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO), Universidad Autónoma de Baja California. Apartado Postal 453, CP 2280, Ensenada, Baja California.

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

⁴CRIAP Manzanillo, Playa Ventanas s/n, Col. Carretera Manzanillo a Campos Colima, CP 28200, Manzanillo, Colima.

Autor para correspondencia: yamicrb@gmail.com

Resumen

A partir del incremento de las emisiones de CO₂, se ha desarrollado un interés por predecir las condiciones ambientales futuras. El océano es uno de los principales sumideros de CO₂ antropogénico del planeta y es necesario conocer los procesos que interfieren en la interacción océano-atmósfera para poder realizar estas predicciones. El Sistema Frontal de Baja California Sur (SFBCS) está caracterizado por ser una zona con una oceanografía muy dinámica y rica biológicamente, presenta remolinos y frentes térmicos que varían en espacio y tiempo. Existe muy poca información respecto al sistema del carbono en esta zona. El objetivo de este trabajo fue conocer las variaciones de carbono inorgánico disuelto (CID) y alcalinidad total (AT) en la columna de agua. En julio-agosto de 2019 se muestrearon cuatro estaciones, dos en la costa (E04 y E51) y dos oceánicas (E12 y E55), se tomaron alícuotas a diferentes profundidades hasta los 500 m. Se utilizaron imágenes satelitales mensuales del sensor MODIS aqua de temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila (Cl_{aSAT}). En todas las estaciones, a partir de los 100 se detectó un incremento rápido de los valores de CID. Los valores de CID de la estación E04 fueron los menores en la superficie con una concentración de 1969 μmolL⁻¹, lo que se atribuye al consumo biológico, ya que los niveles de clorofila en esa zona fueron los más altos detectados en las cuatro estaciones. En las estaciones costeras se encontraron los valores más bajos de AT en la superficie con una concentración de 2262 μmol/L (E04) y 2263 μmol/L (E51). El valor máximo de TSM fue de la estación E51 con 27 °C y el mínimo de 21 °C en la estación E04.

Palabras clave: *imagen satelital; carbono inorgánico disuelto; alcalinidad total; Baja California Sur.*

5.12. Carbono antropogénico en el Pacífico frente a México

Coronado-Álvarez Luz de Lourdes A.*¹; Hernández-Ayón J. Martín¹; Álvarez-Borrego Saúl; Lara-Lara J. Rubén² y Solana-Arellano E.²

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada - Tijuana No. 3917, CP 22860, Ensenada, Baja California.

²Centro de Investigación Científica y de Educación de Ensenada, Carretera Tijuana-Ensenada No. 3918, Zona Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

*Autor para correspondencia: coronadolu@yahoo.com.mx

Resumen

El objetivo de este trabajo fue describir el océano como reservorio del carbono antropogénico (C_{ANT}) en el Pacífico frente a México. Se cuantificó el C_{ANT} al norte y al sur del frente de Cabo San Lucas, en el Sistema de la Corriente de California (SCC) y en la región tropical. Se utilizó el trazador TrOCA para estimar C_{ANT} . Las regiones del SCC y tropical se dividieron en zonas costera y oceánica. La región del SCC tuvo valores superficiales promedio de C_{ANT} (media \pm error estándar en $\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$) de 61.9 ± 4.1 y 66.9 ± 2.0 para las zonas costera y oceánica, respectivamente, disminuyendo a casi cero a 800 m en ambos casos. La región tropical tuvo valores superficiales promedio de C_{ANT} de 77.9 ± 4.0 y 60.5 ± 3.1 para las zonas costera y oceánica, respectivamente, disminuyendo a casi cero a 800 m en la zona costera y a ~ 550 m en la zona oceánica. Una prueba t Bayesiana para comparar los valores de ΣC_{ANT} de todas las estaciones del SCC versus los de todas las estaciones tropicales resultó en probabilidad alta de diferencia significativa (al 95%). Estas diferencias se deben al efecto de las surgencias en las estaciones costeras del SCC; estas aguas tienen valores más bajos de C_{ANT} que las aguas estratificadas tropicales. También hubo probabilidad alta de que haya diferencias de ΣC_{ANT} entre las zonas de cada región.

Palabras clave: *carbono antropogénico; Sistema de la Corriente de California; Cabo San Lucas; trazador.*

5.13. Comparación costa-océano del carbono inorgánico disuelto y alcalinidad total en mayo 2019 al norte de Sinaloa

Guzmán-Santos Nazaria Lizbeth¹; Flores-Trejo Lorena^{1,2}; Espinosa-Carreón T. Leticia¹; Morales-Gutiérrez Selene C.³ y Martínez-Magaña Víctor H.⁴

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

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California, doctorado en Oceanografía Costera. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.

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

⁴CRIAP Manzanillo, Playa Ventanas s/n, Col. Carretera Manzanillo a Campos Colima, CP 28200, Manzanillo, Colima.

Autor para correspondencia: lgs.bio12@gmail.com

Resumen

El sistema del carbono es definido por las variables: pH, carbono inorgánico disuelto (CID), alcalinidad total (AT) y presión parcial de CO₂ (pCO₂), que permiten entender el papel tan importante que fungen los océanos en la absorción y almacenamiento del CO₂ antropogénico. En el Golfo de California, específicamente frente a las costas de Sinaloa en mayo del 2019, a bordo del B/I “Dr. Jorge Carranza Fraser” de INAPESCA, en dos estaciones oceanográficas (costera y oceánica) se tomaron alícuotas de agua a diferentes profundidades (según lo permitió la batimetría de la zona), para la determinación de CID y AT. Además, se realizaron perfiles de temperatura (°C), salinidad (UPS), fluorescencia (mg m⁻³) y oxígeno disuelto (ml L⁻¹) con un CTD SeaBird, y se obtuvieron imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila (CLA). Se encontraron valores superficiales de CID menores en la estación oceánica (2094 μM kg⁻¹) que la costera (2103 μM kg⁻¹). En contraste, los valores de AT fueron opuestos (2454 μM kg⁻¹ y 2443 μM kg⁻¹ respectivamente). Las imágenes satelitales demostraron que la mayor concentración de clorofila (mg m⁻³) se localizan en la zona costera (~1.5 mg m⁻³), mientras que la TSM osciló entre ± 26 °C en ambas estaciones.

Palabras clave: *carbono inorgánico disuelto; comparación costa-océano; sistema de carbono; clorofila; Golfo de California.*



Sección 6

**ECOSISTEMAS
TERRESTRES**

6.1. Servicios ecosistémicos en suelos del ejido Ojo de Agua de los Montes, Aguascalientes

Meraz-Jiménez Antonio de J.¹; Mendieta-Vázquez Araceli G.¹; López-Santos A.²; Díaz-Romo Abraham¹; Martínez-Calderón Víctor M.¹ y Torres-González Jorge A.¹

¹Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, domicilio conocido s/n Mpio. de Jesús María, Ags.

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

Autor para correspondencia: alejandro.torres@edu.uaa.mx

Resumen

Los suelos son un recurso fundamental para la creación de una serie de bienes y servicios integrales para los ecosistemas y el bienestar humano. El mantenimiento y mejora de los recursos globales del suelo es esencial para satisfacer la necesidad general de la humanidad, de alimentos, agua y seguridad energética. Se concibe el suelo como soporte de infraestructura y medio de producción agrícola, en tanto que los servicios ambientales que provee son poco valorados y reconocidos. El objetivo fue evaluar el potencial que tiene el suelo de almacenar carbono y de la generación de servicios ecosistémicos. La unidad de estudio se desarrolló en el área de uso común del ejido Ojo de Agua de los Montes, localizado en el municipio de Tepezalá, Aguascalientes. Se realizó un muestreo aleatorio por unidad de suelo, a cada sitio de muestreo se le obtuvo su coordenada geográfica (X, Y), para su posterior representación cartográfica, además del carbono se cuantificaron los servicios ecosistémicos de la unidad de suelo. El suelo presentó una variación de 39 a 7 T/C ha y la unidad de suelo Fluvisol es la que ofrece mayor calificación de servicio ecosistémico, lo cual refleja la riqueza del suelo y el potencial que representa para la población del ejido, y por lo tanto, la importancia de que se conozca y valore para evitar cambios de uso de suelo sin criterio de manejo y garantizar su conservación.

Palabras clave: *unidad de suelo; valoración ambiental; IDW; geolocalización.*

6.2. Reservorios de biomasa y carbono aéreo en el bosque templado de la microcuenca del Río Hueyapa, Guerrero, México

Navarro-Martínez José¹; López-López Miguel A.²; Rosas-Acevedo José L.³; Godínez-Jaimes Flaviano⁴; Juárez-López Ana L.³ y Reyes-Umaña Maximino³

¹Docente de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural No. 37 perteneciente a la Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (UEMSTAYCM). Domicilio conocido Tres Palos, municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero., México.

²Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km.36.5 CP 56230.

³Centro de Ciencias de Desarrollo Regional (CCDR) de la UAGro. Privada del Laurel No. 13, Col. El Roble. CP 39640. Acapulco de Juárez, Guerrero., México.

⁴Facultad de Matemáticas de la UAGro. Av. Lázaro Cárdenas S/N, Cd. Universitaria Sur, Chilpancingo, Gro. C. P. 39087.

Autor para correspondencia: jnavarromtz@yahoo.com.mx

Resumen

Los ecosistemas forestales son sumideros naturales potenciales de carbono atmosférico y juegan un papel importante en la mitigación del cambio climático, pero no existe información sobre los reservorios de biomasa y carbono para los bosques del estado de Guerrero. La presente investigación tuvo como finalidad estimar los almacenes de biomasa y carbono para el bosque templado de la microcuenca del Río Hueyapa en el estado de Guerrero, México. Se realizó un inventario forestal maderable utilizando la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de México y el análisis de las estimaciones se realizó bajo la metodología de estimadores de razón. El bosque templado de esta microcuenca está constituido principalmente por las especies de *Pinus oocarpa*, *Quercus* spp. y otras latifoliadas. Se levantó información dasométrica de 105 unidades primarias de muestreo de 2,761.1 hectáreas que comprende el bosque templado de la microcuenca. Los parámetros promedio estimados para el ecosistema bosque templado de la microcuenca fueron $22.88 \pm 0.91 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, $150.25 \pm 10.66 \text{ Mg ha}^{-1}$ y $74.64 \pm 6.34 \text{ Mg ha}^{-1}$, en área basal, biomasa y carbono, respectivamente. En su conjunto, el ecosistema de bosque templado de esta microcuenca tiene un reservorio de $413,041.9 \pm 29,309.6 \text{ Mg}$ de biomasa y $205,189.0 \pm 12,960.4 \text{ Mg}$ de carbono en la parte aérea. Es imperativo estimar la tasa de captura de carbono para ofrecer a los poseedores del recurso forestal una alternativa de ingreso al pago por servicios ambientales en la modalidad de captura de carbono.

