Compiladores:
J. Martín Hernández Ayón
Martín A. Bolaños González
C. Orión Norzagaray López
Luz de Lourdes A. Coronado Álvarez
Patricia Ibarra Alonso

Ensenada, B. C.

2023

MEMORIA

Resúmenes Cortos

Programa Mexicano del Carbono

PMC
Programa Mexicano del Carbono
Red Temática del CONACYT

Universidad Autónoma de Baja California

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Stanford | México Clean Economy 2050

The Ocean Foundation

PMC
Programa Mexicano del Carbono
Red Temática del CONACYT

POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Stanford | México Clean Economy 2050

The Ocean Foundation

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.

XIV Simposio Internacional del Carbono en México

MEMORIA DE RESÚMENES CORTOS

J. Martín Hernández Ayón, Martín A. Bolaños González,
C. Orión Norzagaray López, Luz de Lourdes A. Coronado Álvarez
y Patricia Ibarra Alonso
Compiladores

Programa Mexicano del Carbono

Ensenada, B. C., México

Octubre 2023

Contenido

Sección 1
Atmósfera 1

1.1. Mapeo isotópico de fuentes atmosféricas de agua en un agro-ecosistema de trigo en el Valle del Yaqui, México. 2

1.2. Desarrollo de un dispositivo de bajo costo para el monitoreo de intensidad UV y temperatura en zonas urbanas 3

1.3. Interacciones Suelo-Planta-Atmósfera durante condiciones húmedas y secas del Valle del Yaqui, México 4

1.4. Variabilidad estacional de los flujos de carbono, evapotranspiración y energía en Ciudad Juárez, Chihuahua 5

Sección 2
Dimensión Social 7

2.1. Desafíos de los medios de vida de los cafeticultores en Chiapas ante los efectos del cambio climático 8

Sección 3
Ecosistemas Acuáticos 9

3.1. Carbono en la dinámica fluvial del Río Nexapa 10

3.2. Dinámica de la materia orgánica disuelta cromofórica (CDOM) en dos lagos tropicales de alta montaña en el centro de México 11

3.3. Variación espacial y temporal de CO_2, CH_4 y N_2O disuelto en lagos kársticos tropicales 12

3.4. Biomasa zooplanctónica durante la circulación de un lago monomíctico cálido 13

3.5. Biomasa zooplanctónica y máximo profundo de clorofila en un lago monomíctico cálido 14

3.6. Flujo de carbono particulado a los sedimentos de dos lagos tropicales kársticos 15

3.7. Variación temporal de la biomasa del zooplancton de un lago monomíctico tropical durante eventos El Niño y La Niña 16

3.8. Caracterización óptica de la materia orgánica disuelta en la cuenca media y baja del río Usumacinta, México 17

3.9 Biomasa del zooplancton de dos lagos kársticos tropicales con estado trófico contrastante 18

3.10. Reciclamiento del carbono y nitrógeno en agua de fondo y sedimentos en los canales del Polígono Puente de Urrutia, Xochimilco 19

Sección 4
ECOSISTEMAS COSTEROS 21

4.1. Almacén de carbono en suelo de manglares en proceso de restauración 22

4.2. Evaluación de la partición del intercambio neto del ecosistema (NEE) en sitios subtropicales mediante datos satelitales de fluorescencia de clorofila inducida por el Sol (SIF) 23

4.3. Revisión cienciométrica (1990-2022) del ciclo del carbono y los flujos de CO_2 y CH_4 de manglares 24

4.4. Almacenes de carbono aéreo en manglares conservados y en restauración: Yucalpetén y Progreso, Yucatán 25

4.5. Carbono almacenado en raíces de manglares áridos y semiáridos del noroeste de México 26

4.6. Temperatura satelital como proxy para el cálculo de omega aragonita en Bahia de los Ángeles. 27

4.7. Almacenes de carbono y potencial de captura en un área de manglar degrado en Xcalak 28

4.8. Reducción de los almacenes de carbono en pastos marinos de una zona impactada del caribe mexicano 29

4.9. Carbono orgánico en sedimentos de pastizales marinos en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos 30

4.10. Estimación del carbono azul secuestrado por una pradera de *Zostera marina* en el estero de Punta Banda B.C. México 31

4.11. Tendencias globales de la investigación sobre carbono azul en manglares: Un análisis bibliométrico (1986-2023) 32

4.12. Cuantificación del almacén de carbono en sedimento de la Ciénega de Santa Clara, Sonora 33

Sección 5
ECOSISTEMAS MARINOS 35

5.1. El secuestro de carbono en los océanos y el papel de la bioluminescencia de las bacterias heterotróficas marinas 36

5.2. Variabilidad espacial de variables del sistema del CO_2 durante eventos interanuales en la región norteña de Baja California 37

5.3. Estimación nanoscópica de la respiración del procarioplancton y su impacto en el ciclo del carbono 38

5.4. Estudio prospectivo del uso de la salinidad satelital superficial del mar en el golfo de California 39

5.5. Flujos de CO_2 océano-atmósfera durante las temporadas de post-tehuano y tehuano en Bahías de Huatulco, Oaxaca, México 40

5.6. Estudios de los cambios estacionales de la salinidad superficial en el Pacífico mexicano mediante el uso de información satelital 41

5.7. Estacionalidad en los FCO_2 en la región de las grandes islas del Golfo de California 42

5.8. Secuestro de carbono en el frente de Ensenada: Implicaciones de la producción primaria en el sistema de la Corriente de California 43

5.9. Anomalías en la temperatura superficial del mar en la Bahía de Todos Santos: Implicaciones para el secuestro de carbono en sistemas oceánicos 44

5.10. Abundancias relativas de pterópodos con procesos de acidificación en el Golfo de Tehuantepec 2021 45

5.11. Distribución vertical de tres variables del sistema de carbonatos cercanas al núcleo de la zona de mínimo de oxígeno en México 46

5.12. Relación alcalinidad total-salinidad en las aguas superficiales de la Bahía Todos Santos, Ensenada 47

5.13. Variabilidad de las masas de aguas y el carbono inorgánico disuelto en dos remolinos de mesoescala en el Sistema Frontal de Baja California Sur, México 48

Sección 6
ECOSISTEMAS TERRESTRES 49

6.1. Modelación bioclimática revela vulnerabilidad de las selvas del sureste de México al Cambio Climático 50

6.2. Carbono orgánico en suelos con nopal verdura en laderas de los volcanes Tláloc-Teuhtli, Sierra Chichinautzin, CdMx 51

6.3. Distribución de la biomasa y variables climáticas asociadas en tres especies de pino resinero en México 52

6.4. Recuperación de almacenes de carbono tras disturbio climático y antropogénico en el bosque tropical seco del sur de Sonora, México 53

6.5. Análisis del contenido de nitrógeno y fluorescencia de la clorofila de trigo en el Valle del Yaqui: Ausencia de efecto por el aumento de temperatura nocturna 54

6.6. Implicaciones del estrés evaporativo en pastizales cultivados a lo largo de un gradiente altitudinal: Un estudio en la Cuenca del Río Usumacinta, México 55

6.7. Efecto de la sequía en la captura de carbono y la producción de biomasa del cultivo de trigo: Implicaciones para el cambio climático 56

6.8. Servicios ecosistémicos y la biodiversidad de la zona semiárida en el municipio de Tepezalá, Aguascalientes, México 57

6.9. Potencial de las imágenes satelitales para monitorear características de las vegetación que controlan el ciclo del carbono 58

6.10. Carbono en pasto y suelo en el municipio de Jesús María, Aguascalientes 59

6.11. Almacén de carbono en un bosque Oyamel-Pino-Encino en un ANP de la cuenca Amanalco-Valle de Bravo 60

6.12. Estimación de la producción primaria gruesa de ecosistemas de latitudes bajas con modelos basados en la eficiencia del uso de la luz 61

6.13. Carbono orgánico en suelos con manejo forestal de Calpan, Puebla 62

6.14. Redes Bayesianas en el análisis de la dinámica del carbono en el Parque Nacional La Montaña Malinche, México 63

6.15. Flujos de CO_2 y CH_4 en un bosque urbano en la Ciudad de México 64

6.16. Efecto de la gestión forestal en los almacenes de carbono en bosques mixtos del centro de México 65

6.17. Eficiencia en el uso del agua en Ecosistemas Semiáridos del Norte de México 66

Sección 7
SISTEMAS AGROPECUARIOS 67

7.1. Efecto de *Cymbopogon citratus* en la fermentación ruminal *in vitro* y la producción de metano 68

7.2. Efecto del calentamiento nocturno sobre el rendimiento y las relaciones hídrica de cuatro líneas avanzadas de trigo (*Triticum aestivum* L.) 69

7.3. Respiración del suelo en sistemas silvopastoriles y monocultivo de pasto en Tenosique, Tabasco. 70

7.4. Distribución de carbono orgánico del sistema milpa intercalado con árboles frutales en Ocozocoautla, Chiapas, México 71

7.5. Cálculo del coeficiente de cultivo para Avena de invierno en una región semiárida 72

7.6. Evaluación espacial de la aptitud territorial para el cultivo de Café (*Coffea arabica*) en Chiapas 73

7.7. Diseño de un sistema agroforestal para un ecosistema típico de selva baja caducifolia 74

7.8.	Carbono en sistemas agroforestales de café en la organización OCOZACA, Ixhuatlán del Café, Veracruz	75
7.9.	Carbono en biomasa aérea de cafetales del centro de Veracruz en un gradiente altitudinal	76
7.10.	Secuestro de carbono en sistemas tradicionales: “Coo yuu” en la Mixteca Alta	77
7.11.	Niveles de sustentabilidad de Sistemas Agroforestales de cacao en comunidades del estado de Tabasco, México	78
7.12.	Estimación de la huella de carbono de la cadena productiva de café orgánico bajo sombra	79
7.13.	Renovación estratégica de cafetales: reflexiones sobre una estrategia integral de restauración ecológica de sistemas agroforestales	80

Sección 1
Atmósfera

1.1. Mapeo isotópico de fuentes atmosféricas de agua en un agro-ecosistema de trigo en el Valle del Yaqui, México.

Reyes-Hernández Mayte F.[1] y Yépez-Enrico A.[1,2*]

[1] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[2] Sede Regional Sur de Sonora, Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[*] Autor para correspondencia: enrico.yepez@itson.edu.mx

Resumen

La condensación de vapor atmosférico se presenta con frecuencia en los doseles de las plantas. En cultivos altamente tecnificados, como el trigo en el Valle del Yaqui en Sonora México, se sabe que, durante las etapas fenológicas de embuche, espigamiento y maduración la presencia de agua condensada puede ocurrir hasta 12 horas durante la noche con promedios de producción de rocío de 0.03 mm d^{-1}. Sin embargo, las proporciones de las fuentes que contribuyen a la formación de este subsidio hídrico atmosférico no son claras. El objetivo de este trabajo es utilizar isótopos estables como trazadores ambientales para distinguir las posibles fuentes y mezclas de agua involucradas en la formación de rocío en doseles de trigo, debido a que el agua en sus diferentes reservorios tiene composiciones isotópicas distintas (firmas isotópicas), a causa de los procesos de fraccionamiento isotópicos que ocurren durante la evaporación o condensación. En el presente trabajo, usamos mediciones de los isótopos estables de oxígeno ($\delta^{18}O$), para caracterizar los diferentes reservorios de agua, como el suelo (δ_S), la atmósfera (δ_{Vatm}) y el rocío (δ_R); Además de modelar el vapor atmosférico (δd_{Vatm}) y la evaporación del suelo (δ_E), esto con el fin de conocer la variación isotópica de las fuentes que pudieran estar contribuyendo a la formación de rocío sobre el dosel de trigo. En dos periodos de colecta intensiva de δ_{Vatm}, δ_S, δ_R y después de relacionar los factores fraccionamiento isotópico de agua durante la evaporación y condensación, observamos variaciones entre -0.003 a -0.61 ‰ para δ_R; -25.86 a -17.88 ‰ para δ_{Vatm}; -44.04 a -36.15 ‰ para δ_E y de -13.65 a -6.22 ‰ para δd_{Vatm}. El monitoreo del paisaje isotópico del cultivo de trigo, se ofrece como insumo para indagar sobre la contribución de distintas fuentes de agua atmosférica al rocío observado en doseles de trigo en el Valle del Yaqui.

Palabras clave: *hidrometeorologia; isótopos estables; agua atmosférica; evaporación; rocío.*

1.2. Desarrollo de un dispositivo de bajo costo para el monitoreo de intensidad UV y temperatura en zonas urbanas

Flores-Lugo Juliana A.[1]; Ortega-Blanco Christian A.[2] y Méndez-Barroso Luis A.[1,3]

[1] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro. C.P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora, México.
[2] Instrumentación Teria Scientific. Ciudad Obregón, Sonora
[3] Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera, LANRESC
*Autor para correspondencia: juliana.flores213026@potros.itson.edu.mx

Resumen

La exposición prolongada a altas temperaturas y niveles de radiación UV pueden causar graves problemas de salud, inclusive en casos extremos, la muerte. Ciudad Obregón, ubicado en el sur del estado de Sonora, cuenta con temperaturas extremadamente altas (~50°C) y altos niveles de radiación UV durante el verano. Sin embargo, la ciudad actualmente no cuenta con redes de monitoreo de temperatura y radiación UV que alerte a la población sobre el riesgo de exposición a la intemperie, con el objetivo de tomar las precauciones necesarias para proteger su salud. En este trabajo se pretende desarrollar un dispositivo de bajo costo que permita la medición de radiación UV, temperatura y humedad relativa en zonas urbanas y evaluar su factibilidad. El dispositivo consistió en un microcontrolador ESP32-DEVKitC, al que se le conectó un sensor de UV (ML8511) y un sensor temperatura/humedad relativa (SHT10). El periodo de monitoreo incluyó los meses de julio-agosto de 2023 donde los datos se transmitieron remotamente vía WiFi y se almacenó en un archivo de Google Drive. Los resultados preliminares indicaron que el dispositivo fue capaz de seguir el comportamiento diurno de la radiación UV; donde los valores máximos se observaron entre las 10 y 14 horas, los valores máximos de temperatura se observaron entre las 10 y 16 horas, mientras que la humedad relativa mostró un comportamiento inverso al de la temperatura, es decir, los valores mínimos se observaron entre las 10 y 16 horas, mientras que los máximos entre las 6 y 8 horas. Estos resultados indican que el dispositivo de bajo costo puede ser factible para ser utilizado en el monitoreo de variables meteorológicas en zonas urbanas.

Palabras clave: *Radiación ultravioleta, sistemas de monitoreo, ciencia ciudadana, vulnerabilidad térmica*.

1.3. Interacciones Suelo-Planta-Atmósfera durante condiciones húmedas y secas del Valle del Yaqui, México

Sotomayor-Quijada Liczy G. [1,*] y Sánchez-Mejía Zulia M.[1,*]

[1] Departamento de Ciencias de Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[*] Autor para correspondencia: liczy.sotomayor213282@potros.itson.edu.mx; zulia.sanchez@itson.edu.mx

Resumen

Estudiar la dinámica de la capa limite planetaria (ABL) es complejo, por lo que utilizar modelos atmosféricos en conjunto de datos micrometeorológicos son una herramienta muy útil para determinar los flujos e interacciones que existen entre la atmósfera y el suelo. La estabilidad atmosférica y la turbulencia que se genera está relacionado directamente con lo que sucede en el suelo y con fenómenos meteorológicos a escala regional. Es por ello que el estudio es realizado en el sector agrícola más importante de México, el Valle del Yaqui, el cual carece de monitoreo integrado de procesos suelo-planta-atmósfera. Este trabajo presenta una simulación para conocer la dinámica de la atmósfera en diferentes etapas fenológicas del cultivo en verano en el Valle del Yaqui. El software que se utilizó es CLASS, con un total de 4 simulaciones, estudio de la estabilidad atmosférica con Pasquill-Gidffor con datos observados y un análisis de imágenes fenológicas. Se observaron diferencias en la altura de la capa limite planetaria en diferentes etapas fenológicas, así como un domino de calor sensible en condiciones secas y diferentes cantidades de CO2 durante el periodo Julio a Octubre.

Palabras claves: *Calor sensible (H); Calor latente (Le); CLASS; Capa limite planetaria*

1.4. Variabilidad estacional de los flujos de carbono, evapotranspiración y energía en Ciudad Juárez, Chihuahua

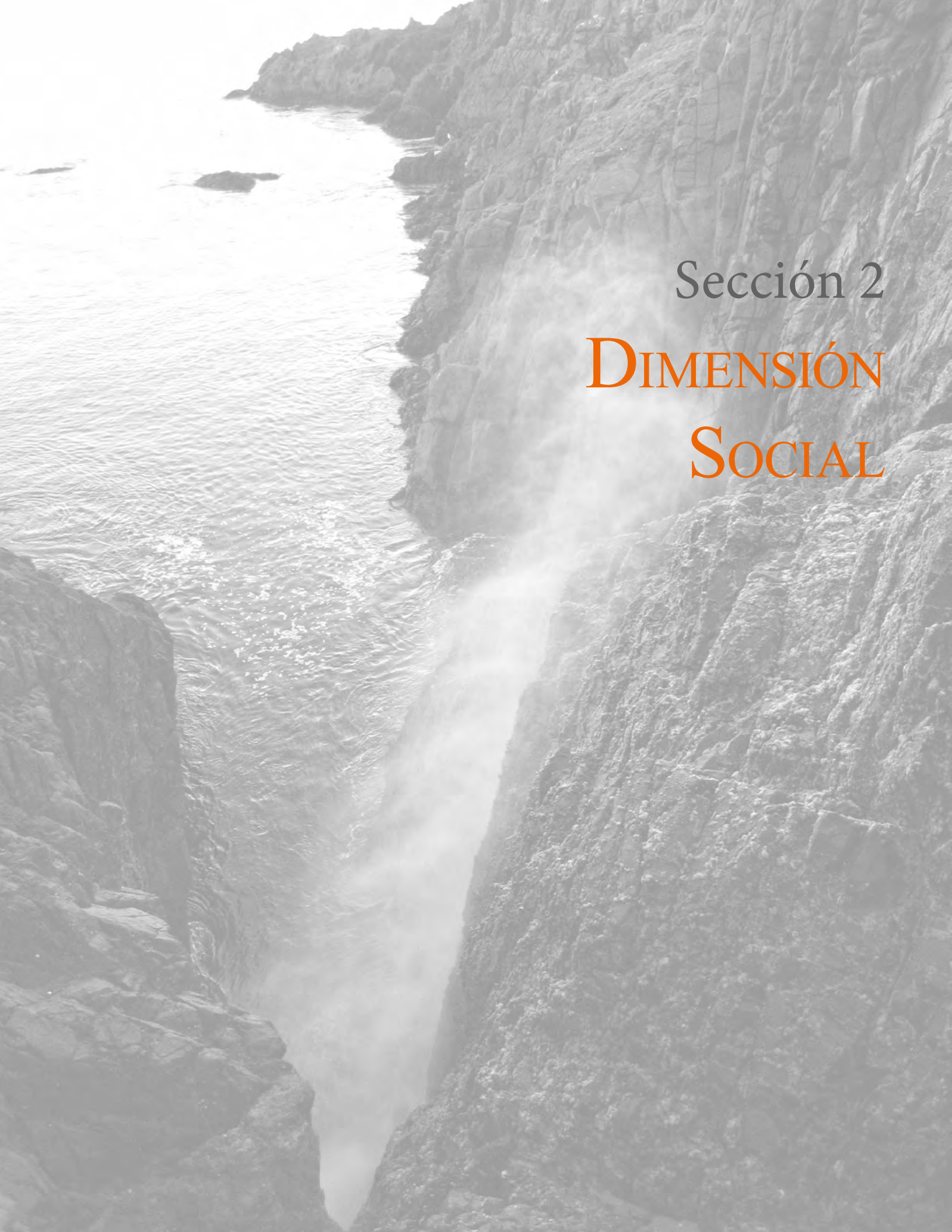
Pérez-Ruiz Elí R.[1,*]; Vázquez-Gálvez Felipe A.[1]; Hernández-García Yazmin G.[1]; Flores-Tavizón Edith[1] y Ortínez-Álvarez Abraham[2]

[1] Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Av. del Charro no. 450 Nte. Col. Partido Romero CP 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua
[2] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 4209, Jardines en la Montaña, 14210, Coyoacán, Ciudad de México
*Autor de correspondencia: eli.perez@uacj.mx

Resumen

Los cambios inducidos por el hombre en la superficie terrestre pueden provocar cambios en el intercambio de materia y energía entre la superficie terrestre y la atmósfera, por lo que comprender estas dinámicas es esencial en las ciudades. Este estudio analizó la estacionalidad del dióxido de carbono (CF), vapor de agua (λET) y energía (calor sensible, H) en Ciudad Juárez, Chihuahua. Además, se pretende conocer los factores biofísicos y/o antropogénicos que regulan los flujos. FC, λET y H se midieron en 2020-2021. Se analizaron los ciclos diurnos anuales y estacionales durante el período de estudio. Se observaron valores altos de FC y valores bajos de λET y H durante la estación fría, que coincidió con un alto uso de combustible y vegetación latente. En contraste, se observaron valores elevados de FC y λET durante la estación cálida, que coincidió con la actividad de la vegetación. El papel de la actividad antropogénica y la dinámica de la vegetación en los flujos de agua es claro, pero aún es necesario comprender cómo los procesos de respiración del suelo y evapotranspiración afectan el metabolismo de la materia y la energía. De manera similar, la clasificación del uso del suelo es necesaria debido a la alta heterogeneidad de las áreas urbanas en el área afectada por las inundaciones.

Palabras clave: *covarianza de vórtices; ecosistemas urbanos; flujos superficie-atmósfera; metabolismo urbano; campus universitario*.



Sección 2
Dimensión Social

2.1. Desafíos de los medios de vida de los cafeticultores en Chiapas ante los efectos del cambio climático

Palacios-Reyes Alma Delia[1,*]; Bolaños-González Martín A.[2]; Libert-Amico Antoine[3]; Gómez-López Heber [4] y Villalobos-Sánchez Gontrán[4]

[1]Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Circuito, Mario de La Cueva S/N, C.U., Coyoacán, 04510 CDMX
[2] Colegio de Postgraduados-Posgrado en Hidrociencias, Montecillo, Texcoco, Estado de México, C. P. 56264
[3] Programa Mexicano de Carbono (PMC)
[4] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Chiapas.
[5] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Chiapas.
*Autor para correspondencia: almapalacios@hotmail.com

Resumen

Desde el 2012 los cafeticultores de Chiapas enfrentan la crisis productiva causada por la roya, una de las enfermedades más devastadoras para el café árabe. La agresividad y expansión con la que se presentó, se asocia al incremento de la temperatura promedio anual, uno de los efectos del cambio climático en el mundo. Se evaluaron los capitales de los cafeticultores de dos comunidades de la región del Soconusco, Chiapas, para enfrentar esta crisis, y se identificaron los cambios que implementaron en los cafetales a partir de las políticas públicas y económicas impulsadas por el gobierno y las empresas del sector. Se aplicó una metodología mixta con métodos como la encuesta, muestreo de parcelas, análisis estadísticos y entrevistas. Se encontró que los capitales de los cafeticultores son insuficientes para disminuir los daños de la plaga y que la principal estrategia productiva ha sido la renovación de cafetales con variedades mejoradas que requieren menos sombra arbórea, lo cual amenaza la biodiversidad de la región y los servicios ecosistémicos que los cafetales proveen, al propiciar la deforestación. Es urgente desarrollar las habilidades de los cafeticultores y sus organizaciones sociales para superar las crisis que atentan contra la continuidad de la cafeticultura, como un medio de vida sostenible e incrementar su resiliencia. Asimismo, es necesario replantear las políticas y estrategias productivas, considerando la participación de los pequeños productores en la toma de decisiones, donde se reconozcan sus intereses y la relevancia de su trabajo para la conservación de la biodiversidad y de un medio ambiente sano.

Palabras clave: *roya; coffea arábiga L.; Soconusco; sostenibilidad.*

Sección 3

Ecosistemas Acuáticos

3.1. Carbono en la dinámica fluvial del Río Nexapa

Ibarra-Melgarejo Gabriel[1]; Guerra-Hernández Eloisa A.[1,*] y Cruz-Flores Gerardo[1]

[1] Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Laboratorio de Calidad del agua y ecohidrología. Ciudad de México, México

[*]Autor para correspondencia: eloisa.guerra@zaragoza.unam.mx

Resumen

El conocimiento adecuado de su ciclo y balance del carbono en atmósfera, hidrosfera y geosfera es uno de los retos globales. Los ríos llevan a cabo la transferencia lateral de carbono, de los continentes a los océanos y funcionan como conector en el ciclo del carbono global. Se eligieron trece sitios de estudio en sistemas lóticos que representan la zona alta, media y baja de la subcuenca Nexapa entre 1,255 y 4014 m s.n.m. Se determinaron los siguientes parámetros: temperatura, pH, conductividad, CO_2 y alcalinidad, carbono orgánico total (COT), carbono orgánico disuelto (COD) y carbono orgánico particulado (COP). Con los siguientes resultados, carbonatos (0-34.32 mg L^{-1}), bicarbonatos (15.84-435.16 mg/L), CO_2 (0-43.95mg L^{-1}), COT (0.54-7 mg L^{-1}), COD (0.14-2.57 mg L^{-1}) y COP (0.08-6.13 mg L^{-1}). El carbono inorgánico presentó una tendencia de incremento en las concentraciones a menor altitud, dichas concentraciones de CO_2, carbonatos y bicarbonatos en cada sitio se relaciona al equilibrio natural que existe dentro de un sistema lótico; mientras que el carbono orgánico presentó gran variabilidad a lo largo de la subcuenca. Se determinó que la variación de carbono esta influenciada por el uso de suelo y las actividades específicas que se llevan a cabo en cada uno en el entorno a las zonas de muestreo. Los sitios que tienen mayor conservación de las condiciones naturales tuvieron concentraciones de carbono inorgánico más bajas, que se incrementan en las zonas más alteradas por actividades antrópicas como ganadería, agricultura o asentamientos humanos, que en general incrementan la concentración de sales en ríos y arroyos por el material de arrastre que llega al cauce y las descargas de diferentes fuentes que llegan a los sistemas. Aunque no se mostró un patrón de comportamiento definido en el caso del carbono orgánico, elementos como residuos vegetales y otros materiales naturales contribuyen con la carga de materia orgánica en los sistemas y su degradación libera el carbono orgánico en sus diferentes formas, siendo la concentración de oxígeno disuelto la que determinará la tasa de transformación y la dinámica en el sistema fluvial.

Palabras claves: *agua fluvial; ecosistemas ribereños; Izta-Popo.*

3.2. Dinámica de la materia orgánica disuelta cromofórica (CDOM) en dos lagos tropicales de alta montaña en el centro de México

Soria-Reinoso Ismael[1]; Alcocer Javier[2,*]; Oseguera Luis A.[3]; Rivera-Herrera E. Montserrat; Vargas-Sánchez Mariana[1] e Ibarra-Morales Diana[1]

[1] Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.
[2] Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[*] Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

Resumen

El Sol y La Luna son los únicos lagos tropicales de alta montaña perennes en México. Están sujetos a condiciones extremas (pH ácido, alta radiación UV) y son considerados centinelas del cambio global. Esta investigación evaluó la variación anual de la concentración y calidad de la materia orgánica disuelta cromofórica (CDOM) en El Sol y La Luna. Se tomaron muestras mensuales en la superficie y fondo de cada lago para caracterizar las propiedades ópticas de la CDOM. Se midieron las variables ambientales asociadas, diferenciando la temporada fría-seca y cálida-lluviosa. La concentración de CDOM, definida como el coeficiente de absorción a_{350}, fue mayor en El Sol (1.07±0.34 m^{-1}) que en La Luna (0.40±0.27 m^{-1}). Los aportes autóctonos de CDOM en El Sol fueron más importantes durante la temporada de lluvias (S_R>1); mientras tanto, durante la estación seca, el depósito atmosférico promovió el ingreso de CDOM alóctono derivada de los suelos agrícolas de la base del volcán, lo que se refleja en compuestos de mayor peso molecular (S_R~1). La CDOM de La Luna es fundamentalmente alóctona del depósito atmosférico y de su cuenca de drenaje. Se caracteriza por compuestos de mayor peso molecular que son rápidamente fotodegradados por las condiciones de alta sensibilidad a la radiación solar de La Luna.