Palabras clave: *reservorio de carbono; Río Hueyapa; Pinus oocarpa; Quercus spp.*

6.3. Ecuaciones alométricas para la distribución de biomasa aérea de *Piscidia piscipula* en Campeche, México

Aquino-Ramírez Martín¹; Tlaxcala-Méndez Rolando M.²; Cuevas-Cruz Juan C.³ y Hervert-Zamora Haidie L.⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Edzná. Campeche, Campeche, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental El Palmar. Tezonapa, Veracruz, México.

³Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario del Anáhuac. Texcoco, Estado de México, México.

⁴Universidad Politécnica de Texcoco. San Miguel Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: ramirez.aquino@inifap.gob.mx

Resumen

Las ecuaciones alométricas específicas por especie son una herramienta esencial para estimar la biomasa aérea de los bosques tropicales de forma no destructiva. El objetivo del presente estudio fue ajustar modelos alométricos para estimar la biomasa aérea y por componente estructural de árboles de *Piscidia piscipula* en una selva subcaducifolia de Escárcega, Campeche, México. Empleando un muestreo destructivo de 17 individuos de distintas categorías diamétricas (5 a 55 cm) se obtuvieron muestras del fuste, ramas y ramillas con hojas para determinar su peso seco. Dos sistemas de ecuaciones no lineales con aditividad fueron ajustados con el Método Generalizado de Momentos. El sistema de ecuaciones basado en el modelo $y = e^{b_0} D^n H^{b_2}$ mostró los mejores estadísticos de ajuste y explicó más del 89% de la variabilidad de la biomasa de los componentes y total del árbol. *P. piscipula* mostró la mayor proporción de biomasa en el fuste (60.4%), luego en las ramas (36.8%) y ramillas con hojas (27.8%). El sistema de ecuaciones alométricas con aditividad seleccionado puede ser utilizado para una predicción robusta de la biomasa de los componentes estructurales (fuste, ramas y ramillas con hojas) y total de *P. piscipula* en función del diámetro normal y la altura total.

Palabras clave: aditividad; árboles tropicales; carbono; Escárcega.

6.4. Cambio de uso de suelo y cambio climático en Coatepec, Ixtapaluca, Estado de México

Linares-Fleites Gladys^{1,2}; Millán-Aguilar Eduardo² y Valera-Pérez Miguel A.^{1,2}

¹Benemérita 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.

²Posgrado 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

El cambio climático ha sido identificado, desde el pasado siglo, como la principal amenaza para la integridad y el funcionamiento de los ecosistemas. El cambio de uso del suelo puede provocar emisiones de gases de efecto invernadero que causan el cambio climático. El cambio climático también afecta la productividad del suelo, que a su vez conduce a un mayor cambio del uso del suelo. Aunque existen factores naturales que motivan estos procesos, los cambios en la cobertura del suelo contemporáneos son generados principalmente por la actividad humana, actividad dirigida a la manipulación de la superficie terrestre para satisfacer alguna necesidad o requerimiento individual o de la sociedad. En este trabajo se persigue el objetivo de explorar estos temas en la comunidad Coatepec, que forma parte del municipio de Ixtapaluca, ubicado en el Estado de México, lo que implica determinar el cambio de cobertura y uso del suelo del área que ocupa y, posteriormente, recolectar información entre sus habitantes, relacionada con la percepción local de los cambios de cobertura y uso del suelo, los ecosistemas y los servicios ecosistémicos locales.

Palabras clave: *ecosistema; medio ambiente; política ambiental.*

6.5. La heterogeneidad del estrato arbóreo modifica la descomposición del mantillo en un bosque de oyamel

Choreño-Parra Eduardo M.¹; Beltrán-Paz Ofelia I.²; García-Oliva Felipe³; Montaña-Arias Noé M.⁴ y Chávez-Vergara Bruno M.²

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM. Av. Universidad No. 3000, Ciudad Universitaria, CDMX, 04510, México.

²Instituto de Geología, UNAM. Av. Universidad No. 3000, Ciudad Universitaria, CDMX, 04510, México.

³Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM, campus Morelia. Antigua carretera a Párcuaro No. 8701, Morelia, Michoacán, 58090, México.

⁴Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM, Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco No. 186, Iztapalapa, CDMX, 09340, México.

Autor por correspondencia: chorenoparra_em@ciencias.unam.mx

Resumen

El cambio en la comunidad vegetal forestal altera la descomposición del mantillo al modificar sus rasgos químicos y la actividad microbiana. En este trabajo, se evaluó el efecto de la heterogeneidad del estrato vegetal arbóreo sobre la descomposición del mantillo en un bosque de *Abies religiosa*. Se compararon tres condiciones con diferencias en el estrato vegetal: “homogénea con *Abies*” (HmA) dominada por *A. religiosa*, “heterogénea con latifoliadas” (HtL) con presencia de angiospermas, y “heterogénea con pino” (HtP), reforestado con una especie de *Pinus* no nativa. En 2019, en cada condición se recolectaron cinco muestras de mantillo y cinco de suelo al inicio (IH) y en el máximo de la época húmeda (MH). En el mantillo se determinó la concentración de nutrientes, abundancia de grupos microbianos, actividad microbiana, mineralización de C y la tasa de descomposición (K) mediante el Tea Bag Index. Se cuantificó la mineralización de C en un experimento de cruza recíprocas entre las muestras de suelo y mantillo. En la condición HtP existió una modificación de la composición química del mantillo, la cual promovió una comunidad microbiana dominada por hongos saprófitos, con una alta actividad enzimática, amplia funcionalmente, y con un metabolismo que tiende a una alta emisión de CO₂. La descomposición del mantillo en la condición HtL fue semejante a la HmA. Los resultados sugieren que la heterogeneidad del estrato arbóreo, principalmente debido al manejo forestal, modifica la interacción entre la composición química y la actividad microbiana del mantillo durante su descomposición.

Palabras clave: *manejo forestal; microorganismos; metabolismo microbiano; actividad enzimática; mineralización de C.*

6.6. Patrón geográfico de la transformación de N en los suelos urbanos y rurales

Domínguez-Eusebio Carlo A.¹; Perroni Yareni² y Briones Oscar¹.

¹Red de Biología Evolutiva, Instituto de Ecología A.C. Carretera antigua a Coatepec No. 351, C.P. 91070, Colonia Las Hayas, Xalapa, Veracruz.

²Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana. Av. de las Culturas Veracruzanos No. 101, C. P. 91090, Colonia Emiliano Zapata, Xalapa, Veracruz, México.

Autor para correspondencia: cardomingueze@gmail.com

Resumen

Las áreas verdes dentro de ciudades brindan diversos servicios ambientales que mitigan algunos efectos asociados a la urbe, como la regulación térmica, disminución de la contaminación del aire o reducción del escurrimiento pluvial. Por ello, es importante conocer el estado ecológico en que se encuentran los parques y bosques urbanos, así como los procesos del funcionamiento ecosistémico como la transformación edáfica del nitrógeno, elemento esencial en la productividad primaria. Conocer los procesos ecosistémicos permitirá entender el funcionamiento del suelo bajo influencia de ciudades, vegetación y condiciones ambientales distintas. El objetivo de este trabajo fue conocer si existe algún patrón en cuanto al comportamiento de dos procesos de transformación de nitrógeno en el suelo: la nitrificación y mineralización de N entre sitios urbanos y rurales en diferentes latitudes. El análisis de los datos mostró que la latitud tiene un papel importante en la modulación de la transformación del nitrógeno edáfico de los sitios urbanos y rurales. Se observó alta correlación ($r^2 > 0.9$) tanto en la mineralización como nitrificación con la latitud geográfica. Los suelos urbanos en general presentaron valores bajos de pH mayor, valores bajos del cociente C:N y alta tasa en los procesos de transformación de N. El incremento en los estudios sobre la biogeoquímica urbana permitirá establecer bases sólidas para conocer el funcionamiento de los ecosistemas con alta influencia humana.

Palabras clave: *biogeoquímica urbana; bosque urbano; ecología urbana; nitrificación y mineralización de nitrógeno; procesos microbianos en el suelo.*

6.7. Microhongos asociados a carbono orgánico en suelo del Parque Sierra de Guadalupe, centro de México

Castellanos-Moguel Judith¹; Miranda-Calixto Arturo¹; Molina-Morales Mayra¹; Reyes Hernández Omar¹; Cano-Flores Óscar¹; Vela-Correa Gilberto¹; Bello-Téllez Valeria¹; Rodríguez-Gamiño María de Lourdes² y López-Blanco Jorge³

¹Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, UAM-X. Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, C.P. 04960, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México.

²Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras. Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria. Alcaldía Coyoacán. C.P. 04510, Ciudad de México.

³Global Change Consulting. TS de la Barrera 13, Int. B-509. Colonia Merced Gómez. Alcaldía Benito Juárez. C.P.03930. Ciudad de México.

Autor para correspondencia: mjmoguel@correo.xoc.uam.mx

Resumen

El Parque Estatal Sierra de Guadalupe, se encuentra en la parte central de la Cuenca de México y la vegetación nativa es predominantemente de encinos (*Quercus* sp), que se ha ido perdiendo debido a diversas perturbaciones. Se han llevado a cabo diversos programas de reforestación, que incluyeron especies de *Eucalyptus* sp., se conoce poco acerca de las repercusiones que estos árboles pueden tener en la comunidad microbiana, específicamente en los microhongos y la relación de los mismos con la cantidad de carbono del suelo. Se trabajó en tres parajes de la Sierra La Resbaladilla, Piedra Ancha y Los Encinares. Se determinó pH, materia orgánica y carbono orgánico total; así como aislamientos de hongos cultivables, se determinó la cantidad de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo y los géneros presentes. Se obtuvieron aislamientos de todos los sitios, en las reforestaciones de *Eucalyptus* sp., se observó una diversidad alta de hongos pero los géneros aislados en mayor número, están asociados a cambios recientes en la comunidad del suelo, mientras que en la vegetación nativa de *Quercus* sp. se encontró gran cantidad de micelio estéril, que sugiere una comunidad fúngica más estable. La cantidad de materia orgánica y carbono orgánico influyó mayormente a los hongos en los sitios reforestados con *Eucalyptus* sp. que en los sitios con *Quercus* sp. Los resultados sugieren que deben preferirse las especies nativas para optimizar la captura de carbono al favorecer una comunidad fúngica estable en el suelo de la Sierra de Guadalupe.

Palabras clave: hongos microscópicos; captura de carbono; materia orgánica; carbono orgánico de suelo; reforestación.

6.8. Estimación del carbono orgánico en suelos forestales de Tlahuapan, Puebla

Castelán-Vega R.^{1,2}; González-González F.^{1,2}; Tamaríz-Flores V.^{1,2} y Cruz-Montalvo A¹

¹Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur #6301, Colonia San Manuel, CP 72474, Puebla, Puebla.

²Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur #6301, Colonia San Manuel, CP 72474, Puebla, Puebla.

Autor para correspondencia: rosalia.castelan@correo.buap.mx

Resumen

El cambio climático es atribuido a las actividades antropogénicas que generan altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono, metano y fluorocarbonados, entre otros. El suelo es el reservorio más importante de carbono de los ecosistemas terrestres, almacenando más del 80% de todos los reservorios del mundo. La capacidad del suelo para almacenar Carbono Orgánico depende de sus propiedades, usos y manejo. La presente investigación tuvo como objetivo estimar la cantidad de carbono orgánico del suelo por unidad de área bajo diferentes condiciones de manejo forestal en los Bienes Comunales de San Juan Cuauhtémoc, Tlahuapan, Puebla. Para ello se definieron tres unidades de manejo forestal (Perturbado, Aprovechado y Conservado). En cada unidad de manejo se establecieron 6 unidades de muestro circular y se tomaron muestras compuestas de los primeros 30 cm de profundidad (N=18), la determinación del COS se estimó según los métodos normados en NOM-021-SEMARNAT-2000. Los resultados muestran diferencias significativas en la concentración de COS, en función de la condición de manejo y el tipo de vegetación. La unidad forestal con Aprovechamiento presentó la concentración promedio de COS más alta con 194 Mg C ha⁻¹, seguido de las unidades conservadas y perturbadas con 174 y 93 Mg C ha⁻¹, respectivamente. Las diferencias en concentración están dadas por la historia del manejo de los suelos, ya que tiempo atrás sufrieron sobreexplotación por parte de la papelera San Rafael, y por la vegetación que predomina en cada una de las unidades de manejo forestal.

Palabras clave: *manejo forestal; tipo de vegetación; degradación.*

6.9. Almacén de carbono orgánico en suelos semiáridos de Puebla, México

Castelán-Vega R.^{1,2}; Ramírez-García A.^{1,2}; Tamaríz-Flores V.^{1,2} y Cruz-Montalvo A¹

¹Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur #6301, Colonia San Manuel, CP 72474, Puebla, Puebla.

²Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur #6301, Colonia San Manuel, CP 72474, Puebla, Puebla.

Autor para correspondencia: rosalia.castelan@correo.buap.mx.

Resumen

Uno de los principales servicios ecosistémicos del suelo es el almacenamiento de carbono (C), que ayuda a mitigar los efectos del calentamiento global. No obstante, es un tema poco estudiado en zonas áridas y semiáridas del país. El objetivo fue estimar la concentración de carbono orgánico del suelo en una cuenca semiárida del municipio de Tepanco de López, Puebla, México. Se describieron 25 perfiles de suelo bajo diferente uso y se tomaron muestras de los primeros 30 cm de profundidad. Se calculó la proporción de fragmentos gruesos y densidad aparente. Se determinó la concentración de Carbono Orgánico del suelo (COS) en Mg C ha^{-1} según el método normado en la Norma Oficial Mexicana 021-SEMARNAT-2000. Los resultados muestran que la densidad aparente promedio de los suelos de la cuenca es alta (1.13 Mg m^{-3}), al igual que la proporción de fragmentos gruesos (40%). Se presentó diferencia significativa ($\alpha \leq 0.05$) en las concentraciones de COS. La concentración mayor fue en el pastizal inducido con 63 Mg C ha^{-1} , seguido de las áreas con cultivo (57 Mg C ha^{-1}), matorral crasicaule (54 Mg C ha^{-1}) y matorral rosetófilo con 24 Mg C ha^{-1} . Las diferencias se relacionan directamente con los aportes de materia orgánica al suelo por parte de la vegetación.

Palabras clave: cuencas; tipo de vegetación; degradación.

6.10. Estimación de carbono en ecosistemas forestales de pino (*Pinus oocarpa*) en ejidos de Cintalapa, Chiapas

Tondopó-Marroquín César N.¹; Aryal Deb R.²; Casiano-Domínguez Marcos³; León-Hernández Noé S.⁴ y Venegas-Venegas José A.²

¹Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Carr. Ocozocoautla Villaflores, CP 30470, Villaflores, Chiapas.

²CONACYT-UNACH, Facultad de Ciencias Agronómicas, Carr. Ocozocoautla Villaflores, CP 30470, Villaflores, Chiapas.

³Programa Mexicano del Carbono, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

⁴Departamento de agricultura sociedad y ambiente, El Colegio de la Frontera Sur. CP 29200, Unidad San Cristobal.

Autor para correspondencia: cesar.tondopo@cecropia.org

Resumen

La captura de carbono es un proceso natural por el cual las plantas a través de la fotosíntesis fijan el CO₂ que se encuentra en la atmosfera almacenándose como biomasa y por consecuente regulan las concentraciones atmosféricas de dicho gas. Este proceso natural tiene mucha importancia en el contexto actual de cambio climático ya que ayuda a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, además de varios factores como condiciones geográficas, tipo de vegetación, clima, y perturbación antropogénicas, el manejo de vegetación puede tener un papel importante en el almacenamiento de carbono en algunos ecosistemas forestales. El presente estudio evaluó el stock de carbono en áreas forestales con y sin manejo en tres ejidos de Cintalapa, Chiapas. En promedio, se encontraron entre 51 y 58 Mg C ha⁻¹ en biomasa aérea. Difiriendo de nuestra hipótesis, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de biomasa entre los sitios con manejo y sin manejo. El carbono almacenado fue menor a lo reportado en 2008 para esta zona. No se encontró relación entre el carbono aéreo, el carbono orgánico del suelo y pH entre los sitios muestreados. El estudio de los sitios con manejo y sitios sin manejo no explican claramente la pérdida de biomasa forestal en ese sentido es importante considerar el estudio de todos los reservorios de carbono del bosque, incluyendo los nutrientes que más influyen en el desarrollo de los árboles, por lo cual se continúa trabajando en esa ruta.

Palabras clave: *manejo forestal; captura de carbono; almacén de carbono; ecosistemas forestales.*

6.11. Contenido de carbono y nitrógeno del suelo y mantillo en dos manejos forestales en la Sierra Norte de Oaxaca

Leyva-Pablo Tania¹; Fuentes-Ponce Mariela H.²; De León González Fernando² y Cortés-Pérez Melquiades¹

¹Doctorado de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960 Ciudad de México, México.

²Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa quietud, 04960 Ciudad de México, México.

Autor para correspondencia: tanialeypablo@gmail.com

Resumen

El suelo juega un papel fundamental en el ciclo del carbono (C), sin embargo, los cambios de uso de suelo están asociados a pérdida de capacidades y emisiones de CO₂ a la atmósfera. En la presente investigación se estimó el contenido de C y nitrógeno (N) en el suelo y mantillo, en dos tipos de manejo forestal: Método de Desarrollo Silvícola y Método Mexicano de Bosques Irregulares en reforestaciones de 15 años, en comparación con tres tipos de bosque natural. Se tomaron muestras compuestas de suelo en estratos de 0-10, 10-20 y 20-30 cm y la capa de fermentación y hojarasca para el mantillo. Se determinó el C en suelo y mantillo mediante combustión seca a 900°C y el N mediante el método Kjeldhal. Se encontró que los mayores almacenes de C en el suelo corresponden a los bosques forestales con manejo de alta intensidad (318 Mg C ha⁻¹) seguido de baja intensidad (72.9 Mg C ha⁻¹) y que las prácticas de conservación favorecen los almacenes de C. No existió diferencia estadística significativa en la relación C:N en los primeros centímetros de suelos, sin embargo, hay una tendencia al incremento asociado en el bosque de alta intensidad a profundidad de 0-20 cm, que se asocia al manejo de conservación, mediante la acumulación de material recalcitrante por la incorporación de material de un bosque en desarrollo, que conlleva a un proceso lento de degradación de la MO.

Palabras clave: *almacén de C; MDS; MMOBI.*

6.12. Carbono almacenado en biomasa arbórea del bosque templado de Capulálpam de Méndez, Oaxaca, México

Cortés-Pérez Melquiades¹; Fuentes-Ponce Mariela²; De León-González Fernando²; Paz-Pellat Fernando³; Leyva-Pablo Tania¹ y Santiago-García Wenceslao⁴

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

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

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México.

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

Autor para correspondencia: yaguar.jo@gmail.com

Resumen

Los bosques son un importante contribuyente de las reservas de carbono del ecosistema terrestre. Se ha documentado que las prácticas silvícolas en aprovechamientos maderables tienden a modificar la composición y la complejidad estructural del bosque. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar y comparar el carbono almacenado en la biomasa arbórea aérea en los rodales con diferentes tratamientos silvícolas en el bosque templado de Capulálpam de Méndez, Oaxaca, México. El carbono almacenado en la biomasa aérea se estimó con datos dasométricos y modelos alométricos. Se realizó un análisis de varianza y pruebas de medias (Tukey ≤ 0.05) para observar diferencias en la biomasa y el contenido de carbono entre los rodales con diferentes tratamientos silvícolas. Se identificaron 15 especies distribuidas en 6 familias. Las especies más abundantes fueron *Q. laurina* y *P. patula*. Los rodales con el tratamiento silvícola de corta de regeneración presentaron el mayor contenido de carbono en la biomasa, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas (Tukey ≤ 0.05) entre los tratamientos evaluados. Se concluye que la familia Pinácea y Fagácea son las más relevantes en términos de contenido de biomasa y carbono arbóreo aéreo.

Palabras clave: *alometría; fagácea; pinácea; sierra norte, tratamiento silvícola.*

6.13. Distribución espacial del carbono atmosférico fijado en los suelos de Milpa Alta, CDMX

Rodríguez-Gamiño Lourdes¹; López-Blanco Jorge² y Vela-Correa Gilberto³

¹Colegio de Geografía, FFyL, UNAM. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N, Cd. Universitaria, Alcaldía Coyoacán. C.P. 04510. Ciudad de México.

²Environmental Change Consulting. Barquera 13-B509, Colonia Merced Gómez, Alcaldía Benito Juárez. C.P. 03930. Ciudad de México.

³Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Laboratorio de Edafología. Calzada del Hueso 1100. Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán. C.P. 04960. Ciudad de México.