Palabras clave: *Absorción CDOM; lagos alpinos; Nevado de Toluca; depósito atmosférico; pendiente espectral.*

3.3. Variación espacial y temporal de CO_2, CH_4 y N_2O disuelto en lagos kársticos tropicales

Vargas-Sánchez Mariana[1,*]**;** Alcocer Javier[2]; Sánchez-Carrillo Salvador[3] y Oseguera-Pérez Luis[2]

[1] Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
[2] Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, México.
[3] Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (MNCN-CSIC).
[*]Autor de correspondencia: marianavs@me.com

Resumen

Los ecosistemas acuáticos epicontinentales son fuentes importantes de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera a nivel mundial. Sin embargo, existen muy pocos estudios sobre la concentración y evasión de GEI en sistemas acuáticos kársticos y hasta el momento se sabe muy poco sobre cuál es su contribución al cambio global. El presente trabajo estudia la variación espacial y temporal de las concentraciones de CO_2, CH_4 y N_2O en tres lagos kársticos del Parque Nacional "Lagunas de Montebello" (PNLM), Chiapas y su relación con variables ambientales asociadas al estado trófico de los cuerpos de agua. Se analizaron las dos temporadas climáticas tropicales (cálida/lluvia y fría/seca). La concentración de CO_2, CH_4 y N_2O se estimó siguiendo la técnica del espacio de cabeza utilizando He como gas de intercambio. Los tres lagos estudiados presentaron sobresaturación de los tres gases en relación con el equilibrio atmosférico en ambas temporadas de muestreo. La concentración de CO_2, CH_4 y N_2O osciló entre 13.0 – 168.6 µmol L^{-1}, 0.02 – 364.1 µmol L^{-1} y 0.01 – 0.17 µmol L^{-1}, respectivamente. Se observó una distribución vertical diferencial en la temporada cálida/lluvias asociada a la estratificación térmica de los lagos. En la temporada fría/secas la concentración fue homogénea debido a la mezcla de la columna de agua. En general, las concentraciones de GEI aumentaron con el grado de eutrofización de los lagos y se encuentran en el rango de otros cuerpos de agua tropicales. Los lagos kársticos tropicales del PNLM son fuentes importantes de GEI a la atmósfera.

Palabras clave: *GEI, carbono, nitrógeno, lagos kársticos, eutrofización, lagos tropicales, Chiapas, México.*

3.4. Biomasa zooplanctónica durante la circulación de un lago monomíctico cálido

Zavala-Velazquez Karla D.[1]; **Fernández Rocío**[2,*]; Oseguera Luis A.[2]; Alcocer Javier [2]; Vargas-Sánchez Mariana[3]; Soria-Reinoso Ismael F.[3]; Cervantes-Bedolla Michelle[1] y Espíritu-Vera Kevin D.[1]

[1] Licenciatura en Biología, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[2] Grupo 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.
[3] Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
[*]Autor para correspondencia: biol.fernandez@gmail.com

Resumen

El zooplancton de lagos tropicales profundos está sujeto a la hidrodinámica lacustre (periodos de estratificación y circulación) que a su vez está regulada por el clima tropical (época de lluvias y secas). En los recientes años el cambio climático ha provocado variabilidad climática. Alchichica es un lago tropical profundo con régimen de mezcla monomxis cálida. Se caracteriza por una baja riqueza específica de zooplancton, con solo tres especies dominantes, el copépodo *Leptodiaptomus garciai*, un calanoide endémico y dos especies de rotíferos pertenecientes a las familias Brachionidae y Hexarthridae relacionadas con los complejos *B. picatilis* y *H. jenkinae*, respectivamente. El lago presenta tres eventos fitoplanctónicos acoplados con la hidrodinámica del lago de los cuales el más importante es un florecimiento de diatomeas durante la circulación de la época fría/seca. El objetivo del trabajo fue analizar la variabilidad de la biomasa del zooplancton durante la época de circulación a lo largo de un periodo de 8 años (2009-2016). *L. garciai* contribuyó con casi el 100 % (31 ± 75 g PS m^{-2}) de la biomasa y dominó en todos los periodos de circulación estudiados. De los rotíferos, tanto *Hexarthra* sp. como *Brachionus* sp. registraron su biomasa mayor en el año 2011 con 0.305 ± 0.525 g PS m^{-2} y 0.044 ± 0.068 g PS m^{-2}, respectivamente. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre años *L. garciai* solo fue diferente en 2009 donde alcanzó biomasas hasta 20 veces mayor. No se encontró correlación alguna entre la biomasa del fitoplancton (clorofila a) total ni sus fracciones con ninguno de los componentes del zooplancton.

Palabras clave: *Lago Alchichica, florecimiento de diatomeas, rotíferos, copépodos*

3.5. Biomasa zooplanctónica y máximo profundo de clorofila en un lago monomíctico cálido

Cervantes-Bedolla Michelle[1]; Oseguera Luis A[2,*]; Fernández Rocio[2]; Alcocer Javier[2]; Vargas-Sánchez Mariana; Zavala-Velázquez Karla D.[1] y Espíritu-Vera Kevin D.[1]

[1] Licenciatura en Biología, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[2] Grupo 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.
[3] Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
[*]Autor para correspondencia: loseguera@unam.mx

Resumen

La distribución del plancton depende de las características morfológicas de los lagos. En el caso de los lagos tropicales profundos y oligotróficos, se desarrolla un máximo profundo de clorofila (DCM por sus siglas en inglés) en el metalimnion. Alchichica es un lago tropical profundo con régimen de mezcla monomixis cálida. Se caracteriza por una baja riqueza específica de zooplancton, con solo tres especies dominantes, el copépodo *Leptodiaptomus garciai* y dos especies de rotíferos, *Brachionus* sp. y *Hexarthra* sp. Durante el año se presentan tres eventos fitoplanctónicos entre ellos un DCM el cual está integrado principalmente por la diatomea *Cyclotella alchichicana*. El objetivo de este trabajo fue determinar la variación de la biomasa zooplanctónica en relación con la dinámica del DCM a lo largo de 8 años (2009-2016). *L. garciai* contribuyó con casi el 100 % (5 ± 36 g PS m^{-2}) de la biomasa y dominó en todos los meses donde se presentó el DCM. De los rotíferos, *Hexarthra* sp. registró su biomasa mayor en el año 2011 con 0.143 ± 0.069 g PS m^{-2}, mientras que para *Brachionus* sp. su mayor biomasa se observó en el año 2014 con 0.009 ± 0.013 g PS m^{-2}. No se presentaron diferencias significativas entre años excepto *L. garciai* fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en 2009. No se encontró correlación alguna entre la biomasa del fitoplancton (clorofila a) total ni sus fracciones con ninguno de los componentes del zooplancton.

Palabras clave: *Lago Alchichica, Leptodiaptomus, Brachionus, Hexarthra, Máximo Profundo de Clorofila.*

3.6. Flujo de carbono particulado a los sedimentos de dos lagos tropicales kársticos

Rivera-Herrera Erika M.[1]; Alcocer Javier[2,*]; Oseguera Luis A.[2] y Fernández Rocío[2]

[1]Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
[2]Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, México.
[*]Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

Resumen

Se cuantificó el flujo de carbono total particulado (CTP) y carbono orgánico particulado (COP) hacia los sedimentos de los lagos Tziscao y San José, Parque Nacional "Lagunas de Montebello", Chiapas. El flujo de CTP promedio en Tziscao fue 0.25 ± 0.01 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 1 (estratificación temprana) y 0.09 ± 0.01 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 2 (estratificación bien establecida); mientras que en San José el flujo de CTP promedio fue 0.93 ± 0.02 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 1 y 0.74 ± 0.01 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 2. El flujo de COP promedio en Tziscao fue 0.17 ± 0.00 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 1 y 0.09 ± 0.01 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 2; mientras que en San José el flujo de COP promedio fue 0.11 ± 0.03 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 1 y 0.43 ± 0.01 g m^{-2} d^{-1} en el periodo 2. Los flujos de San José fueron mayores a los flujos de Tziscao debido a su mayor productividad primaria resultante del proceso de eutroficación (mesotrófico) al estar ubicado en la zona de planicie donde recibe la entrada de contaminantes asociados a la actividad antrópica. Tziscao mantiene su estado oligotrófico al estar ubicado en la zona de montaña rodeado de una zona boscosa, con un reducido aporte de material hacia el cuerpo de agua.

Palabras clave: *COP; CTP; "Lagunas de Montebello"; Chiapas; México.*

3.7. Variación temporal de la biomasa del zooplancton de un lago monomíctico tropical durante eventos El Niño y La Niña

Espíritu-Vera Kevin D.[1]; **Oseguera Luis A.**[2,*]; FernándezRocío[2]; Soria-Reinoso Ismael F. [3]; Arreguin-Rebolledo Uriel[4]; Alcocer Javier[2]; Cervantes-Bedolla Michelle[1] y Zavala-Velázquez Karla D.[1]

[1] Licenciatura en Biología, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[2] Grupo 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.
[3] Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
[4] Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad 940, C.P. 20100, Aguascalientes, México.
*Autor para correspondencia: loseguera@unam.mx

Resumen

El Niño-Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés) es un fenómeno océano-atmosférico con efectos macroclimáticos caracterizado por el aumento de la temperatura de la superficie del océano en el Pacífico del este. Los efectos del ENSO repercuten no solo en el océano, también afectar el continente y sus cuerpos de agua interiores. Presenta dos eventos, El Niño y La Niña. El lago Alchichica, ubicado en la cuenca Serdán-Oriental, presenta una temporalidad tropical marcada, lluvias y secas. Alchichica es un lago profundo, monomíctico cálido. El ciclo anual de la hidrodinámica estacional determina el gradiente de temperatura que influye en la dinámica poblacional del fitoplancton y zooplancton. En el zooplancton de Alchichica se encuentran como organismos predominantes al copépodo *Leptodiatomus garciai* así como dos especies de rotíferos, *Brachionus* sp. y *Hexarthra* sp. El objetivo del presente trabajo fue determinar si influye y de qué manera el ENSO sobre la biomasa del zooplancton durante un periodo de ocho años (2009 a 2016). El copépodo calanoide *Leptodiaptomus garciai* aportó el 99.87 % de la biomasa total mientras que los rotíferos solo aportaron el 0.12%. *L. garciai* registró su biomasa mayor durante la Niña de 2009 mientras que la de rotíferos se observó en la Niña de 2011-12. No se encontraron diferencia significativa entre eventos del ENSO para la biomasa de ninguno de los dos rotíferos; para la biomasa de *L. garciai* solo el año 2009 fue diferentes de los demás.

Palabras clave: *ENSO; variabilidad climática; Lago Alchichica; zooplancton.*

3.8. Caracterización óptica de la materia orgánica disuelta en la cuenca media y baja del río Usumacinta, México

Soria-Reinoso Ismael[1]; Alcocer Javier[2,*]; Sánchez-Carrillo Salvador[3]; Vargas-Sánchez Mariana[1]; Rivera-Herrera Erika M.[1] y Oseguera Luis A.[2]

[1] Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.
[2] Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[3] Departamento de Biogeoquímica y Ecología Microbiana, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC (MNCN-CSIC), Serrano 115 Bis, E-28006 Madrid, España.
[*]Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

Resumen

La materia orgánica disuelta (DOM) juega un papel importante en el ciclo del carbono (C) debido a su incorporación a través del metabolismo microbiano. No obstante, se conoce muy poco sobre la concentración y composición de la DOM en sistemas fluviales tropicales, caracterizados por una fuerte estacionalidad climática, tal y como sucede en el Río Usumacinta, el principal sistema fluvial de México. El objetivo de este estudio fue evaluar la variación temporal (lluvias vs. secas) de la concentración y la composición de la DOM cromofórica (CDOM) en la cuenca media y baja del río Usumacinta, utilizando técnicas de espectroscopía de absorbancia UV-Vis. El río Usumacinta presenta un mayor contenido de compuestos aromáticos, de alto peso molecular y mayor contribución de lignina y celulosa durante la estación lluviosa, asociado al mayor aporte terrestre por escorrentía y lixiviación. En la estación seca aumenta el porcentaje de los componentes autóctonos (fitoplancton) debido a la intensa degradación microbiana y fotoquímica asociada al mayor tiempo de residencia del agua. En ambas temporadas se observó un incremento de la CDOM aguas abajo, posiblemente por el aporte terrestre alóctono desde los Pantanos de Centla. La CDOM se correlacionó fuertemente con el carbono orgánico disuelto (DOC) demostrando la utilidad de integrar el DOC en sistemas fluviales tropicales mexicanos a partir de mediciones ópticas simples.

Palabras clave: *Absorción CDOM; DOC; río tropical; Chiapas; México.*

3.9. Biomasa del zooplancton de dos lagos kársticos tropicales con estado trófico contrastante

Vivar-Sánchez Diego[1]; Fernández Rocío[2,*]; Oseguera-Pérez Luis[2], Alcocer Javier[2]; Rivera-Herrera Erika M.[3] y Zúñiga-Ramos Catriona[2].