Autor para correspondencia: lulugamino@hotmail.com

Resumen

Se estima que los suelos almacenan dos veces más carbono que la atmósfera y casi el doble que la vegetación, pero esto depende de las características biofísicas que han influido en su formación. En este trabajo se evaluó la distribución espacial del carbono atmosférico fijado en el suelo en Milpa Alta. Considerando el origen del relieve se delimitaron doce sistemas morfogénéticos (S01 a S12) y se definieron las unidades ambientales biofísicas (UAB). El carbono orgánico en suelos (COS) se calculó con base en la ecuación: $COS = CO(Da)(Ps)(Sup)$. La distribución espacial del COS se expresó en dos mapas: 1. Mapa de interpolación de los valores de carbono considerando a los 76 sitios de muestreo de suelo y 2. Mapa de intervalos de CO_2 atmosférico fijado en suelo ($>200-222.5$, $>150-200$, $>100-150$, $>050-100$ y $018-050$, $Mg\ ha^{-1}$) con su nivel de concentración (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, respectivamente). El nivel medio coincidió principalmente con las UAB de los sistemas S09, S02 y S04, donde predominan los bosques de pino y oyamel. El nivel bajo está en las UAB de los S03, S07, S10 y S11, que se caracterizan por el uso agrícola del suelo. La distribución del carbono orgánico en el suelo está influenciada por los factores biofísicos del paisaje, como las condiciones geológicas, climáticas, de relieve, tipos de vegetación y uso del suelo. Por los datos obtenidos, esta porción sur de la CDMX se considera como un reservorio muy importante de CO_2 atmosférico fijado en suelo.

Palabras clave: *carbono orgánico; sistemas morfogénéticas; unidades ambientales biofísicas.*

6.14. Pérdida de carbono orgánico total en rasgos de erosión acelerada en el volcán Acopiaco, CDMX

Rodríguez-Michaud María B.¹; López-Blanco Jorge²; Rodríguez-Gamiño Lourdes³ y Vela-Correa Gilberto^{1*}

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Departamento El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de Edafología. Calzada del Hueso 1,100. Colonia Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán. C. P. 04960. Ciudad de México.

²Environmental Change Consulting. Barquera 13-B509, Colonia Merced Gómez, Alcaldía Benito Juárez. C. P. 03930. Ciudad de México.

³Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Av. Universidad 3000, Circuito de la Investigación Científica s/n. Cd. Universitaria, Alcaldía Coyoacán. C.P. 04510. Ciudad de México.

*Autor para correspondencia: gvla@correo.xoc.uam.mx

Resumen

El Suelo de Conservación (SC) representa al 59% del territorio de la Ciudad de México (CDMX) y se estima que está afectado por erosión hídrica en más de la mitad de su superficie. Siendo las áreas cerriles las que presentan mayor vulnerabilidad, afectando su capacidad de captación de agua, regulación del clima, captura de carbono y riqueza ecosistémica, además de la productividad en suelos de uso agrícola. El objetivo de este trabajo fue determinar las concentraciones de carbono orgánico total (COS) en sedimentos provenientes de tres tipos de erosión acelerada del suelo: laminar, en macrosurcos y en cárcavas, en las laderas de montaña medias e inferiores de flujos lávicos de andesita pleistocénica del volcán Acopiaco, Tlalpan, CDMX. Se localizaron sitios de muestreo con presencia de rasgos de esos tipos de erosión. Se colocaron trampas colectoras de sedimentos, a los cuales se les determinó su humedad, densidad, textura, porosidad, pH, materia orgánica (MO), carbono orgánico (CO) y capacidad de intercambio catiónico (CIC). El COS se calculó con la ecuación: $COS = \frac{CO}{Da} \cdot Ps$ donde: COS=Carbono orgánico de suelos ($kg\ m^{-2}$), CO=Carbono orgánico total (%), Da=Densidad aparente ($Mg\ m^{-3}$), Ps=Profundidad del suelo (m); Sup=Superficie (m^2). Los sedimentos con mayor contenido de MO y CIC correspondieron a los materiales transportados por flujo laminar, que a su vez se consideran los más importantes por su fertilidad. En general, por cada 100 kg de sedimentos, se pierde en COS alrededor de 17.4 kg en laminar; 9.5 kg en macrosurcos; y 13.8 kg en cárcavas.

Palabras clave: *erosión acelerada de suelos; Tlalpan; Suelo de Conservación; pérdida de suelos.*

6.15. Dynamics of spatially-integrated soil moisture and phenology in an early successional tropical dry forest

Díaz-Rodríguez Alondra M.¹; Domínguez-Gómez María del Rosario¹; Quiroz-Antunez Ulises G.¹; Rojas-Robles N. E.¹; Álvarez-Yépiz Juan C.¹; Sánchez-Mejía Zulia M.¹; Garatuza-Payan Jaime¹ y Yépez Enrico A.¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818. Col. Centro, Cd. Obregón, 85000, Sonora, México.
Corresponding author: enrico.yopez@itson.edu.mx

Resumen

El bosque neotropical seco más norteño (BTS) ocurre en parte de la región del Monzón de Norte América en Sonora. La temporada lluviosa va desde junio tardío hasta octubre, con variaciones altas en la duración, intensidad y número de eventos de lluvia. Estas variaciones en precipitación afectan el contenido de humedad del suelo del que depende estrechamente el funcionamiento del ecosistema. Además, los cambios proyectados en los patrones de precipitación podrían amenazar las funciones del ecosistema. La determinación de la humedad del suelo y la descripción de su relación dinámica con la precipitación y fenología de la vegetación son relevantes para comprender los posibles efectos de cambios en los patrones del clima futuro. Se utilizaron registros de conteo de neutrones, precipitación (PPT) e índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de 2016 a 2018. Los resultados indican que el año 2018 fue el más húmedo, sin embargo, una temporada más lluviosa no necesariamente eleva la humedad del suelo pues el máximo contenido volumétrico de agua (VWC) fue de 0.21 para los tres años, lo que puede estar relacionado con la escala temporal y la intercepción de la vegetación. El NDVI muestra una evolución temporal similar durante los tres años con un desfase (~17 días) entre las temporadas de lluvia y de crecimiento. Las medias de NDVI fueron 0.727(2016), 0.725(2017) y 0.693(2018). La tecnología de rayos cósmicos parece una herramienta confiable para evaluar la dinámica de la humedad del suelo en estudios ecohidrológicos en los bosques secos tropicales de sucesión temprana.

Palabras clave: *ecohidrología; detección de neutrones de rayos cósmicos; precipitación; intercepción.*

6.16. Estimación de indicadores de Productividad Primaria en ecosistemas semiáridos: trasladando modelos locales a la extensión de los ecosistemas

Coronel-Enríquez Claudia¹; Madrigal-Gómez José Manuel²; Alcudia-Aguilar Alejandro³; Rojas-Robles Nidia E.⁴; Méndez-Barroso Luis⁴; Yépez Enrico⁴ y Garatuza-Payán Jaime⁴

¹Instituto de Investigaciones Sociales Dr. Jose María Luis Mora. LSIG-C. Poussin 45, San Juan Mixcoac, CP Benito Juárez, CDMX.

²Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial. AC. Tlalpan, CP 14240, CDMX, México

³Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad A.C.

⁴Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Centro, 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.

Autor para correspondencia: ccoronel@institutomora.edu.mx

Resumen

La cuantificación y mapeo de la oferta y la demanda de los servicios ecosistémicos es esencial para el monitoreo continuo de dichos servicios para apoyar la toma de decisiones frente a los efectos del cambio global. El mapeo de los servicios ecosistémicos espacialmente explícito y en toda el área basado en extensos estudios del terreno está restringido a escalas locales y limitado debido a los altos costos. Por el contrario, la teledetección proporciona datos fiables para cuantificar y cartografiar los servicios del ecosistema a costos comparativamente bajos y con la opción de realizar observaciones rápidas, frecuentes y continuas para el seguimiento. El objetivo de este documento fue el desarrollo de un método de extrapolación lineal multiescalar que permita el monitoreo de la Productividad Primaria Neta (PPN), en áreas no muestreadas a una extensión mayor de 1 km². Se obtuvieron estimaciones de PPN y calor latente para 3 tres diferentes ecosistemas semiáridos al noroeste de México, en áreas ambientalmente homogéneas y representativas de los ecosistemas. Se emplearon datos de índices de vegetación NDVI y EVI y datos de flujos ecosistémicos registrados por torres de covarianza de vórtices en sitios representativos de Bosque de Encino, Matorral Subtropical y Bosque Tropical Seco. La metodología probó su utilidad para generar estimaciones precisas y exactas de PPN y calor latente, lo cual representa un avance en la representación de estos flujos y con potenciales aplicaciones para el monitoreo continuo de procesos ecosistémicos.

Palabras clave: *índices de vegetación; NDVI; flujos ecosistémicos.*

6.17. Una nota de precaución para los meta análisis de la dinámica del carbono orgánico de los suelos

Paz-Pellat Fernando¹ y Velázquez-Rodríguez Alma S.²

¹GRENASER, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

²Facultad de Ciencias. Campus El Cerrillo, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.

Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

Los meta análisis de la dinámica del carbono orgánico de los suelos asociada a los procesos de cambio de uso del suelo o manejo muestran resultados con alta variabilidad, además de patrones que se han vuelto paradigmáticos para explicarse. Para explicar esta situación, en este trabajo se analizan patrones temporales de las componentes de los procesos de cambio: descomposición y asimilación. A través del uso de un modelo bi-exponencial se simulan diferentes patrones, que muestran que los procesos utilizados de síntesis de los meta análisis no son muy útiles. Usando la técnica de isotopos estables o modelación inversa es posible caracterizar las dinámicas del cambio de uso del suelo en forma correcta y generar nuevos enfoques para su sistematización y simplificación.

Palabras clave: *carbono total y componentes; paradigma piso forestal; modelo bi-exponencial; isotopos estables.*

6.18. Índice de área foliar efectiva e índices de transmisión de luz en dos sitios de bosque tropical seco con diferente estado de sucesión ecológica en el noroeste de México

Vásquez-Martínez Sophia¹; Vargas-Terminel Martha L.¹; Rojas-Robles Nidia E.¹; Yépez-López Tlálóc¹; Vega-Puga Masuly G.¹; Rivera-Díaz Miguel A.¹; Garatuza-Payan J.¹ y Yépez Enrico A.¹

¹Departamento 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.yopez@itson.edu.mx

Resumen

El bosque tropical seco (BTS) del noroeste de México responde vigorosamente a las lluvias aportadas por el Monzón de Norte América (MNA) en la sierra madre occidental. Al rededor del 70% de la lluvia entra al ecosistema durante el verano marcando una importante estacionalidad en el bosque. Proyecciones de cambio climático sugieren que la duración de esta temporada de lluvia asociada al MNA podría disminuir, lo cual tendría una consecuencia importante en la fenología y estructura del BTS. Para conocer la respuesta funcional del BTS a las lluvias del MNA, en el presente trabajo se realizó un monitoreo de la estructura del dosel entre junio y octubre de 2019 en dos sitios de monitoreo intensivo de BTS; un sitio de referencia (bosque maduro) y un sitio en sucesión secundaria. En cada sitio se establecieron cuatro transectos con 16 estaciones fijas, y se utilizó una cámara 360 Gear de Samsung® para la toma de imágenes hemisféricas por abajo del dosel. Las imágenes fueron analizadas con el software Gap Light Analyzer (Simon Fraser University) para la estimación de la apertura del dosel (*canopy openness*), índice de área foliar efectiva (*effective LAI*), fracción de huecos (*gap fraction*) y se exploraron otros índices de transmisión de luz. Como era de esperarse, la trayectoria del índice de área foliar efectivo incrementó en ambos sitios con la entrada de lluvias monzonales y alcanzaron su mayor valor durante el mes de agosto. Notablemente, los valores de LAI fueron mayores en el bosque maduro (i.e. $\sim 4.0 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ máxima) que en el bosque secundario (i.e. $\sim 3.3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ máxima) lo cual además resulto en una mayor apertura del dosel y una mayor fracción de huecos durante la temporada de crecimiento.