[1] Licenciatura en Biología, FES Iztacala. FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[2] Grupo de Investigación en Limnología Tropical, FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, C.P. 54090, Tlalnepantla, Estado de México.
[3] Programa de Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.
*Autor para correspondencia: biol.fernandez@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se analiza el aporte de biomasa del zooplancton en dos lagos kársticos tropicales con diferente estado trófico, el oligotrófico Ensueño y el eutrófico La Encantada, pertenecientes al distrito lacustre del Parque Nacional "Lagunas de Montebello". Ambos lagos presentan características morfométricas similares. Los muestreos se llevaron a cabo en las dos épocas representativas de la estacionalidad tropical: secas/fría (mezcla) y lluvias/cálida (estratificación). En La Encantada se determinaron 9 taxones de rotíferos, 4 de copépodos y 2 de cladóceros, de los cuales solo 3 aportaron > 28 µg PS L^{-1}. En Ensueño se determinaron 2 taxones de rotíferos, 2 cladóceros y 1 copépodo, los cuales representan aproximadamente el 80% de la biomasa total en ambas temporadas. La biomasa del lago eutrófico varía de 97 a 390 µg PS L^{-1} y la del lago oligotrófico de 25 a 48 µg PS L^{-1}.

Palabras clave: *copépodos; lagos kársticos; "Lagunas de Montebello"; Chiapas.*

3.10. Reciclamiento del carbono y nitrógeno en agua de fondo y sedimentos en los canales del Polígono Puente de Urrutia, Xochimilco

Escobedo-Garduño Rodrigo[1]; Ángeles-Vázquez José R.[1,*]; Ferrara-Guerrero María J.[1]; Figueroa-Torres María G.[2]; Vargas-Solís Rosario C.[2] y Capetillo-Colin Fernando[2].

[1] Laboratorio de Ecología Microbiana; [2]Laboratorio de Ficología y Fitofarmacología. Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100 col. Villa Quietud, Ciudad de México, México, C.P. 04960.
*Autor para correspondencia: robertoangeles@gmail.com

Resumen

El lago de Xochimilco ha sufrido fuertes perturbaciones y en la actualidad éste sigue en deterioro por el continuo crecimiento poblacional. Se sabe que las poblaciones bacterianas aerobias y anaerobias juegan un papel imprescindible para el reciclamiento de nutrientes en ecosistemas acuáticos, sin embargo, es escasa la información sobre la actividad bacteriana heterótrofa anaerobia en este ecosistema y en otros similares. En esta investigación se eligieron 6 sitios de muestreo dentro de los canales que forman el Polígono Puente de Urrutia, Xochimilco, con diferentes características ecológicas. En cada sitio se cuantificaron en agua de fondo y en sedimento superficial, la capacidad de las bacterias anaerobias de mineralizar lípidos, proteínas, glúcidos, hidratos de carbono de alto peso molecular y ADN. Esta capacidad de mineralizar estos compuestos se observó en cultivos en placas incubados entre 48 y 72 horas bajo atmosfera anaerobia controlada (Mezcla N_2/CO_2, 90/10%). Igualmente, los grupos funcionales anaerobios involucrados en el ciclo del nitrógeno fueron cuantificados en 5 medios de cultivo específicos para actividades amonificante, desnitrificante, oxidación de amonio, oxidación de nitrito y fijación de N_2. Ambas actividades se relacionaron con los cambios del perfil físico-químico de la columna de agua y del sedimento superficial en épocas de lluvias 2022 (agosto). Los resultados encontrados arrojaron que existe una mayor actividad mineralizadora heterótrofa anaerobia en el sedimento superficial, el mismo comportamiento se observó en el reciclamiento del nitrógeno. Esto sugiere que en los sedimentos de este ecosistema existe una gran actividad microbiana heterótrofa y quimioautótrofa que, a pesar de las condiciones anóxicas existentes, están llevando a cabo de manera eficiente el reciclamiento del Carbono y del Nitrógeno garantizando una buena nutrición de la columna de agua.

Palabras clave: *Enzimas extracelulares, Bacterias heterótrofas, Bacterias Quimioautótrofas, Sedimentos anaerobios.*

Sección 4

Ecosistemas Costeros

4.1. Almacén de carbono en suelo de manglares en proceso de restauración

Moreno-Martínez Ameyali[1,*]; Herrera-Silveira Jorge A.[1,2]; Teutli-Hernández Claudia[3] y Pech-Poot Eunice Y.[1]

[1] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Carretera antigua a Progreso km 6, Col. Loma bonita, Mérida, Yucatán, México.
[2] Laboratorio de Resiliencia Costera (LANRESC). Sisal, Yucatán, México.
[3] Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida. Universidad Autónoma Nacional de México. Yucatán México.
[*] Autor para correspondencia: ameyali.moreno@cinvestav.mx

Resumen

Los manglares capturan y almacenan grandes cantidades de Dióxido de carbono (CO_2) a través de la fotosíntesis y es transformado en biomasa vegetal. Al CO_2 capturado y almacenado como C orgánico en biomasa vegetal y suelo de ecosistemas costeros (e.g., manglares, praderas marinas y marismas) por cientos de años se le conoce como "carbono azul". En los últimos años se han implementado acciones de restauración ecológica enfocadas la recuperación de servicios ecosistémicos en sitios degradados, incluyendo la capacidad de almacén de C. El objetivo de este trabajo fue determinar la variabilidad en el almacén de C orgánico en suelo en diferentes tipos ecológicos de manglar (franja, cuenca y chaparro) en proceso de restauración localizados en dos escenarios ambientales (húmedo y seco) en la costa kárstica de Yucatán. Las muestras de suelo se colectaron con ayuda de un nucleador de metal en un rango de 0-10 cm de profundidad, considerando la fracción con tonalidad más oscura. La estructura forestal y los parámetros fisicoquímicos del agua intersticial se evaluaron *in situ* y posteriormente en el laboratorio se llevó a cabo la caracterización de las submuestras de suelo, análisis del contenido de materia orgánica y carbono y la estimación del almacén de C en suelo. El mayor almacén de C orgánico en suelo estuvo asociado a aquellos sitios con características ambientales de tipo húmedo (cuenca y franja) con similitudes en la estructura de la vegetación; $16.9 \pm 2.1 - 28.7 \pm 1.8$ Mg C ha^{-1}.

Palabras clave: *carbono azul; servicios ecosistémicos; tipos ecológicos; cambio climático*

4.2. Evaluación de la partición del intercambio neto del ecosistema (NEE) en sitios subtropicales mediante datos satelitales de fluorescencia de clorofila inducida por el Sol (SIF)

Uuh-Sonda Jorge M.[1,*]; Méndez-Barroso Luis A.[1,3]; Sánchez-Mejía Zulia[1]; Yépez-Gonzalez Enrico[1] y Figueroa-Espinoza Bernardo[2,3]

[1] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Calle 5 de Febrero 818 sur, Colonia Centro. C.P. 85000. Ciudad Obregón, Sonora, México.
[2] Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Universidad Nacional Autónoma de México, Puerto de Abrigo S/N, C.P. 97351, Sisal, Yucatán, México.
[3] Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera, LANRESC
*Autor para correspondencia: jorge.uuh.sonda@gmail.com

Resumen

La estimación de la partición del intercambio neto de CO_2 del ecosistema (NEE, por sus siglas en inglés) en sus dos componentes, producción primaria bruta (GPP, por sus siglas en inglés) y respiración del ecosistema (Reco) es de gran importancia para entender la dinámica del ciclo del carbono y como los factores ambientales, sobre todo en un escenario de cambio climático, afectan este ciclo. Sin embargo, la falta de observaciones de estos componentes, hacen difícil la validación de la partición de NEE. La fluorescencia de la clorofila inducida por el Sol (SIF, por sus siglas en inglés) representa un importante avance para inferir la fotosíntesis del ecosistema (GPP) mediante la cuantificación directa de la la luz emitida por las moléculas de clorofila al ser excitadas por la absorción de fotones provenientes de la luz solar. En este estudio se relacionaron datos de percepción remota de clorofila inducida por el Sol del sensor TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument, SIF-TROPOMI) con estimaciones de producción primaria bruta (GPP-EC) obtenidas con un modelo de partición de NEE, ampliamente usado en la literatura, que se basa en la relación de la Reco con la temperatura. Esto con el fin de evaluar el desempeño que tiene este modelo de partición, en ecosistemas que además de la temperatura presentan importantes controles hidrológicos. Los datos de NEE fueron obtenidos con la técnica de covarianza de vórtices en cuatro estaciones de monitoreo de la red Mexflux. Las estaciones se ubicaron en dos tipos de ecosistemas bajo condiciones climáticas y topográficas contrastantes: Manglar de franja (Navopatia, Sonora), Manglar de cuenca (Sisal, Yucatán), Selva Baja Caducifolia sobre terreno complejo (Álamos, Sonora) y Selva Baja Caducifolia costera (El Palmar, Yucatán). Los resultados muestran una estrecha relación entre GPP-EC y SIF-TROPOMI en los sitios con Selva Baja Caducifolia mientras que en los manglares se observó una correlación de débil a baja. Esto sugiere que la temperatura en las selvas bajas caducifolias ejerce un importante control sobre la respiración del ecosistema, mientras que en los manglares, los controles hidrológicos también estarían modulando la dinámica de la Reco. El presente trabajo muestra una alternativa para estimar la partición de NEE a partir de datos satelitales de SIF en ecosistemas donde su respiración esté modulada principalmente por la temperatura.

Palabras claves: *Ciclo del carbono; covarianza de vórtices; percepción remota; ecosistemas costeros; cambio climático.*

4.3. Revisión cienciométrica (1990-2022) del ciclo del carbono y los flujos de CO_2 y CH_4 de manglares

Vázquez-Benavides Judith[1]; Alvarado-Barrientos M. Susana[2,*] y Pineda-López María Del Rosario[3]

[1] Posgrado en Ecología y Biotecnología, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
[2] Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México.
[3] Centro de Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
[*]Autor por correspondencia: susana.alvarado@inecol.mx

Resumen

Los manglares son ecosistemas clave frente al cambio climático. La literatura científica al respecto ha incrementado, sin embargo, aún existen vacíos en el conocimiento sobre la dinámica del carbono, sobre todo sobre los flujos con la atmósfera. Presentamos un análisis cienciométrico del ciclo del carbono en manglares con especial interés en los flujos de CO_2 y CH_4. Los estudios revisados presentaron un incremento a partir de la introducción del término "carbono azul" y se publicaron en una alta diversidad de revistas. Entre los países donde se ubican los sitios de estudio reportados, pero no necesariamente los autores principales, China ocupa el primer lugar seguido por Indonesia, India y Australia. Latinoamérica representa sólo el 15% del total de publicaciones donde resaltan Brasil y México. A pesar de que las publicaciones sobre flujos de carbono han aumentado en los últimos años, la mayoría (68%) sigue siendo dedicada a los reservorios. De las publicaciones sobre flujos, > 60% reporta flujos con la atmósfera, donde la mayoría corresponden a flujos del suelo o agua, siendo menores los de escala de ecosistema. Además, los sitios conservados son los más estudiados. Por lo tanto, consideramos necesario incrementar los estudios de flujos tanto horizontales como verticales, en todas las escalas, pero especialmente a nivel ecosistema. Así como en variados contextos costeros con diferentes historias de perturbación y en sitios bajo restauración. Esto, dado que el conocimiento generado es crucial para la práctica de conservación y restauración de manglares y la toma de decisiones frente al cambio climático.

Palabras clave: *cambio climático; carbono azul; emisiones.*

4.4. Almacenes de carbono aéreo en manglares conservados y en restauración: Yucalpetén y Progreso, Yucatán

Us-Balam Heimi G.[2,*]; Cortés-Esquivel José L.[1,2]; Ramírez-García Silvia A.[2]; Herrera-Silveira Jorge A.[1,2,3] y Teutli-Hernández Claudia[2,4]

[1] Departamento de Recursos del Mar, Doctorado en Ciencias Marinas, CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.
[2] Laboratorio de Producción Primaria, Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.
[3] Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC), Mérida, Yucatán, México.
[4] Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México, Ucú, Yucatán.
[*] Autor para correspondencia: amy_griseldy@hotmail.com

Resumen

Los manglares representan uno de los almacenes de carbono de mayor interés en el mundo. Al ubicarse en zonas cercanas a la costa, son amenazados por deforestación y/o cambio de uso de suelo. Los manglares degradados al no contar con cobertura vegetal, pierden de manera significativa la capacidad de capturar y almacenar carbono, de ahí la importancia de conservar y restaurar. La producción de biomasa es un componente primordial para incrementar el acervo de carbono. El objetivo de este estudio fue determinar el almacén de carbono en dos sitios de manglar bajo diferentes condiciones (conservado y en restauración). Se analizaron variables estructurales y parámetros fisicoquímicos. Se observó que Progreso tiene la mayor densidad de individuos en manglar restaurado con 19,266 ± 1,603 ind. ha^{-1} y la menor densidad se registró en el sitio conservado de Yucalpetén con 5000 ± 3553 ind. ha^{-1}. En el caso del carbono aéreo, Progreso presenta el mayor almacén con 38 ± 13 Mg C ha^{-1} en manglar conservado con respecto a Yucalpetén que tiene 25 ± 5.8 Mg C ha^{-1}, en ambos casos, los manglares en restauración almacenan aproximadamente una tercera parte del carbono aéreo en comparación con manglares conservados. Se concluye que Progreso presenta mayor altura, DAP y densidad, lo que se refleja en los almacenes de carbono, con respecto a Yucalpetén. Los almacenes de carbono son un indicador de que las acciones de restauración tienen un efecto positivo en el desarrollo de la vegetación, reflejándose en mayor almacén de carbono aéreo.

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

4.5. Carbono almacenado en raíces de manglares áridos y semiáridos del noroeste de México

Sauceda-Montijo T.[1,*]; Sánchez-Mejía Z.[1]; Leyva G.[2]; Suarez G.[1] y Torres Jony[3,*]

[1] Instituto Tecnológico de Sonora
[2] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. (CIAD)
[3] Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui
[*] Autor de correspondencia: trinidad.sauceda248589@potros.itson.edu.mx; jtorres.velazquez@itvy.edu.mx

Resumen

Los ecosistemas de manglar reconocidos por su acción para mitigar el contenido de CO2 atmosférico, representan un reto prioritario de conservación y conocimiento. El carbono (C) almacenado en raíces es un componente poco estudiado en los manglares del noroeste de México. En esta investigación se aborda el estudio de los patrones de distribución del almacenamiento de carbono de las raíces de los manglares a lo largo de la costa de Sonora. Se utilizó un diseño sistemático por bloques en donde se tomaron núcleos por duplicado en cada unidad de monitoreo a diferentes profundidades. Los sitios con mayor almacén de carbono en raíces fueron La Cruz (3.14 Mg C ha^{-1}) y Bahía del Tobari (3.04 Mg C ha^{-1}), y la clase diamétrica con el mayor aporte fueron raíces gruesas. Finalmente, no se observó un gradiente de en cuanto al contenido de C con respecto a la latitud.

Palabras clave: *Carbono Azul, Soluciones Naturales Climáticas, costa Sonorense, Golfo de California.*

4.6. Temperatura satelital como proxy para el cálculo de omega aragonita en Bahia de los Ángeles.

Martínez-Fuentes Luz M.[1b]; Norzagaray-López Orión[1a,*]; Hernández-Ayón Martín[1a]; Santamaría-del-Ángel Eduardo[1b]; González-Silveira Adriana[1b]; Solana-Arellano Ma. Elena[2] y Zirino Weiss Alberto[3].

[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] Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.
[3] Scripps Institution of Oceanography, 9500, Gilman Drive, La Jolla, CA. 92093.
[*]Autor para correspondencia: orion.norzagaray@uabc.edu.mx

Resumen

La superficie del océano absorbe aproximadamente un tercio del exceso de CO_2 gas liberado a la atmósfera por causas antropogénicas, una consecuencia directa es la disminución del pH y de omega aragonita en la superficie del mar, o acidificación del océano (AO). En Bahía de los Ángeles, B.C. (BLA) habita el coral *Porites panamensis*; el sistema del CO_2 en BLA es controlado por la dinámica estacional del Canal de Ballenas (CB): mezcla vertical acarreando a superficie agua profunda con bajo estado de saturacion del aragonita (Ω_{ara}) y pH. Valores bajos de Ω_{ara} y pH tienen repercusiones negativas en la estructura morfológica de los corales. Los trabajos que han utilizado la temperatura derivada de sensores remotos como proxy para calcular variables del sistema de CO_2, se han enfocado en la región de las Grandes Islas y el Canal de Ballenas. El propósito de este trabajo es utilizar la temperatura satelital (SST_{sat}) como proxy para estimar el Ω_{ara}, como una herramienta para el monitoreo de la zona costera. Para esto, se recolectó agua de mar mensualmente en tres estaciones entre junio de 2017 y octubre de 2019. A las muestras se les midió la salinidad, temperatura ($Tem_{in\ situ}$), concentración de carbono y alcalinidad totales ($\pm 3 \mu mol\ kg^{-1}$) y se calculó el pH_{Tot} y Ω_{ara}. Se observó una buena correspondencia entre datos de $Tem_{in\ situ}$ y los datos de SST_{sat}, así mismo, las relaciones empíricas de Ω_{ara} vs $Tem_{in\ situ}$ ($r_{pearson}$=0.94; error asociado= 0.051) y Ω_{ara} vs SST_{sat} muestran una buena correspondencia para el cálculo de Ω_{ara} .

Palabras clave: *Variabilidad estacional; estado de saturación de aragonita; sensores remotos; acidificación.*

4.7. Almacenes de carbono y potencial de captura en un área de manglar degrado en Xcalak

Cisneros-de-la-Cruz Diana J.[1,*]; Huechacona-Ruíz Helena[1]; Cinco-Castro Siuling[1]; Pérez-Martínez Oscar J.[1]; Us-Balam Heimi G.[1]; Pech-Poot Eunice[1] y Herrera-Silveira Jorge[1]

[1] Laboratorio de Producción Primara, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida. Carr. Mérida - Progreso, Loma Bonita, 97205 Mérida, Yuc.
*Autor de correspondencia: cisnerosdelacruzdiana@hotmail.com

Resumen

Los manglares representan uno de los almacenes más importantes de carbono en el mundo, almacenando hasta 5 veces más carbono que otros bosques. Sin embargo, su degradación implica la liberación de grandes cantidades de CO_2. Por lo tanto, su conservación y restauración son consideradas una solución basada en la naturaleza que contribuye a la mitigación de los efectos del cambio climático. El Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX) es un Área Natural Protegida de gran interés debido a su alta diversidad biológica y conectividad de los ecosistemas que la conforman, entre ellos los manglares. Sin embargo, en el PNAX hay extensas áreas de manglar degradado debido a la construcción de la carretera que altero la hidrología causando la muerte del manglar. La restauración de estas áreas puede contribuir a la disminución de la vulnerabilidad de las comunidades. El objetivo de este trabajo fue estimar los almacenes de carbono en un sitio degradado como línea base y estimar su potencial de mitigación en las áreas de influencia del PNAX. El área de estudio tuvo un promedio de 119.4 ± 31.4 Mg C ha^{-1}. Los manglares degradados almacenan 27.3 ± 6.4 Mg C ha^{-1}, una treceava parte del almacén de C en los manglares conservados. La restauración de manglares degradados del área de estudio podría contribuir a la remoción de emisiones por captura de carbono aéreo y subterráneo de ~22,506 toneladas CO2e en los primeros 10 años de implementación de acciones de restauración.

Palabras clave: *Mitigación; captura de carbono; restauración ecológica; solución basada en naturaleza.*

4.8. Reducción de los almacenes de carbono en pastos marinos de una zona impactada del caribe mexicano

Cota-Lucero Tania C.[1,*]; García-Trasviña José A.[1]; Martínez-Mendoza Juan E.[1]; Medina-Euan Daniela G.[1]; Ramírez-Ramírez Javier[1] y Herrera-Silveira Jorge A.[1]

[1] Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Mérida, Yucatán.

[*] Autor de correspondencia: tania.cota@cinvestav.mx

Resumen

Las actividades antropogénicas son la principal amenaza para los ecosistemas costeros ya que ocasionan el deterioro del estado de salud de los pastos marinos, así como disminución de su productividad primaria, lo que se traduce como la pérdida de los servicios ecosistémicos principalmente el almacenamiento de carbono orgánico en la biomasa (C_{bio}) de las praderas marinas. Sin embargo, pocos estudios han evaluado la variabilidad temporal en los almacenes de carbono de sitios con alto desarrollo costero. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar la variabilidad temporal de los almacenes de carbono en biomasa de los pastos marinos, ubicados en Punta Nizuc, Quintana Roo, una localidad con alto impacto antrópico. En Punta Nizuc, los almacenes de C_{bio} de estas praderas submarinas han disminuido de 2005 a 2010 con un valor medio de 1.21 y 0.31 Mg C ha^{-1}, respectivamente. Esta variabilidad en los almacenes de C_{bio} indican que las condiciones de calidad del agua y la salud de las praderas submarinas no están favoreciendo la productividad de los pastos marinos en la zona de estudio. Se sugiere un muestreo robusto y establecer un diagnóstico actual de las condiciones de la calidad de agua y los pastos marinos de Punta Nizuc, esto permitirá establecer acciones inmediatas en las estrategias de mitigación contra el cambio climático ya que, la localidad es un sitio con alto impacto antrópico sobre las praderas de pastos marinos

Palabras clave: *carbono; pastos marinos; impactos; productividad; cambio climático.*

4.9. Carbono orgánico en sedimentos de pastizales marinos en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

Sánchez-Rojas Melisa A.[1]; Ruiz-Fernández Ana C.[2,*]; Van-Tussenbroek Brigitta I.[3]; Cardoso-Mohedano José G.[4]; Flores-de-Santiago Francisco J.[5] y Sandoval-Gil Jose M.[6]

[1] Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México C.P. 04510 Ciudad Universitaria, Coyoacán, Cd. México, México
[2] Unidad Académica Mazatlán, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 82040 Mazatlán, Sinaloa, México
[3] Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 77580 Puerto Morelos, Quintana Roo, México
[4] Estación el Carmen, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 24157, Ciudad del Carmen, Campeche, México
[5] Unidad Académica Procesos Oceánicos y Costeros, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Cd. México, México
[6] Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México.

[*]Autor de correspondencia: caro@ola.icmyl.unam.mx

Resumen

En los últimos años el cambio de uso de suelo y otras manifestaciones del cambio global, como las arribazones de sargazo, han provocado la disminución de las extensiones de los pastizales marinos a nivel mundial, y la pérdida de carbono orgánico (C_{org}) previamente almacenado, cuya exposición a condiciones óxicas, favorece la liberación de CO_2, el principal gas de efecto invernadero. Se reconstruyó la variación espacial y temporal (últimos 60 años) de las tasas de enterramiento e inventarios de C_{org} en sedimentos de pastizales marinos frente a zonas afectadas por arribazones de sargazo, dentro del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM), Quintana Roo, mediante el estudio de núcleos sedimentarios fechados con ^{210}Pb. En los registros se observaron máximos de las tasas de acumulación másica (TAM) en 2015 y 2018, atribuidos al incremento de la erosión en los alrededores debido a: (1) la pérdida de pastizales marinos frente a los sitios donde se extrajeron los núcleos estudiados, como consecuencia de las mareas marrones de sargazo; (2) la socavación por el choque de las olas con las masas de sargazo acumuladas en la playa; (3) y la remoción de arena en las playas de la región, debido a la ineficiente limpieza del sargazo. Las tasas de enterramiento de C_{org} en los registros estudiados fueron relativamente altas (11.4 – 133.0 g m^{-2} $año^{-1}$) en comparación con las reportadas para sedimentos de pastizales marinos, probablemente debido a los elevados valores de TAM y la dominancia de las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, que además de ser altamente productivas, su alta biomasa favorece la captura de sedimentos finos ricos en C_{org} alóctono. Los máximos de las tasas de enterramiento de C_{org} coincidieron con los de TAM registrados en 2015 y 2018, que podrían atribuirse a las mareas marrones de sargazo en Puerto Morelos. Los inventarios de C_{org} se mantuvieron constantes a lo largo del tiempo en los diferentes sitios de muestreo. Los promedios de los inventarios de C_{org} a 30 cm de profundidad (desde 15.9 ± 3 a 24.8 ± 4 Mg ha^{-1}) fueron comparables con los reportados previamente para sedimentos de pastizales marinos dentro del PNAPM.

Palabras clave: *fechado con ^{210}Pb; tasas de enterramiento de C_{org}; inventarios de C_{org}; Thalassia testudinum; sargazo.*

4.10. Estimación del carbono azul secuestrado por una pradera de *Zostera marina* en el estero de Punta Banda B.C. México

Martagón-Domínguez Juan M.[1,*]; Solana-Arellano Ma. Elena[1] y Hinojosa-Corona Alejandro[2]

[1] Departamento de Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana-Ensenada No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada, Baja California, México.
[2] Departamento de Geología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana-Ensenada No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada, Baja California, México
* Autor de correspondencia: jmmartagond@gmail.com

Resumen

Las praderas de pastos marinos son consideradas como ecosistemas costeros que ofrecen valiosos servicios ecosistémicos, como es el secuestro de carbono orgánico (CO) en sus suelos, mejor conocido como carbono azul. Sin embargo, existen pocos registros de su distribución espacial, así como de su capacidad de almacenamiento de carbono, especialmente en la península de Baja California. En este trabajo se estimó la distribución espacial de *Zostera marina* en el Estero de Punta Banda (EPB), Baja California, México, así como la variabilidad del CO en el sustrato. Empleando técnicas de percepción remota, con el objeto de estimar la cobertura del pasto marino en la zona intermareal y submareal somera del EPB, se compiló una colección de imágenes de alta resolución espacial, consistente de cuatro levantamientos aéreos por dron con cámaras infrarrojas y 7 imágenes satelitales de la constelación PlanetScope, tomadas durante mareas bajas entre los años 2021 y 2022. Usando técnicas de perdida por calcinación en conjunto con análisis elemental, se analizó el CO contenido en núcleos de sustrato de 50 cm de profundidad recolectados en zonas vegetadas y no vegetadas por pasto marino del intermareal. Se encontró que el sustrato vegetado por *Zostera marina* secuestra estadísticamente más carbono orgánico respecto al sustrato no vegetado. Al analizar el perfil de CO de la columna de sustrato vegetado, se observó que hay un ingreso neto de carbono orgánico en las zonas vegetadas, lo cual resalta la importancia de monitorear y conservar las praderas de *Zostera marina*.