Palabras clave: *biogeociencias; fenología; cámaras hemisféricas; apertura de dosel; Álamos; Sonora.*

6.19. Implicaciones del cambio de uso y cobertura de suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono en biomasa aérea en regiones áridas del Noroeste de México

Vega-Puga Masuly Guadalupe¹; Romo-León José Raúl¹; Ángeles Pérez Gregorio² y Garatuza-Payán Jaime³

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Avenida Luis Donaldo Colosio s/n Edificio 7G, Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.

²Departamento Forestal, Colegio de Postgraduados, Carretera Federal México- Texcoco, C.P. 5623, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

³Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Centro. 5 de Febrero 818 Sur, Centro, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora.

Autor para correspondencia: jose.romo@unison.mx

Resumen

La biomasa vegetal representa uno de los principales reservorios de recursos y nutrientes en los ecosistemas, y uno de los más importantes es el carbono, el cual es fijado a partir de CO₂ atmosférico (vía fotosíntesis). Las actividades antropogénicas, generan a menudo cambios de uso y cobertura de suelo (CUCS), alterando la composición y estructura de la vegetación, y a su vez el mantenimiento/cantidad de biomasa/carbono en los ecosistemas nativos de zonas áridas. Particularmente, el territorio mexicano está constituido en mayor parte (más del 60%) por zonas áridas y semiáridas, las cuales son utilizadas esencialmente para actividades ganaderas. Con el fin de incrementar la producción de forraje para ganado, se han introducido especies exóticas, siendo una de las principales el *Cenchrus ciliaris* (buffel). Buscando incrementar el entendimiento de las dinámicas del carbono en regiones áridas, así como el efecto de CUCS, el presente trabajo pretende estimar el almacén de carbono aéreo de comunidades prominentes del Noroeste de México, con y sin presencia de especies exóticas para forraje (praderas constituidas por buffel y matorral subtropical). Para la estimación de almacén de carbono se realizó un censo de las especies y de sus características morfológicas, para la aplicación de ecuaciones alométricas, así como análisis fotogramétrico de imágenes aéreas de alta resolución, provenientes de cámaras montadas en plataformas aéreas no tripuladas. Los resultados muestran diferencia entre la biomasa aérea presente en los matorrales subtropicales (38.30 Mg/ha) y las praderas de zacate buffel (24.24 Mg/ha). Así mismo, se observa una clara diferenciación entre estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos (comprendiendo pastos) para ambos tipos de vegetación, con mayor presencia de leñosas en los matorrales subtropicales y mayor presencia de herbáceas en las praderas de buffel. En conjunto, la ganadería y el desmonte selectivo para la introducción de buffel provoca la modificación de composición, estructura y cobertura del matorral, disminuyendo su diversidad y biomasa, lo cual implica la reducción de hasta 40% en almacén de carbono.

Palabras clave: *almacen; carbono; Cenchrus ciliaris; ecuaciones alométricas; fotogrametría.*

6.20. Indicadores de degradación biológica del suelo en zonas áridas del norte de México: efectos estacionales y de cambio de uso de suelo sobre su funcionalidad

Campuzano-Granados Emmanuel F.¹; Briones Oscar² y Flores-Rentería Dulce Y.³

¹Grupo 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.

²Instituto de Ecología, A.C. Carretera antigua a Coatepec No. 351, Col. Las Hayas, Xalapa, C.P. 91070, Veracruz, México.

³CONACyT -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 degradación del suelo hace referencia a la modificación que conduce a la pérdida de bienes o servicios estrechamente relacionados con las funciones del suelo, afectando de manera directa los procesos de mineralización del carbono y su tasa de intercambio. Esta degradación puede ser medida a través de indicadores sensibles a cambios funcionales en los primeros centímetros del suelo. En el presente estudio se determinó una serie de propiedades físicas (densidad aparente, textura) químicas (pH, conductividad eléctrica, carbono y nitrógeno total) y biológicas (contenido de materia orgánica, biomasa microbiana, respiración del suelo) del suelo con el objetivo de identificar aquellas variables que mejor indicaran el grado de funcionalidad del suelo. La caracterización de variables que determinan la transferencia de carbono asociada al cambio del uso de suelo (agrícola, conservado, ganadero, huerto e industrial) y la estacionalidad climática permitieron proponer a la respiración del suelo, materia orgánica, biomasa microbiana y pH como los principales indicadores del grado de degradación biológica del suelo en el sureste del estado de Coahuila.

Palabras clave: *indicador de degradación; respiración del suelo; estacionalidad; uso de suelo.*

6.21. Variación temporal de la respiración del suelo en matorrales xerófilos y campos agrícolas en el sureste del estado de Coahuila

Guillén-Cruz Gabriela¹ y Flores-Rentería Dulce²

¹Grupo 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.

²CONACyT -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. Este flujo se puede ver alterado por el cambio de uso de suelo producto de la implementación de actividades económicas como la agricultura y del crecimiento urbano. Por consiguiente, en el presente estudio se cuantificó la variación temporal en la respiración edáfica de suelos con distinto uso dentro de la región sureste del estado de Coahuila. Se midió la respiración del suelo (R_s), la temperatura del suelo y ambiental, humedad del suelo y relativa, así como la radiación fotosintéticamente activa en sitios con vegetación nativa de matorral xerófilo (conservados) y sitios con uso agrícola, cada dos meses, durante 18 meses. Los flujos de CO_2 del suelo para los diferentes usos de suelo tienen una variación temporal de 0.02 a $0.60 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Los suelos con uso agrícola presentan mayor R_s en comparación con los suelos conservados. Todas las variables ambientales presentaron correlaciones significativas ($p < 0.001$) con la R_s y entre ellas. La humedad del suelo es la principal variable que explica un 65% de la R_s . Estos resultados se atribuyen al manejo de los sitios (riego y fertilización) y a las condiciones ambientales y microclimáticas del suelo (humedad y temperatura). Con este trabajo se inicia al estudio de la variabilidad temporal en la R_s con diferente uso de suelo en las zonas áridas en el sureste de Coahuila.

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

6.22. Almacenes de carbono orgánico del suelo en humedales ribereños y tierras altas adyacentes

Sandoval-Aparicio Juan C.¹; Gutiérrez-Castorena Ma. del C.¹; Ortiz-Solorio Carlos A.¹ y Cruz-Flores Gerardo²

¹Posgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

²Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal, Facultad de Estudios superiores Zaragoza, UNAM. Batalla 5 de mayo SN, Ejército de Oriente Zona Peñón, Iztapalapa, 09230 Ciudad de México, CDMX.

Autor para correspondencia: ecounamfz@outlook.com; edaynuve@gmail.com; edaynuve@unam.mx

Resumen

Los suelos de los humedales ribereños se han reconocido como regiones importantes de almacenamiento de carbono; no obstante, en México estos ecosistemas han sido poco estudiados. El objetivo de este estudio fue estimar el contenido de carbono orgánico en suelos ribereños y las tierras adyacentes para comparar su capacidad para almacenar carbono. El estudio se llevó a cabo en tres ecosistemas ribereños distribuidos en diferentes pisos altitudinales en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. En cada sitio se estableció una catena perpendicular a la corriente con tres puntos de muestreo: llanura de inundación, ladera media y ladera alta. En cada punto se tomaron muestras de suelo superficial y se determinó el contenido de COS de la fracción fina (< 0.25 mm) por el método de combustión húmeda de Walkley y Black (1934). Los abanicos aluviales bajo pastizal montano almacenan los mayores contenidos (214.5 g C kg⁻¹) debido al relieve local, al fuerte hidromorfismo y a bajas temperaturas que permiten la acumulación de la materia orgánica. En contraste los suelos agrícolas contienen menos carbono (21.06 g C kg⁻¹) como consecuencia de la remoción de la cubierta vegetal y la erosión. De tal manera que el estudio, la preservación y restauración de los bosques ribereños podría ser un área de oportunidad para un mayor conocimiento del COS en estos ecosistemas, y que contribuya a los planes estatales ante el cambio climático.

Palabras clave: *humedales; suelos de montaña; contenidos de carbono; ecosistemas ribereños.*

6.23. Carbono en el sistema agua-sedimento-suelo a lo largo de la subcuenca del río Nexapa, Puebla

Guerra-Hernández E¹; Ramírez-Cabrera José A.¹; Monfil-Hernández F.¹ y Cruz-Flores G.²

¹Laboratorio de Calidad de Agua y Ecohidrología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n, Col. Ejército de Oriente, 09230, Ciudad de México.

²Laboratorio de Edafología y Nutrición vegetal. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo s/n, Col. Ejército de Oriente, 09230, Ciudad de México.

Autor para correspondencia: eagh@unam.mx y edaynuve@gmail.com

Resumen

Los ambientes ribereños, son ecosistemas complejos donde se realizan funciones fundamentales para la conservación de la calidad del agua y suelo, que son afectados comúnmente por las prácticas inadecuadas al realizar diferentes actividades antrópicas, se analizó el comportamiento del carbono en el agua, suelo y sedimento, para las épocas de lluvia u estiaje durante un periodo de dos años. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la variación temporal del carbono en los diferentes compartimentos. Sin embargo si se observan diferencias claras entre las concentraciones de carbono en las localidades que se encuentran dentro del Parque Nacional y las localizadas en la zona de influencia que sufren mayor impacto por las actividades agrícolas, urbanas y mineras.

Palabras clave: *sistemas riparios; indicadores edáficos; Iztaccíhuatl; Popocatepetl; Balsas.*

6.24. Índices de vegetación y productividad en un bosque tropical seco del noroeste de México

Sánchez-León Erika¹; Rojas-Robles Nidia E.¹; Rivera-Díaz Miguel A.¹; Garatuza-Payan J.¹ y Yépez Enrico A.¹

¹Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México 85000.