Palabras clave: *Estero Punta Banda; Zostera marina; carbono azul; percepción remota; humedal Ramsar.*

4.11. Tendencias globales de la investigación sobre carbono azul en manglares: Un análisis bibliométrico (1986-2023)

Hernández-Hernández Eliseo[1,*]; Valdés-Velarde Eduardo[1]; Ugalde-Lezama Saúl[2]; Márquez-Berber Sergio R.[1] y Ávila-Flores Giovanni[3]

[1] Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco km 38.5, Chapingo, C. P. 56230, Estado de México, México.
[2] Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco km 38.5, Chapingo, C. P. 56230, Estado de México, México.
[3] Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Ciudad Universitaria km 5.5 Carr. al Sur, C. P. 23080, La Paz, Baja California Sur.
[*]Autor para correspondencia: e.hernandez.hd@gmail.com

Resumen

Los manglares han despertado el interés mundial por su contribución a la mitigación del cambio climático como ecosistemas de carbono azul. Por tal motivo, la investigación científica ha incrementado rápidamente en las últimas décadas, abordando una amplia gama de objetivos. El presente estudio tuvo como propósito analizar la literatura científica global existente a través del análisis bibliométrico para revelar los temas centrales y las tendencias de investigación sobre carbono azul en manglares. Se realizó una búsqueda avanzada de artículos científicos con operadores booleanos en la base de datos Scopus para el periodo 1986-2023. Los 1281 artículos encontrados se analizaron usando el paquete bibliometrix en R studio y el software VOSviewer. Los resultados de un total de 94 países y 4602 autores indicaron que la investigación sobre carbono en manglares mostró un crecimiento exponencial (R^2= 0.99). El país y el autor más activos fueron Estados Unidos de América y Lovelock, C. E., respectivamente. El artículo más citado fue "Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests" y la revista más productiva fue "Science of The Total Environment". El análisis de co-ocurrencia de la red indicó cuatro áreas de trabajo en las que se han centrado las investigaciones: 1) secuestro de carbono en biomasa y suelo, 2) sedimentos, 3) dinámica del carbono y 4) cambio climático e impacto antropogénico. La visualización superpuesta de la red de co-ocurrencia mostró que temas relacionados con el almacenamiento de carbono, cambio climático, eutroficación, teledetección, restauración y conservación son de interés actual para la comunidad científica. Estos hallazgos proporcionan una hoja de ruta para orientar oportunamente esfuerzos y presupuestos para la investigación científica futura que permita la conservación y el manejo sostenible de los manglares.

Palabras clave: *bibliometría; secuestro de carbono; cambio climático.*

4.12. Cuantificación del almacén de carbono en sedimento de la Ciénega de Santa Clara, Sonora

Sánchez-Mejía Zulia M.[1,*]; Carrera Edgar[2]; Paiz Yves[2] y Yépez Enrico[1]

[1] Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 sur Col. Centro CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora
[2] The Nature Conservancy – México
[*]Autor para correspondencia: zulia.sanchez@itson.edu.mx

Resumen

El Área Natural Protegida (ANP) Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado fue declarada en junio de 1993 (DOF, 1993) para la conservación de ecosistemas críticos en el noroeste de México. En esta ANP se encuentra la Ciénega de Santa Clara (CSC), ubicada en la porción intermedia-baja y Este del Delta del río Colorado. La principal cobertura vegetal es un humedal reconocido por la Convención de Ramsar (sitio 814), es el más grande del desierto de Sonora (Glenn et al., 1992; Zengel et al., 1995). En dicho humedal la especie dominante es *tule* (*Typha domingensis),* con un área aproximada de 5600 ha. En México, la investigación enfocada al ciclo del carbono (almacenes y flujos) en humedales de agua dulce a salobre donde domina el tule aún son escasas (Hernández-Alarcón & Moreno-Casasola, 2018). La mayoría de los estudios se han realizado en el sur de México (Hernández-Alarcón et al., 2019). Derivado de ello se realizó una investigación para caracterizar el contenido de carbono en sedimento de la CSC. Se realizó un diseño experimental estratificado con 4 regiones de muestreo trazando un transecto del tular hacia la zona de transición, en donde se detectó carrizo, pino salado, pasto salado y suelo desnudo. Cabe destacar que en la parte baja de la CSC se encontró una sección con el pasto marino cola de mapache (Ruppia sp). Se utilizaron nucleadores de media luna a un metro de profundidad y se extrajeron muestras con tubo falcon (50 ml). Las muestras se procesaron en laboratorio siguiendo el protocolo de Carbono Azul (Howard et al., 2014). El almacén de carbono orgánico en sedimento de la marisma salobre dominada por *tule* es de 132.7 ± 38 Mg C ha^{-1}, sin embargo, se detectó que los parches de carrizo contienen mayor carbono almacenado en sedimento (204 ± 41 $MgCha^{-1}$), esto está relacionado a la ubicación de este ecotipo en la CSC.

Palabras Clave: *marisma; carbono azul; Delta del Río Colorado.*

Sección 5

Ecosistemas Marinos

5.1. El secuestro de carbono en los océanos y el papel de la bioluminescencia de las bacterias heterotróficas marinas

Rodríguez-Escobar Diana[1,*]; Almeda-Jauregui Cesar O.[1] y Maske Helmut[1]

[1] CICESE/Oceanografía Biológica. Carretera Tijuana-Ensenada No. 3918 Fraccionamiento Zona Playitas Ensenada, Baja California, México, CP 22860
*Autor de correspondencia: diana-rdgz@cicese.edu.mx

Resumen

El océano secuestra ¼ de CO_2 antropogénico usando las bombas químicas, de gravedad, de migración vertical de organismos y la bomba microbiana. La hipótesis del "desvío por bioluminiscencia" (DBL) (Bioluminescent shunt, ing), se basa en la emisión de luz por la mitad de las bacterias heterotróficas marinas de vida libre, las no-simbiontes, que tienen la capacidad de producir bioluminiscencia. En las profundidades oceánicas, gran parte de las bacterias se encuentran asociadas con partículas orgánicas y la bioluminiscencia de estas bacterias provoca un resplandor en dichas partículas. Este resplandor hace que las partículas sean más visibles para los consumidores tróficos superiores, lo que aumenta la eficiencia en la transferencia de materia orgánica no viva a los depredadores. Para las bacterias, esto resulta ventajoso ya que el pastoreo por los consumidores traslada a las bacterias desde el entorno oligotrófico oceánico hacia el entorno copiotrófico en los intestinos de sus depredadores. DBL hipotetiza que las bacterias luminiscentes logran acelerar la mineralización de la materia orgánica, reduciendo la profundidad de remineralización con implicaciones significativas en la circulación del carbono, al acelerar el retorno del CO_2 producido hacia la superficie y la atmósfera. El propósito de este estudio es presentar la hipótesis del DBL y su posible impacto en el ciclo del carbono, y hablar del control de la bioluminiscencia de bacterias heterotróficas como concentración de oxígeno (controla la reacción de bioluminiscencia y la respiración aeróbica para la producción de ATP), y el quorum sensing, que regula la dinámica de emisión lumínica.

Palabras clave: *Bacterias bioluminiscentes heterotróficas; desvío de carbono; ciclo del carbono.*

5.2. Variabilidad espacial de variables del sistema del CO_2 durante eventos interanuales en la región norteña de Baja California

Oliva- Méndez Norma L.[1,*]; Hernández-Ayón José M.[2]; Valencia-Gasti Augusto[2]; Simone R. Alin[3] y Feely Richard A.[3]

[1] Posgrado en Oceanografía Costera, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fracc. Playitas, Ensenada, Baja California, C.P. 22860

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

3 Pacific Marine Environmental Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle, Washington, USA.

[*]Autor para correspondencia: norma.oliva@uabc.edu.mx

Resumen

En el Pacífico Norte se presentan variaciones en la profundidad de las isopicnas durante eventos interanuales que influyen en las características biogeoquímicas de la columna de agua y en el horizonte de saturación del aragonita (ZΩa). Bajo este escenario, en regiones de surgencias costeras, el agua con valores de Ωa < 1 puede transportarse con mayor frecuencia hacia la superficie debido y generar condiciones no adecuadas para el desarrollo de los organismos calcificadores. Adicionalmente, en aguas del sur de la Corriente de California se ha observado variaciones en la profundidad de las isopicnas en función de la proporción de masas de agua presentes en la columna de agua lo que contribuye tambien en variaciones biogeoquímicas. El objetivo de este trabajo es analizar la variabilidad espacial y temporal de ZΩa para identificar la posible influencia de eventos interanuales en la región norteña de Baja California. En este análisis se analizaron datos que se obtuvieron en 52 cruceros oceanográficos que se realizaron durante 1998-2016. En este estudio se encontró que durante períodos de surgencias en condiciones de El Niño la profundidad del ZΩa en fue de ~180 m y valores sobresaturados de aragonita (Ωa) dominan en la columna de agua. Mientras que, durante condiciones La Niña la profundidad del ZΩa puede ser hasta 180 m y valores de Ωa ~1 se puede encontrar a menor profundidad cerca de la costa (90 ± 29 m). Se propone que condiciones de surgencias en combinación con eventos interanuales pueden modular las proporciones de las masas de agua en el área de estudio y modificar la profundidad de ZΩa. Por ejemplo, el ZΩa se encontró menos profundo cuando agua de origen ártico ocupa la columna de agua superior durante La Niña; y más profundo durante el Niño cuando predomina ecuatorial domina la región.

Palabras clave: *surgencia; horizonte de saturación; El Niño; variabilidad.*

5.3. Estimación nanoscópica de la respiración del procarioplancton y su impacto en el ciclo del carbono

Villegas-Mendoza Josué[1,*]; Maske-Rubach Helmut[2]; Cajal-Medrano Ramón[2]; Guerrero-Cárdenas Adán[3] y Tiznado-Ramos Fernando[1]

[1].Facultad de Ciencias Marinas. UABC, Carretera Tijuana-Ensenada km 106, Ensenada, Baja California, CP 22860, México
[2]CICESE, Carretera Tijuana-Ensenada No. 3918, Ensenada, Baja California, CP 22860, México
[3] LNMA, IBT, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, Morelos, CP 62210, México.

[*] Autor para correspondencia: jvillegas18@uabc.edu.mx

Resumen

La correcta comprensión de las tasas respiratorias del procarioplancton marino es fundamental para entender los flujos y el secuestro del carbono en el océano. Estas tasas influyen en el transporte, almacenamiento y consumo del carbono en los océanos, en el ciclo global del mismo y directamente en la atmósfera. A pesar de su relevancia, hay escasos datos sobre estas tasas debido a problemas metodológicos. Esta investigación presenta una nueva aproximación con resolución espacial nanoscópica que facilita la estimación de la respiración en sistemas oceánicos y elimina la necesidad de mediciones directas extensas de las tasas de producción de INT-formazano. Esta metodología es especialmente útil en ambientes desafiantes, como zonas de mínimo oxígeno o regiones oligotróficas. Nuestros hallazgos previos indicaron que ciertos compuestos afectan la actividad respiratoria, y su manifestación en células puede ser observada mediante microscopía de fluorescencia. El objetivo principal es analizar la relación entre estos compuestos y el consumo de oxígeno en distintas condiciones metabólicas. Vamos a discutir cómo este nuevo método puede comprobar y cuantificar diferentes partes de las bombas de carbono y evaluar el papel del procarioplancton.

Palabras clave: *Procarioplancton; Respiración; Ciclo del carbono; Nanoscopía.*

5.4. Estudio prospectivo del uso de la salinidad satelital superficial del mar en el golfo de California

Flores-Trejo Lorena[1,2,*]**;** Hernández-Ayón José M.[1]; Coronado-Álvarez Luz de Lourdes A.[1]; Espinosa-Carreón Teresa L.[3] y Norzagaray-López Carlos O.[1]

[1] Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México.
[2] Doctorado en Oceanografía Costera. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
[3] Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joachín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.
* Autor de correspondencia: lorenaflorestrejo@gmail.com

Resumen

Se realizó un estudio prospectivo del uso de las imágenes satelitales de salinidad superficial en el golfo de California para el periodo 2011-2021. Se validó la salinidad satelital del Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) de la European Space Agency (ESA) (por sus siglas en inglés), con el uso de datos climatológicos obtenidos del World Ocean Atlas 2018 (WOA18). El análisis de validación se realizó al calcular el error y la dispersión de los datos por latitud, al seguir el gradiente de salinidad reportado en el golfo. Posteriormente, se analizó la estacionalidad de las masas de agua climatológicas del WOA18 y se comparó con las calculadas a partir de la salinidad satelital. El error promedio reportado en los datos de salinidad satelital fue de ±0.35, se consideró un valor aceptable. La estacionalidad de las masas de agua superficiales climatológicas del WOA18 (ATS, AGC) entre los 23°- 26° de latitud norte fueron consistentes a los calculados con las imágenes satelitales. Sin embargo, se logró observar en la Región de las Grandes Islas (RGI) el ASsSt en los meses de enero a marzo. Además, se detalló de forma mensual la dinámica de las masas de agua, lo que permitió definir tres épocas en el GC: fría (diciembre-abril), transición (mayo-junio y noviembre), y, por último, cálida (julio-octubre).

Palabras clave: *Salinidad Satelital SMOS; Climatología WOA18; Golfo de California; masas de agua; validación.*

5.5. Flujos de CO_2 océano-atmósfera durante las temporadas de post-tehuano y tehuano en Bahías de Huatulco, Oaxaca, México

García-Burciaga Hugo O.[1]; Chapa-Balcorta Cecilia[2,*]; Hernández-Ayón José M.[4]; López-Serrano Antonio[2] y Leal-Acosta María L.[3]

[1]Carrera de Biología Marina. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. C.P. 70902
[2]Instituto de Recursos.Universidad del Mar Campus Puerto Ángel, Ciudad Universitaria S/N, CP 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México.
[3]Instituto de Industrias Universidad del Mar Campus Puerto Ángel, Ciudad Universitaria S/N, CP 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México.
[4]Instituto de Investigaciones Oceanológicas Universidad Autónoma de Baja California. Km. 104 Tij-Ens. Ensenada Baja California.
*Autor para correspondencia: cecychb@angel.umar.mx

Resumen

En este trabajo se reportan los flujos de CO_2 (FCO_2) océano-atmósfera en Bahías de Huatulco (BH) durante las temporadas de post-tehuano (abril) y vientos tehuanos (noviembre) en 2017. Se colectaron muestras de agua a lo largo de un transecto perpendicular a la costa. Se analizaron en el laboratorio el carbono inorgánico disuelto (CID) y la alcalinidad total (AT) y se calcularon la presión parcial del CO_2 (pCO_2) y los FCO_2. Para ello se evaluaron las condiciones del viento en el Golfo de Tehuantepec. Los resultados muestran que BH fue una fuente de CO_2 en ambas temporadas (FCO_2 promedio$_{(abril)}$= +0.74 mmol m^{-2} d^{-1} y FCO_2 promedio$_{(noviembre)}$= +11.8 mmol m^{-2} d^{-1}). Esta fuente de CO_2 está relacionada al acercamiento de la masa de Agua Subsuperficial Subtropical (ASsSt) a las costas de BH en las temporadas de abril y noviembre que enriquece la costa con CID y pCO_2. A pesar de que la ΔpCO_2 fue similar en ambos muestreos el FCO_2 fue mayor durante noviembre y menor en abril. Esto se atribuyó a una mayor turbulencia en la columna de agua por los intensos vientos tehuanos en noviembre los cuales facilitan el intercambio gaseoso de CO_2 y amplifican el FCO_2, mientras que en abril el FCO_2 está en función de la cantidad de CID que hay en el océano.

Palabras clave: *Sistema de carbonatos; Golfo de Tehuantepec; Agua Subsuperficial Subtropical; vientos tehuanos.*

5.6. Estudios de los cambios estacionales de la salinidad superficial en el Pacífico mexicano mediante el uso de información satelital

Coronado-Álvarez Luz de Lourdes A.[1,*]; Hernández-Ayón J. Martín[1]; Norzagary-López C. Orión[1] y Espinosa-Carrón T. Leticia[2]

[1] Instituto de Invcestigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California.
[2] Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR- SINALOA, Guasave, Sinaloa, México.
[*]Autor para correspondencia: luz.coronado@uabc.edu.mx

Resumen

El uso de información satelital de acceso libre y a costo bajo es una herramienta potencial para la descripción de las variaciones latitudinales de tmperatura y salinidad superficial del mar a través del tiempo. A su vez, estas variables pueden utilizarse como trazadores y con ello, tener una visión más amplia de la dinámica oceanogrzáfica. Por lo que se estudió la variacieon estacional de la temperatura superficial del mar (TSM) y salinidad (SSS), del 2002-2021 y 2011-2021, respectivamente con imágnes diarias de 4x4 km y 25x25 km, correspondientemente en el pacífico frente a México (PM). Con esta información se hicieron los promedios climatológicos estacionales de cada una de las variables. Posteriormente ,se describió la dinámica de éstas en el periodo de estudio; donde se regionalizó el PM en dos áreas con base a los cambios latitudinales de TSM y SSS y por ende, la influencia de las masas de agua presentes. Por un lado agua del subático enfrente de la penísnula de Baja California (Región I), una zona de transición entre Cabo Corrientes y Cabo San Lucas, que forma parte de la Región II, donde el agua tropical superficial predomina. El uso de datos satelitales aolicado a otras línas de inverstigación es un área de oportunidad para el desarrollo de algoritmos empíricos para la estimación de otros parámetros como la alcalindad total, que está correlacionada y así discenir lois procesos que la afectan en aras de contriobuir al conocmiento en el marco de los problemas ambientales que aquejan en la actualidad como la acdiificación del océano y cambio climático.

Palabras clave: *Datos satelitales; estacionalidad; pacífico mexicano; salinidad; variabilidad.*

5.7. Estacionalidad en los FCO_2 en la región de las grandes islas del Golfo de California

Paredes-Hernández Jonathan D.[1,*]; Hernández-Ayón José M.[2]; Coronado-Álvarez Luz L. A.[2] y Norzagaray-López Carlos O.[2]

[1] Posgrado en oceanografía costera, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fracc. Playitas, Ensenada, Baja California, C.P. 22860
[2] Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fracc. Playitas, Ensenada, Baja California, C.P. 22860
[*]Autor para correspondencia: David.peredes@uabc.edu.mx

Resumen

El océano es considerado como un gran sumidero de CO_2. Bajo este esquema, es por tanto de gran interés dilucidar los procesos de mesoescala y submesoescala que influyen en la red de cambios espacio-temporales a los que se ve expuesto el sistema del CO_2 en los mares mexicanos. El objetivo del trabajo es comprender el efecto de la estacionalidad en los flujos de CO_2 en la región de las grandes islas (RGI) del Golfo de California. Para llevar acabo esto, se emplearon los datos copilados durante tres campañas oceanográficas en la región de umbrales. Históricamente se ha estipulado que la RGI es una fuente continua de CO_2 hacia la atmósfera. Los resultados obtenidos en este trabajo señalan que, si bien la región es una fuente de CO_2, dicho estado no es permanente durante todas las épocas del año. En este trabajo se observó un marcado efecto estacional en las variables del sistema del CO_2 y en los FCO_2. Los flujos de CO_2 presentaron un comportamiento estacional, encontrando que los flujos más altos fueron durante el invierno, época en la cual la presencia de ASsSt fue mayor en superficie y con la $pCO_{2(mar)}$ mayor. Hacia el verano, las magnitudes del flujo disminuyeron. La región fue fuente durante el invierno, presentando flujos máximos de 9.6 mmol $Cm^{-2}d^{-1}$ y mínimos de 6 mmol $Cm^{-2}d^{-1}$ a lo largo de toda la región de estudio. En primavera y verano, la región presento zonas en equilibrio y zonas fuentes con 1-2 mmol $Cm^{-2}d^{-1}$.

Palabras clave: *pCO_2*; *Química del CO_2*

5.8. Secuestro de carbono en el frente de Ensenada: Implicaciones de la producción primaria en el sistema de la Corriente de California

Gómez-Ocampo Eliana[1,*]; Baumgartner Timothy[2]; Velásquez-Aristizábal Jorge[1,3] y Miranda-Bojórquez Luis E.[2]

[1] Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada No. 3917, Zona Playitas, Ensenada 22860, México.
[2] Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada 22860, México.
[3] Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada No 3917, CP 22860, Ensenada, Baja California, México.
[*]Autor principal por correspondencia: eliana.gomez.ocampo@uabc.edu.mx

Resumen

Los océanos desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono global, siendo el fitoplancton un agente principal en el secuestro de carbono atmosférico a través de la fotosíntesis. En este contexto, comprender las dinámicas del frente de Ensenada en el Sistema de Corriente de California es esencial para evaluar el potencial de absorción y secuestro del carbono marino. El estudio se localiza en el frente de Ensenada en donde se examinan variables oceanográficas claves, como la concentración de clorofila y la temperatura superficial del mar. Estas variables están relacionadas con la producción primaria del océano. La presencia de zonas con alta concentración de clorofila indica áreas de alta biomasa fitoplanctónica. Los resultados mostraron variabilidades en estas condiciones, con la presencia de episodios cálidos y fríos. La comprensión de estos patrones es fundamental para evaluar el potencial de secuestro de carbono de la región en tanto que, durante periodos donde la producción primaria es alta, es probable que el secuestro de carbono también se intensifique.

Palabras clave: *Secuestro de carbono; Frente de Ensenada; Producción primaria; Fitoplancton; Sistema de Corriente de California.*

5.9. Anomalías en la temperatura superficial del mar en la Bahía de Todos Santos: Implicaciones para el secuestro de carbono en sistemas oceánicos

González-Davalos Perla[1,*]; Gómez-Ocampo Eliana[1]; Ruiz-De la Torre Mary Carmen[1] y Villegas-Mendoza Josué[1]

[1]Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Licenciatura en Oceanología.
*Autor para correspondencia: perla.gonzalez.davalos@uabc.edu.mx

Resumen

La Bahía de Todos Santos (BTS) está bajo la influencia de la Corriente de California (CC), una corriente importante para el secuestro de carbono en sistemas oceánicos. Durante 2017-2022, se detectaron anomalías en la temperatura superficial del mar (TSMa) en la BTS. Estas anomalías, particularmente el aumento de hasta 2.5ºC, coincidieron con fases negativas de índices climáticos como el NPGO, indicando una reducción en la intensidad de la CC y las surgencias costeras. Esta reducción limita la entrada de agua subártica fría y rica en nutrientes, esenciales para el secuestro eficiente de carbono. Adicionalmente, la disminución en los índices de surgencia (BAKUN y BEUTI) sugiere una menor intensidad del viento y disponibilidad de nutrientes entre 2017 y 2021. La dominancia, en ciertos meses de grupos como los dinoflagelados, típicos de aguas cálidas, resalta este cambio de condiciones. Es crucial destacar que estas alteraciones en las condiciones marinas pueden impactar directamente en la capacidad del océano para secuestrar carbono, dada la correlación entre producción biológica y captura de carbono. Las fluctuaciones observadas en estos índices y en la producción biológica de la BTS sugieren posibles cambios en el rol de esta región en el secuestro global de carbono.

Palabras clave: *Bahía de Todos Santos (BTS); Temperatura superficial del mar (TSMa); Corriente de California (CC); secuestro de carbono; anomalías climáticas.*

5.10. Abundancias relativas de pterópodos con procesos de acidificación en el Golfo de Tehuantepec 2021

Arévalo-Bonilla Alejandro A.[1]; Chapa-Balcorta C.[2,*]; López-Serrano A.[2]; García-Burciaga H. O.[2] y Martínez-Magaña V. H[3].

[1] Posgrado en Ecología Marina, Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, Oax., México C.P. 70902
[2] Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, Oax., México C.P. 70902
[3] Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) Av. México 190, Del Carmen, Coyoacán, 04110 Ciudad de México, CDMX
*Autor para correspondencia: cecilia_chapa@aulavirtual.umar.mx

Resumen

Para el Golfo de Tehuantepec que se considera laboratorio natural para el estudio de la acidificación del océano, debido a la influencia del viento del Norte llamados "Tehuanos" que causan un afloramiento del agua StSsW, cambiando los valores de pH y DIC de la masa de agua STW. Esto provoca que la abundancia relativa de los pterópodos disminuya en condiciones de acidificación (menores a valores de pH de 7.9) Se utilizaron las muestras de la campaña oceanográfica (JCFINP/21-03) Se uso el método descrito por Dickson en el 2007 para obtener el pH y la AT, esto para poder calcular la omega aragonita y omega calcita con ayuda de CO_2Sy, encontrando valores de pH entre 7.7-7.9, DIC 2275 µmol Kg^{-1}, omega aragonita de entre 1 a 2.5 y omega calcita de entre 2-3.8

Palabras Clave: *DIC; pH_T; Tehuanos; Oaxaca, zooplancton.*

5.11. Distribución vertical de tres variables del sistema de carbonatos cercanas al núcleo de la zona de mínimo de oxígeno en México

De la Cruz-Ruiz A. Itahi[1,*]; Espinosa-Carreón T. Leticia[2]; Chapa-Balcorta Cecilia[3] y Martínez-Magaña Víctor H.[4]

1 Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joachín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.
2 Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joachín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.
3 Instituto de Recursos. Universidad del Mar Campus Puerto Ángel, Ciudad Universitaria S/N, CP 70902, Puerto Ángel, Oaxaca, México.
4 CRIAP Manzanillo, Playa Ventanas s/n, Col. Carretera Manzanillo a Campos Colima, CP 28200, Manzanillo, Colima.
*Autor para correspondencia: itahi.dlc@gmail.com

Resumen

A nivel nacional, la dinámica del sistema de carbonatos en el Pacífico tropical mexicano presenta una dinámica distinta a otras regiones del país, debido a un exceso de carbono inorgánico disuelto en la columna de agua. El objetivo de este trabajo fue enriquecer el conocimiento del sistema de CO_2 para entender el comportamiento de sus variables en esta zona del Pacífico. Se reporta la variabilidad hasta los 200 m de temperatura, clorofila, oxígeno disuelto, carbono inorgánico disuelto, alcalinidad total y pH_T en dos estaciones monitoreadas durante marzo de 2020, a bordo del B/I "Dr. Jorge Carranza Fraser". La magnitud de estas variables fue similar tanto en la superficie como a partir de los 100 m, pero se encontraron diferencias entre los 25 y 100 m en ambas estaciones que se relacionaron a un remolino anticiclónico en la estación más alejada de la costa.

Palabras clave: *Pacífico tropical mexicano; Sistema de carbonatos; Zona del mínimo de oxígeno; Remolinos anticiclónicos.*

5.12. Relación alcalinidad total-salinidad en las aguas superficiales de la Bahía Todos Santos, Ensenada

Córdova-Medina Ivar[1,*]; Hernández-Ayón José M.[2]; Cervantes-Díaz Gabriela Y.[2]; Santander-Cruz Jonathan[2]; González-Silvera Adriana G.[1]; Calderón-López Jorge M.[1] y Norzagaray-López C. Orion[2]

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

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

*Autor para correspondencia: ivar.cordova@uabc.edu.mx

Resumen

Se ha reportado que hay una relación directa entre la Alcalinidad Total (AT) y la Salinidad (S) a lo largo del océano global, sin embargo, en zonas costeras hay poca información sobre esta relación, porque además de que hay pocas mediciones de AT, esta relación se puede ver modificada debido a diversos procesos, como lo son las surgencias, la advección de masas de agua, evaporación, entre otros; los cuales son procesos distintivos de la región de la Bahía Todos Santos (BTS). El objetivo del trabajo es determinar si existe una relación entre la AT y la S, que pueda ser de utilidad para estudiosos de la oceanografía costera o del sector agrícola. Esto con la finalidad de que, en conjunto con la AT estimada, y otra variable como lo puede ser el pH, se pueda describir la química del carbono en la BTS. Para esto se realizaron 16 muestreos temporales realizados desde febrero del 2021 hasta junio del 2023 en cuatro puntos de la BTS. En base a nuestros resultados, no se encontró una relación directa entre estas dos variables, debido a que, además de los procesos biogeoquímicos que influyen en la zona, se registró un gradiente salino de 0.8 unidades, el cual es pequeño comparado con el reportado en aguas oceánicas que puede ser hasta de 3 unidades. Sin embargo, se proponen dos opciones para usar una AT representativa de la BTS: (1) utilizar el valor promedio de 2235 ± 9 µmol o (2) utilizar el valor promedio cuando S>33.5 y para cuando S<33.5, con valores de 2237 ± 8 µmol y de 2234 ± 10 µmol, respectivamente.