Autor para correspondencia: enrico.yepz@itson.edu.mxmailto:medrano.frinet@colpos.mx

Resumen

El presente estudio se realizó en un bosque tropical seco (BTS) maduro en el noroeste de México, en donde se estimó la productividad primaria (GPP), en conjunto con el estudio de la dinámica de la vegetación utilizando los índices (EVI-2 y NDVI) para analizar la variabilidad estacional en el ciclo anual de 2018. Los resultados muestran una tendencia y magnitud similar en el ciclo anual de la productividad y la relación de los índices de vegetación tanto para la temporada de lluvia como en la temporada de seca. Observándose un aumento de productividad y los índices de vegetación en la temporada de lluvia. El promedio de GPP máxima para la temporada de seca y lluvia fue de 2.18 y 3.68 g C m² día⁻¹ respectivamente, mientras que para los índices de vegetación EVI-2 los promedios para la temporada seca y lluvia fueron 0.4 y 0.5 respectivamente y para el NDVI en entre 0.4 y 0.7 para lluvia.

Palabras clave: *Productividad Primaria Bruta; variabilidad climática; EVI-2; NDVI.*

6.25. Contribución de los sistemas silvopastoriles al almacenamiento de carbono en la región Costa Sur de Jalisco, México

Ramírez-Reyes Héctor E.¹; Quintero-Gradilla Shatya D.^{1*}; Rosales-Adame Jesús J.¹ y Lomelí-Jiménez Alma J.¹

¹Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Independencia Nacional 151, Autlán de Navarro, Jalisco, México. C.P. 48900.

*Autor para correspondencia: shatya.quintero@cucsur.udg.mx

Resumen

La conversión del Bosque Tropical Caducifolio (BTC) a sistemas agropecuarios genera un aumento en las emisiones de CO₂ a la atmósfera y la disminución del almacenamiento de Carbono (C) en la biomasa. Los sistemas silvopastoriles (SS) mediante la combinación de elementos herbáceos y leñosos son una alternativa, al monocultivo de pastos, que promueve un incremento en almacenamiento de carbono. Con la finalidad de estimar la pérdida de C almacenado en el componente arbóreo del BTC por la conversión a pastizales y la contribución de los sistemas silvopastoriles para almacenar C, se comparó la riqueza de especies, el área basal, la densidad de tallos, y el contenido de C en la biomasa aérea en tres condiciones: BTC, pastizal y SS. Los resultados mostraron que el BTC almacenó 21.01 ± 3.61 Mg C ha⁻¹, de los cuales se perdieron 17.92 Mg C ha⁻¹ por su conversión a pastizal. A través del establecimiento de SS se almacenó 10.03 Mg C ha⁻¹ en el componente leñoso, por lo que se considera que los SS contribuyen significativamente al incremento del C almacenado en los pastizales.

Palabras clave: *biomasa; pastizales; bosque tropical caducifolio.*

6.26. Estabilización del carbono orgánico del suelo: estudio de caso

López-López Alma Bella¹; Vázquez-Selem Lorenzo²; Siebe-Grabach Crhistina³ y Cruz-Flores Gerardo⁴

^{1,4}Laboratorio de Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, Batalla 5 de mayo S/N, esquina Fuerte de Loreto, Col Ejército de Oriente, C.P 09230, Delegación Iztapalapa, CDMX., México.

²Instituto de Geografía, UNAM.

³Instituto de Geología, UNAM.

Autor para correspondencia: almabella_lolo@hotmail.com y edaynuve@gmail.com

Resumen

El *rol* de los complejos órgano-metálicos en el ciclo del carbono y en su acumulación está centrado en la gran importancia de los mecanismos que controlan la estabilización del carbono en Andosols. Se sabe que en los Andosols su alto contenido de humedad favorece la formación de minerales tipo alofánico y alarga el tiempo de su fase ándica (Shoji *et al.*, 1993; Dalhgren *et al.*, 2004). En México los valles de Sierra Nevada, con orientación norte-sur, ofrecen sitios idóneos para evaluar los efectos del microclima en la estabilización del carbono en suelos de origen volcánico. El objetivo de este trabajo fue determinar la relación de los complejos de Al/Fe-humus y la estabilización del COS mediante la cuantificación de Alp, Fep, la relación Al:C, el CBM y el qCO₂ en laderas de orientación opuesta (umbría y solana). Esta investigación se realizó en el valle de Alcalica, al suroeste del volcán Iztaccíhuatl, geomorfológicamente representativo de los valles de la Sierra Nevada. Se evaluaron horizontes (Ah) superficiales de suelos desarrollados sobre ceniza volcánica reciente (~1000 años) (Siebe y Macías, 2006), en un gradiente altitudinal de 3000 a 4300 m. Los resultados mostraron incremento en actividad microbiana respecto a la altitud, con un máximo a 3800 m con el qCO₂ más bajo en ambas laderas. Por arriba de esta altitud el CBM decrece y el coeficiente metabólico incrementa. El análisis de CP realizado mostró disminución del CBM, C:N y DA en laderas umbrías que se asocian al incremento en concentración de Alp y Fep, demostrando así, la influencia de la exposición sobre la estabilización del carbono por la formación de complejos órgano-metálicos.

Palabras clave: complejos órgano-minerales; Andosoles; mineralización; protección química.

The background of the page is a monochromatic, artistic illustration of a landscape. It features a series of tall, slender, conical trees, possibly cypresses, that are reflected in a calm body of water in the foreground. The style is soft and painterly, with a focus on light and shadow. The trees are arranged in a line that recedes into the distance, creating a sense of depth. The water is still, acting as a perfect mirror for the trees above. The overall mood is serene and quiet.

Sección 7

SISTEMAS
AGROPECUARIOS

7.1. Concentraciones de carbono orgánico en suelos con nopales cultivados y silvestres en San Nicolás Tetelco, Ciudad de México

Vela-Correa Gilberto^{1*}; Martínez-Martínez Francisco J.¹; Castellanos-Moguel Judith¹; Cano-Flores Oscar¹ y Alvarado-Arconada Georgina

¹Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. Departamento de El Hombre y su Ambiente. Calzada del Hueso 1,100. Colonia Villa Quietud. C. P. 04960. Alcaldía Coyoacán. Ciudad de México.

*Autor para correspondencia: gvela@correo.xoc.uam.mx

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar las concentraciones de carbono orgánico total (COS) en nopaleras de San Nicolás Tetelco, que forman parte del Suelo de Conservación (SC) de la Ciudad de México. Es conveniente mencionar, que no solo es importante el rendimiento de los cultivos, sino también los servicios ambientales que pueden proporcionar y que son imprescindibles para el mantenimiento de la calidad de vida de quienes habitan en la capital del país. Por lo anterior, se eligieron cinco sitios en parcelas de nopal verdura (*Opuntia ficus indica* L.) que se encuentran en terrazas de la época prehispánica en el volcán Ayaquemetl. Los sitios S-1 y S-2 con nopal verdura tienen < 10 años de haber sido plantados, el S-3 con nopal > 10 años de establecidos y los sitios S-4 y S-5 con nopales silvestres (*Opuntia streptacantha*) que tienen una edad > 10 años. Se determinó el color, densidad, textura, porosidad, pH, MO, CIC, Nt, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺ intercambiables. El carbono orgánico en suelos (COS) se calculó con base en la ecuación: $COS = CO (Da) (Ps)$ donde: COS = Carbono Orgánico de Suelos (kg m⁻²), CO = Carbono orgánico total (%), Da = Densidad aparente (g m⁻³), Ps = Profundidad del suelo (cm); Sup = Superficie (m²). En general, los suelos son poco profundos, pedregosos de texturas areno-francosas, ligeramente ácidos, ricos en materia orgánica y con un complejo de cambio dominado por Ca²⁺ y Mg²⁺. Las mayores concentraciones de COS se encuentran en los suelos de las nopaleras silvestres y con edades >10 años.

Palabras clave: COS; *Opuntia* spp.; agricultura; Suelo de Conservación; nopal verdura.

7.2. Cambios de carbono orgánico del suelo en sistemas de cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

González-Molina Lucila¹; Espitia-Rangel Eduardo¹ y Maldonado-Meneses Guadalupe²

¹Instituto 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, Coatlínchán, Estado de México. C.P. 56250. México.

²Universidad 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 objetivo del estudio fue estimar los cambios de carbono orgánico del suelo (COS) en sistemas de cultivo en las variedades de quinua: Amarilla Maranganí y Blanca con el uso del modelo de la dinámica del carbono RothC-26.3. El estudio se llevó cabo en el Campo Experimental Valle de México de INIFAP. Las simulaciones de la dinámica del COS incluyeron: tres periodos de tiempo: 20, 60 y 100 años; los sistemas anuales: monocultivo de quinua (MQ), monocultivo de maíz (MM), y rotación de quinua-maíz (RQM); y el uso de tres aportes de carbono (C) al suelo de los residuos vegetales de cosecha (RV): 60, 70 y 80% de la materia seca total (MST). La acumulación de carbono (C) se evaluó por estructura vegetal en tres en tratamientos de fertilización. La fertilización no tuvo efecto significativo en la producción de la MST por el nivel favorable de fertilidad del suelo del sitio de estudio y a la rusticidad del cultivo. La MST de Amarilla Maranganí fue mayor a la de Blanca. En ambas quinuas, los tallos y las inflorescencias y las hojas y el grano, representaron del 76 a 84% y del 11 a 23% de la MST, respectivamente. Los cambios de COS simulados por el RothC-26.3 en ambas variedades de quinua indicaron potencial de secuestro de COS ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) en un periodo de tiempo mayor a 20 años, sólo en el monocultivo de quinua con RV=80%.

Palabras clave: *materia seca; sistemas de cultivo; escenarios de simulación de carbono.*

7.3. Almacén de carbono en un sistema agroforestal de café bajo sombra en Oaxaca, México

Aquino-Ramírez Martín¹; Tlaxcala-Méndez Rolando M.² y Hervert-Zamora Haidie L.³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Edzná. Campeche, Campeche, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental El Palmar. Tezonapa, Veracruz, México.

³Universidad Politécnica de Texcoco. San Miguel Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.

Autor para correspondencia: ramirez.aquino@inifap.gob.mx

Resumen

Los sistemas agroforestales de café (SAFC) bajo sombra son importantes porque proveen distintos servicios ecológicos como la captura de carbono. Sin embargo, la información del potencial de almacenamiento de biomasa y carbono en estos SAFC es limitada en el sur de México. El presente estudio se realizó con el objetivo de cuantificar la capacidad de almacenamiento de carbono (C) en un SAFC bajo sombra en la localidad de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. Para ello, se establecieron 20 unidades de muestreo de 400 m² (20 x 20 m) en una plantación de café de 15 años de edad, en las que se registraron variables dasométricas de todos los árboles y de las plantas de *Coffea arabica* L. Por medio de ecuaciones alométricas se calculó la biomasa aérea. Las principales especies arbóreas de sombra asociadas al café fueron *Alchornea latifolia* Sw., *Inga punctata* Willd., *Cupania dentata* DC., *Cupania glabra* Sw. e *Inga paterno* Harms. El C almacenado promedio en el SAFC bajo sombra fue de 69.31 ± 3.31 Mg C ha⁻¹, de los cuales 67.2 ± 3.51 Mg C ha⁻¹ corresponden a la biomasa de los árboles sombra y 2.09 ± 0.07 Mg C ha⁻¹ en los cafetos. Los resultados obtenidos sugieren que el SAFC bajo sombra tiene gran potencial de acumulación de biomasa y carbono, por lo tanto, pueden usarse como una estrategia de mitigación de gases de efecto invernadero.

Palabras clave: *Coffea arabica*; cambio climático; secuestro de carbono; Sierra Sur.

7.4. Labranza de conservación: efecto en la labilidad de las fracciones de carbono orgánico del suelo

Espinosa-Ramírez Martín¹; Nava-Reyna Erika² y Ortiz-Chairez Flor E.¹

¹Campo Experimental Río Bravo. CIRNE. INIFAP. Carretera Matamoros Reynosa Km 61. Cd. Río Bravo, Tamaulipas.

²CENID. RASPA. Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango.

Autor para correspondencia: espinosa.martin@inifap.gob.mx.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de la labranza de conservación en la labilidad del carbono orgánico del suelo. Los tratamientos fueron: T1) cero labranza con 50% de residuos de cosecha (CLC50%), T2) cero labranza con 100% de residuos de cosecha (CLC100%), T3) cero labranza con 0% de residuos de cosecha (CLC0%), T4) subsuelo más rastra (S+R) y T5) barbecho más rastra (B+R). Se realizó el muestreo de suelos de las dos capas superficial (0-10 y 10-20 cm). Se determinaron diferentes fracciones de carbono (C) bajo un gradiente de condiciones oxidantes. Los resultados indican que la cantidad de C en todas las fracciones depende del tratamiento, la profundidad y la interacción entre ambas variables ($P < 0.001$) a excepción de la profundidad en la fracción muy lábil ($P > 0.05$) y la interacción entre ambos factores en la fracción 2 ($P > 0.05$). Respecto a los tratamientos, existió diferencia significativa en todas las fracciones a ambas profundidades, a excepción de la fracción de C lábil de 0-10 cm ($P > 0.05$) y la fracción menos lábil de 10-20 cm ($P > 0.05$). A la profundidad de 0-10 cm, las prácticas de manejo de conservación afectan las reservas de carbón activas y pasivas, sobre todo favorece la acumulación de carbón muy lábil y menos lábil cuando se realiza en combinación con la incorporación de residuos de cosecha. Sin embargo, la fracción de carbón más recalcitrante (fracción 4) fue mayor en el tratamiento 5, es decir, el empleo de barbecho más rastra. La labranza de conservación y la incorporación de residuos de cosecha alteran la calidad y concentración de la materia orgánica a diferentes profundidades del suelo después de 3 años de haberse implementado.

Palabras clave: *labilidad; carbón-orgánico; labranza; suelo.*

7.5. Propuesta de un Sistema para el cálculo de Captura de Carbono Aéreo en Café (SICCACC)

Márquez-de la Cruz Saira E.¹; García-Cué José Luis¹; Fernández-Ordoñez Yolanda M.¹ y Tinoco-Rueda Juan A.²

¹Postgrado en Socioeconomía, Estadística e Informática – Estadística y Cómputo Aplicado, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

²Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, Veracruz.

Autor para correspondencia: ¹jlgcue@colpos.mx

Resumen

El trabajo tuvo por objetivo proponer un Sistema Computacional para el secuestro de Carbono Aéreo (CO₂) en cultivos de café (SICCACC) en Hustusco, Veracruz, México. La propuesta se hizo pensando en sistemas agroforestales de café con sombra de árboles de diferentes especies en un lugar de alta producción en México. SICCACC fue diseñado para tener acceso vía web, con software de acceso libre, buenas prácticas de Ingeniería de Software y la metodología PADDIEM utilizado en la construcción de software educativo y de investigación que incluye estándares internacionales. Los resultados mostraron la arquitectura del SICCACC, el mapa de navegación, el diseño de la base de datos relacional y las interfaces. El sistema se está evaluando de manera funcional y en otoño de 2020 se utilizará *in situ* para corregirlo si es necesario.

Palabras clave: *software; vía web; PADDIEM; secuestro de CO₂.*

7.6. Fertilidad y almacén de carbono en el suelo en dos sistemas de producción: plantación forestal y cultivo de maíz

Miguel-Segundo Rodolfo¹; García-Martínez Rene² y Corona-Terán Janrinzi³

¹División de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo. Carretera federal Monumento-Valle de Bravo km 30, CP 51200, San Antonio de la Laguna, Valle de Bravo, Estado de México.

² Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

Autor para correspondencia: Rodo1920ms@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue comparar la fertilidad del suelo en dos sistemas de producción: 1) Plantación forestal y 2) parcela de maíz. En el suelo se midió el pH, conductividad eléctrica y la concentración de materia orgánica, nitrógeno total (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn). El análisis físico incluyó textura, densidad aparente, punto de saturación, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, y color. El suelo de la plantación forestal presentó mayor concentración de M.O., P, K, Ca, Mg y Fe, además, el pH indica una disponibilidad adecuada de nutrientes. El suelo de la parcela de maíz presentó mayor capacidad de agua disponible y mayor concentración de N y Mn. Finalmente, el almacén de carbono fue superior en el suelo de la plantación forestal. En conclusión, la instalación de plantaciones forestales en terrenos agrícolas abandonados representa una estrategia adecuada para recuperar su fertilidad.

Palabras clave: *fertilidad del suelo; disponibilidad de nutrientes; análisis químico de suelos; carbono orgánico del suelo (SOC).*

7.7. Almacén de carbono en el suelo de huertos de aguacate con diferente manejo de fertilización

García-Martínez R.¹; Cortés-Flores J. I.¹; López-Jiménez A.¹; Etchevers-Barra J. D.² y Carrillo-Salazar J. A.³

¹Programa de Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, ext. 1112 y 1113. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230.

²Edafología (jetchev@colpos.mx), Ext. 1255 y 1276. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230.

³PREGEP-Fisiología Vegetal, ext. 1526 y 1533. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230.

Autor para correspondencia: rene.garcia.martinez@hotmail.com

Resumen

En México, la producción de aguacate crece constantemente, en ciertos casos, esta situación afecta a la vegetación nativa o degrada el ambiente por la instalación de huertos en áreas vulnerables. Factores como laboreo del suelo, incorporación de residuos, riego y aplicación de fertilizantes afectan la cantidad de carbono almacenado en el suelo. Es necesario analizar el carbono orgánico del suelo (COS) y relacionarlo con las prácticas de manejo del suelo con la finalidad de generar recomendaciones que reduzcan las pérdidas de COS. El objetivo de este trabajo fue estimar la cantidad de carbono almacenado en el suelo de dos agrosistemas de producción de aguacate en el sur del estado de México. Los huertos estudiados se localizan en Valle de Bravo y Villa de Allende, Estado de México. La evaluación se realizó en 2017. En cada huerto se realizó un muestreo de suelo a dos profundidades: 0-30 cm y 30-60 cm. En el análisis químico se utilizó un suelo patrón (muestra interna de referencia) para controlar la calidad de los resultados. Se cuantificó el contenido de materia orgánica por el método de Walkley-Black y el Carbono Orgánico se calculó a partir de la M.O. En ambos huertos, la concentración de COS fue mayor en la capa de 0-30 cm. El almacén de C en Valle de Bravo fue de 354 Mg ha⁻¹ y en Villa de Allende, 105 Mg ha⁻¹. La diferencia en el almacén de carbono se debe a las prácticas de manejo de suelo y las fuentes de fertilización utilizadas.

Palabras clave: *COS; fertilidad de suelo; Persea americana Mill.; gases de efecto invernadero.*

7.8. Efecto de cultivos perennes sobre MOS y actividad microbiana en suelos cañeros en Amatlán, Veracruz

Mendoza-Montiel Juan A.¹; Beltrán-Paz Ofelia I.^{2,3}; Solleiro-Rebolledo Elizabeth²; García-Oliva Felipe.⁴ y Chávez-Vergara Bruno^{2,3}

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

²Instituto de Geología, UNAM.

³Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM).

⁴Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM.

Autor para correspondencia: juanmm2503@hotmail.com

Resumen

El suelo depende de su fertilidad para proveer bienes y servicios a las poblaciones humanas, la cual puede ser alterada a través del manejo agrícola y evaluada mediante indicadores físicos, químicos y biológicos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de una transición productiva en suelos de Amatlán de los Reyes, Veracruz. Se colectaron muestras de tres parcelas con diferente manejo: cañaveral (CA), cafetal juvenil (CR) y cafetal maduro (CM). El pH en CA presentó un valor 17% más alto que en CR; el %SB presentó el valor mayor en CA y el menor en CM. La concentración de NH_4^+ fue mayor en CA que en CR y CM; el valor de NO_3^- fue 93.5% mayor en CR que en CA. La concentración de C en la fracción fina del suelo en CR y CM fue 22.6% y 17.6% mayor que en CA, así como la de C y N en la biomasa microbiana: $\text{CA} < \text{CR} < \text{CM}$. La actividad enzimática de NAG fue mayor en CR, DES presentó el valor mayor en CA y menor CR. Los valores del coeficiente metabólico ($q\text{CO}_2$) fueron en orden: $\text{CA} > \text{CR} > \text{CM}$ (valores menores representan mayor eficiencia metabólica). Se puede concluir que los cambios en la transición productiva hacia cultivos perennes son atribuibles al tipo de manejo ya que en los sistemas de producción no intensivos aumenta la capacidad de estabilizar C y la eficiencia de la comunidad microbiana.

Palabras clave: *suelos agrícolas; transición productiva; manejo agrícola; caña de azúcar; cafetos.*

7.9. Carbono almacenado en sistemas agroforestales de café en Ixhuatlán del Café, Veracruz

Tinoco-Rueda Juan A.¹; Pérez-Villatoro Hugo A.¹ y Escamilla-Prado Esteban¹

¹Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Huatusco-Xalapa, Huatusco, Veracruz. C.P. 94100. Autor para correspondencia: tinoco@correo.chapingo.mx

Resumen

Los cafetales son sistemas agroforestales donde el principal componente son plantas arbustivas del género *Coffea* que se establecen debajo de un dosel de árboles que brindan sombra. La configuración diversificada de los cafetales les confiere un potencial de almacenamiento de carbono especialmente en los componentes biomasa viva aérea y suelo. El centro de Veracruz se caracteriza por la producción de café en cuanto a cantidad-calidad, y es conocida como la “Faja de Oro” ya que es el área con mayor producción de la Entidad. El objetivo de la presente investigación fue estimar el contenido de carbono en cafetales de la comunidad de Ixcatla, municipio de Ixhuatlán del Café, Veracruz. Con ayuda de los productores de la comunidad se seleccionaron 10 parcelas de café en donde se estableció una unidad muestral de 25 x 25 m por parcela. La evaluación del carbono almacenado en la biomasa viva aérea se realizó con base en ecuaciones alométricas, para lo cual se midió el diámetro normal en árboles de sombra y el diámetro a una altura de 15 cm en cafetos. El carbono en el suelo se determinó mediante los parámetros de densidad aparente, materia orgánica y profundidad. Como resultado se obtuvo un contenido promedio de carbono total de 138.05 Mg C ha⁻¹. El suelo fue el componente con mayor almacenamiento de carbono con el 87% del total. Los resultados pueden usarse para conciliar un posible pago por servicio ambiental a los cafetaleros de la comunidad.

Palabras clave: *agroforestería; cafecultura; servicios ecosistémicos; mitigación del cambio climático.*

7.10. Respuesta vegetal y microbiana al cambio de fertilizantes en un cultivo de amaranto (*Amaranthus* sp.)

Sandoval-Peña Gisela¹; Beltrán-Paz Ofelia I.²; Nava-Arsola Nadia E.²; Solleiro-Rebolledo Elizabeth³; Diaz-Ortega Jaime³; Rivera-Uria María Y.³; Martínez-Jardines Luis G.² y Chávez-Vergara Bruno M.²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, CP 04510, Coyoacán, Ciudad de México.

²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México-Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, CP 04510, Coyoacán, Ciudad de México.

³Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, CP 04510, Coyoacán, Ciudad de México.

Autor para correspondencia: sp_gisela@ciencias.unam.mx

Resumen

Los suelos agrícolas son susceptibles a la degradación, debido a prácticas poco sostenibles como el uso indiscriminado de fertilizantes inorgánicos. La pérdida de materia orgánica es uno de los principales retos a los que se enfrentan, ya que lleva a cambios en la dinámica de nutrientes del suelo, disminución de su fertilidad y en la búsqueda de la sostenibilidad de los agroecosistemas. En el presente trabajo se evaluó la respuesta vegetal y microbiana ante el cambio de fertilizantes en un cultivo de amaranto (*Amaranthus* sp.), particularmente ante la adición de estiércol de vaca y lombricomposta en comparación con la fertilización inorgánica con base en NPK (triple 16) durante un ciclo de cultivo. Se cuantificó el rendimiento del cultivo y la concentración de nutrientes en biomasa vegetal; asimismo, se analizó la concentración de C orgánico y N total, biomasa microbiana, actividad enzimática, así como la tasa de mineralización de C del suelo. Se calculó el índice de resistencia, con el fin de determinar la sensibilidad del agroecosistema al cambio de manejo. Los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos de estiércol y fertilizante NPK, aunque destaca un bajo contenido de P vegetal con este último. El suelo presentó una baja resistencia al cambio de fertilización, por lo que se aprecia factible una reversión de los procesos de degradación. Se concluye que este agroecosistema responde de forma preferencial a la fertilización con estiércol, ya que estimula el crecimiento vegetal sin restringir la actividad metabólica de la microbiota del suelo.

Palabras clave: *agroecosistemas; productividad; actividad microbiana; fertilización; resistencia.*

7.11. Cambios en la materia orgánica, pH y fósforo provocados por la quema agrícola en el Valle de Mexicali, Baja California

Avilés-Marín Silvia Mónica¹; Soto-Ortíz Roberto¹; Escobosa-García Isabel¹; Cárdenas-Salazar Víctor¹; Ruíz-Alvarado Cristina¹; Sánchez-Hernández Rufo² y Salcedo-Pérez Eduardo³

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n Ejido Nuevo León, CP 21705, Mexicali, Baja California, México.

²División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa Km. 25, Centro, Tabasco, México.

³Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez No. 2100 Nextipac, Zapopan, Jalisco.

Autor para correspondencia: monica_aviles@uabc.edu.mx

Resumen

La quema de residuos de cosecha es una práctica que impacta en las emisiones de CO₂ al ambiente, así como en la calidad del suelo, en el caso del Valle de Mexicali, que se ubica entre los principales productores de trigo a nivel nacional, la quema de paja de trigo es una práctica frecuente, pero con escasa información sobre sus efectos en la fertilidad del suelo y sus implicaciones en los aspectos productivos y ambientales en esta región. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la quema de paja de trigo sobre algunas propiedades químicas del suelo en el Valle de Mexicali, Baja California. Se colectaron muestras de suelo a una profundidad de 0-30 cm en 26 parcelas, dichas muestras se colectaron antes y después de realizada la quema de residuos de paja de trigo. Se evaluó el pH, P, MO y CO, se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey a un nivel $\alpha \leq 0.05$. Después de la quema de la paja de trigo, se observó una reducción de los contenidos de CO y de P mineral (PO₄⁻), que se asocia con una pérdida de MO, mientras que el pH es una variable edáfica que no sufre cambios significativos después de dicha práctica agrícola. La quema de la paja de trigo tiene repercusiones de carácter ambiental en la región del Valle de Mexicali, Baja California, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen por la combustión, y de carácter productivo, por la afectación negativa de los contenidos de la MO edáfica.

Palabras clave: *fertilidad edáfica; zonas áridas; cambio climático; conservación de suelo; polución.*

7.12. Acumulación de COS en sistemas de producción cereal-cereal con prácticas de agricultura de conservación en *Vertisoles* de Guanajuato

Báez-Pérez Aurelio¹; Limón-Ortega Agustín²; Zamora-Morales Bertha Patricia³ y Tinoco-Paramo Cecilia⁴

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. Celaya, Guanajuato, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental del Valle de México. Carretera los Reyes- Texcoco, km 13.5. Coatlinchan, Texcoco, Estado de México.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CENID-COMEF, Av. Progreso 96, Santa Catarina, Coyoacán, CDMX, México.

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

Resumen

Los *Vertisoles* en el estado de Guanajuato tienen un alto potencial para la producción de cereales y hortalizas, y cubren 41% de su superficie. Sin embargo, la agricultura intensiva ha ocasionado un severo deterioro de los mismos. Las prácticas de agricultura de conservación surgen como una alternativa para aumentar las reservas de carbono orgánico del suelo (COS) y mejorar su fertilidad. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la acumulación de COS por efecto de las prácticas de agricultura de conservación, en *vertisoles* cultivados por más de 30 años con este sistema de cultivo. El trabajo se desarrolló en el municipio de Valle de Santiago en el Centro de Desarrollo Tecnológico Villadiego. Desde que se implementó el sistema de producción en 1988, se ha establecido durante primavera-verano maíz o sorgo, y en otoño-invierno trigo o cebada con la adición de todos los residuos de cosecha en la superficie del suelo en forma de mantillo y con mínima remoción del suelo. Se recolectaron muestras de suelo a los en parcelas con 0, 3, 11, 24 y 30 años de cultivo en los primeros 30 cm de profundidad. Los resultados mostraron que el COS aumentó en función del tiempo de cultivo, con una tendencia polinómica ($R^2=0.99$). En año cero se estimó 0.72% de COS, y hasta 2.67% después de 30 años de cultivo. La tasa de acumulación de este elemento en el suelo, de acuerdo con estos resultados, fue de $1.57 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de COS. Se estimó que anualmente se adicionaron en la superficie del suelo alrededor de 20 t ha^{-1} de residuos de cosecha (maíz o sorgo + trigo o cebada), por lo cual la tasa de acumulación en el suelo puede considerarse baja. El aumento en las reservas de este elemento modificó el pH del suelo de alcalino a ligeramente ácido, y la densidad aparente de 1.30 a 0.95, lo que evidencia una mayor porosidad y permeabilidad.

Palabras clave: *labranza de conservación; secuestro de carbono; cereales.*

7.13. Desempeño de parcelas experimentales de 50 m² para la manipulación de la temperatura nocturna en agroecosistemas

López-Castro G. de J.; Martínez-García Leticia I.¹; Rivera-Díaz Miguel A.¹; Argente-Martínez L.¹; Garatuza-Payan J.¹ y Yépez E. A.^{1,*}

¹Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 Sur, Col. Centro, CP 85000. Cd. Obregón Sonora, México.

*Autor para correspondencia: enrico.yepetz@itsn.edu.mx

Resumen

El incremento actual de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, conlleva a importantes cambios en el sistema climático. La temperatura de la superficie terrestre, que influye en los ecosistemas y agroecosistemas, afecta directamente el desarrollo, la fenología y la productividad de las plantas. Por lo tanto, es trascendental evaluar los efectos que un incremento en temperatura tendrá en los sistemas de producción de alimentos. Es importante simular los posibles efectos de dichos cambios en los cultivos estableciendo condiciones ambientales manipulables en experimentos de campo. En este trabajo se diseñaron y construyeron estructuras que elevan la temperatura nocturna en parcelas experimentales con un área efectiva de 50 m². El objetivo de este estudio es analizar la eficiencia del control de la elevación de la temperatura nocturna durante un ciclo de cultivo de trigo (invierno-primavera 2019-2020) en el Valle del Yaqui. La diferencia de temperatura entre parcelas de referencia y calentamiento es un indicador de la eficiencia del sistema. Con la meta de alcanzar un tratamiento de 2°C de temperatura por arriba de la referencia, en nuestro experimento observamos que el 65% de las noches el sistema efectivamente elevó la temperatura de las parcelas experimentales a 2.0 ± 0.2 °C, el 28% se mantuvo por arriba de 1.5 ± 0.2 °C y solo el 7% del tiempo el sistema mantuvo una diferencia de temperatura sub-óptima de 1.0 ± 0.2 °C. Destaca que el uso de este sistema es eficiente para manipular la temperatura nocturna del cultivo en un área de 50 m², lo cual permite evaluar los posibles efectos de cambio climático en rasgos funcionales (i.e. conductancia estomática nocturna) en diferentes variedades de trigo con rigor estadístico para estrategias de fenotipo.

Palabras clave: *Valle del Yaqui; cambio climático; calentamiento experimental; rasgos funcionales; fenotipo.*



Programa Mexicano del Carbono

RED TEMÁTICA DEL CONACYT



XI  **SIMPOSIO**
 Internacional del **ARBONO**
 en México

XOCHIMILCO • *ON LINE* • 2020

del 28 al 30 de octubre de 2020