Palabras clave: *Alcalinidad total; Salinidad; Bahía Todos Santos; Química del carbono.*

5.13. Variabilidad de las masas de aguas y el carbono inorgánico disuelto en dos remolinos de mesoescala en el Sistema Frontal de Baja California Sur, México

Espinosa-Carreón T. Leticia[1,*]; De la Cruz-Ruiz A. Itahi[1,2]; Gaxiola-Gutiérrez M. Yarlin[1,3] y Martínez-Magaña Víctor H.[4]

[1] Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Sinaloa. Boulevard Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250, Col. San Joachín, CP 81101, Guasave, Sinaloa, México.
[2] Doctorado en Conservación del Patrimonio Paisajístico, Instituto Politécnico Nacional.
[3] Universidad Autónoma de Sinaloa, Campus Los Mochis.
[4] CRIAP Manzanillo, Playa Ventanas s/n, Col. Carretera Manzanillo a Campos Colima, CP 28200, Manzanillo, Colima.

*Autor para correspondencia: leticiaesp@gmail.com

Resumen

Se realizó una campaña oceanográfica en julio-agosto de 2019 en el Sistema Frontal de Baja California Sur a bordo de los B/I "Dr. Jorge Carranza Fraser" del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (INAPESCA). Con ayuda de un CTD Idronaut se obtuvieron los perfiles hidrológicos y a profundidades estándar alícuotas de agua para la determinación de carbono inorgánico disuelto (CID). Se seleccionó una estación representativa de un remolino ciclónico (RC) y otra de uno anticiclónico (RAc) para conocer la variabilidad vertical de la hidrología y el CID. Se realizó un diagrama con la salinidad absoluta y la temperatura conservativa, así como perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila, CID y pH(sw). En el RC, se registró mayor influencia del Agua del Sub Ártico (ASA) que en el RAc, en ambos se presentó el Agua de Transición (ATr), el Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESs), y el Agua Intermedia del Pacífico (AIP), mientras que se observó muy poca contribución del Agua Subtropical Superficial (AStS) en el RAc. El máximo de clorofila se registró a menor profundidad y con mayor concentración en el RC (40 m, >1.5 mg m^{-3}) que en el RAc (95m, 0.6 mg m^{-3}). La concentración de oxígeno disuelto y el pH (sw) fueron mayores y más someros en el RC. La distribución de DIC mostró en superficie concentraciones más altas en el RAc, con 2035 µmol kg^{-1} en superficie y 2292 µmol kg^{-1} a los 500 m, mientras que en el RC registró valores de 2009 µmol kg^{-1} en superficie y de 2276 µmol kg^{-1} a los 500 m. Se evidenció el efecto de los remolinos de mesoescala en la distribución vertical de las variables estudiadas.

Palabras clave: *Carbono inorgánico disuelto; masas de agua; Sistema Frontal de Baja California.*

Sección 6

Ecosistemas Terrestres

6.1. Modelación bioclimática revela vulnerabilidad de las selvas del sureste de México al Cambio Climático

Méndez-González Jorge[1,*]; García-Hernández Axel Rodrigo[1]; Paz-Pellat Fernando[2]; Flores Andrés[3]; Nájera-Luna Juan Abel[4]; Flores-López Celestino[1]; Valencia-Manzo Salvador[1]; Cornejo-Oviedo Eladio Heriberto[1].

[1] Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada. Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315, Saltillo, Coahuila. Mx.
[2] Programa Mexicano del Carbono, Estado de México, México.
[3] Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. Progreso 5, Coyoacán 04010, Cd. Mx.
[4] Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de El Salto. El Salto, Durango, México.
[*] Autor para correspondencia: jmendezg@hotmail.com

Resumen

Las selvas, son los ecosistemas con más riqueza de especies, registran importantes almacenes de carbono y con ello, regulan el clima mundial. El objetivo de este estudio fue generar un modelo bioclimático para evaluar los efectos de dos escenarios climáticos: moderado (rcp 4.5) y drástico (rcp 8.5) al 2050, sobre los almacenes de carbono total en las selvas del sureste de México. Los datos del carbono se obtuvieron del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) y las variables bioclimáticas (Bios) de Worldclim. El mejor set de predictores se obtuvo utilizando stepwise y algoritmo genético. Después, el modelo fue entrenado con 80% de los datos y validado con el 20% restante, a través de Machine Learning (ML). Con el modelo generado, se realizaron predicciones e interpolaciones de carbono actual y al 2050. Mediante álgebra de rasters se identificaron las áreas con y sin cambios. Los resultados demuestran que las variables bioclimáticas explican entre el 8% y el 18% del carbono total en las selvas. Las Bios de precipitación son las de mayor importancia en el modelo (entre el 60 % y el 100 %). A nivel sitio, ante un escenario climático moderado (rcp 4.5) al 2050, se espera un decremento promedio de -9.08 tC ha^{-1} e incremento de +8.09 tC ha^{-1}; si el escenario climático llegara a ser drástico (rcp 8.5) esto representaría -12.18 tC ha^{-1} y +15.5 tC ha^{-1}. A escala geográfica, 35 % de la superficie de las selvas del sureste de México se podría mantener sin cambios, 42 % podría incrementar y 23 % sufrir pérdidas. Los cambios (↑↓) en los almacenes de C en las selvas del sureste México obedecen a las tasas de cambio de las variables bioclimáticas al 2050, observando ±17 % en precipitación, e incremento de entre 0.92 y 1.29 °C (Bio 11) en algunos sitios. En conclusión, el clima es un fuerte predictor de C y por ende puede ser utilizado para predecir los efectos del cambio climático sobre la distribución de C de los bosques del mundo bajo escenarios climáticos.

Palabras clave: *ML; Bioclimáticas; Cambio Climático; Carbono; México; Selvas.*

6.2. Carbono orgánico en suelos con nopal verdura en laderas de los volcanes Tláloc-Teuhtli, Sierra Chichinautzin, CdMx

López-Blanco Jorge[1]; **Rodríguez-Gamiño Ma. de Lourdes[2,*]**; Vela-Correa Gilberto[3] y Padilla-Arzate Evelia[3]

[1] Global Change Consulting. Barquera 13-B509, Merced Gómez, Benito Juárez, 03930, CdMx
[2] Colegio de Geografía, FFyL, UNAM. Universidad 3000, Circuito Exterior S/N, Cd. Universitaria, Coyoacán, 04510, CdMx
[3] Universidad Autónoma Metropolitana-X, Calzada del Hueso 1100, Villa Quietud, Coyoacán, 04960, CdMx
*Autor para correspondencia: lulugamino@hotmail.com

Resumen

Se determinó la concentración de carbono orgánico del suelo (COS) en ocho sitios con cultivo de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica* L.), en las laderas de los volcanes Tláloc-Teuhtli, Sierra Chichinautzin, CdMx. En cada sitio, se caracterizó la geometría del relieve, su origen, tipo, unidad morfogenética, litología y cronología, también se tomó una muestra de suelo por sitio, a 0-30 cm de profundidad. En laboratorio se obtuvo la densidad aparente y el carbono orgánico. El COS se calculó con base en la ecuación: COS = (COrg$_*$Da$_*$Ps$_*$Sup)/100. Los resultados mostraron que el valor más alto de COS (20.5 kg m^{-2}), está en el Sitio S07, en la ladera sur del volcán Teuhtli; y el valor más bajo (5.4 kg m^{-2}) en el S01, en la ladera norte del volcán Tláloc, ambos sitios con relieve endógeno volcánico acumulativo de laderas de montaña medias de depósitos piroclásticos sobre flujos lávicos de andesita basáltica, del Cuaternario Pleistoceno. En promedio, los sitios de la ladera sur del Teuhtli tuvieron 70% más COS que en la ladera norte del Tláloc. La diferencia de valores de COS entre las laderas estudiadas, aparentemente se relaciona, entre otros factores, con la inclinación del terreno y el impacto de los procesos erosivos hídricos.

Palabras clave: *Carbono orgánico; densidad aparente; morfogénesis; laderas; Tláloc-Teuhtli.*

6.3. Distribución de la biomasa y variables climáticas asociadas en tres especies de pino resinero en México

Girón-Gutiérrez Dioseline[1]; Cambrón-Sandoval Víctor H.[1,*]; Cerano-Paredes Julián[2]; Méndez-González Jorge[3]; Soto-Correa José C.[1] y Osorno-Sánchez Tamara G.[1]

[1] Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro,
[2] Laboratorio de Dendrocronología, INIFAP CENID-RASPA, km 6.5 Margen del canal sacramento, CP 35140, Gómez Palacio, Durango,
[3] Universidad Agraria Antonio Narro, Departamento Forestal Saltillo Coahuila, México.
*Autor para correspondencia: hugo.cambron@gmail.com

Resumen

La resina es un material viscoso secretado por las coníferas, especialmente los miembros del género *Pinus, es altamente apreciado en la industria ya que es la base para la síntesis de muchos productos industriales, sin embargo,* se ha reconocido que las actividades en la extracción de resina pueden funcionar como una importante herramienta de conservación de boques templados asegurando que sigan brindando servicios ambientales, en este sentido el monitoreo de la distribución forestal de las poblaciones de estas especies es de gran ayuda para entender su establecimiento. En el presente estudio se estimó la biomasa aérea de *P. oocarpa*, *P. teocote* y *P. pseudostrobus* a través de los registros del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, al mismo tiempo se extrajeron variables bioclimáticas a través de sus coordenadas para determinar mediante correlaciones los factores pudieran estar correlacionados. Se obtuvieron 14 309 registros para *P. oocarpa*, 6029 para *P. pseudostrobus* y 11 840 para *P. teocote*. Por otro lado, se encontró que la precipitación anual y la isotermalidad son las variables que mejor se correlacionan positivamente con la biomasa, mientras que se observa que claramente la estacionalidad en la temperatura se correlaciona negativamente con la biomasa. Los resultados obtenidos ayudan a comprender el panorama que se podría presentar en un futuro, sin embargo, la adición de otras variables tanto bióticas como abióticas mejorarían el entendimiento del establecimiento de las poblaciones en estas especies.

Palabras clave: *Biomasa*; *Pino*; *Precipitación*; *Estacionalidad.*

6.4. Recuperación de almacenes de carbono tras disturbio climático y antropogénico en el bosque tropical seco del sur de Sonora, México

Zavala-Brandon[1]; Bojórquez Adrián[1,*] y Álvarez-Yépiz Juan C.[1]

[1] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México, 85000
[*] Autor para correspondencia: jesus.bojorquez@itson.edu.mx

Resumen

Los bosques tropicales constituyen un importante reservorio de carbono y biodiversidad a nivel global. Sin embargo, existe gran incertidumbre sobre la recuperación del almacén de C tras el disturbio climático (heladas) y antropogénico (deforestación) en estos bosques. En febrero de 2011 una helada severa causó mortandad de árboles en el bosque tropical seco de Sonora, creando paisajes altamente fragmentados compuestos por parches de vegetación secundaria de origen climático y antropogénico. En este estudio se analizó la recuperación del almacén de C en ocho sitios con edad entre 8 y ~100 años y un bosque maduro (>200 años) en el ecosistema tropical seco del sur de Sonora. En 2021 realizamos censos de vegetación en 24 parcelas de 20 × 20 m (tres parcelas por sitio) y utilizamos ecuaciones alométricas para estimar el C en plantas leñosas (>1 cm DAP). Encontramos en promedio 33.3 Mg ha^{-1} de C total, mientras que el C en tallos vivos y muertos fue en promedio 23.4 y 9.8 Mg ha-1, respectivamente. Lo sitios juveniles (edad <30 años) presentaron la menor cantidad de C total en promedio (25.3 Mg ha^{-1}), los bosques >30 años presentaron un promedio de 46.5 Mg C ha^{-1}, mientras que el C del bosque maduro más conservado (>200 años) fue de 44.2 Mg ha^{-1}. Se espera que estos resultados ayuden a entender y en el futuro aumentar el potencial de almacenamiento de C en distintos estados sucesionales tras el disturbio climático y antropogénico en el bosque tropical seco del sur de Sonora.

Palabras claves: *Bosque tropical seco; almacén de carbono; disturbio antropogénico; eventos climáticos extremos.*

6.5. Análisis del contenido de nitrógeno y fluorescencia de la clorofila de trigo en el Valle del Yaqui: Ausencia de efecto por el aumento de temperatura nocturna

Díaz-Baldenebro Valeria[1]; Pinto R. Suzuky[1,*]; Aispuro-Arana Francisco H.[1]; Garatuza-Payan J.[1, 2] y Yépez-Enrico A.[1, 2]

[1] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[2] Sede Regional Sur de Sonora, Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
*Autor para correspondencia: suzuky.pinto19018@potros.itson.edu.mx

Resumen

El cambio climático tiene afectaciones significativas sobre la productividad y desarrollo del cultivo del trigo. La producción de asimilados de C que generen biomasa y llenen los granos dependen de la actividad fotosintética de la planta la cual puede verse disminuida por las altas temperaturas nocturnas. Una técnica indirecta que permite determinar la eficiencia del aparato fotosintético (PSII) y la eficiencia máxima (Fv/Fm) consiste en registrar la fluorescencia de la clorofila. Por otro lado, el contenido de nitrógeno puede a su vez ser utilizado como indicador de la cantidad de proteínas fotosintéticas en la hoja. En este trabajo, se estableció un experimento en condiciones de campo en el Valle del Yaqui Sonora durante el ciclo 2022-2023. Se sembraron 12 genotipos de trigo bajo dos tratamientos: 1) aumento de 2°C en la temperatura nocturna y, 2) control sin ningún tipo de manipulación. Se realizaron mediciones puntuales de fluorescencia de clorofila en ambas caras de la hoja bandera durante el embuche y el espigamiento donde se registró PSII y Fv/Fm, así como el contenido de nitrógeno y carbono total en ésta última etapa. Los resultados mostraron que el incremento de la temperatura nocturna no tuvo efecto sobre PSII, pero si sobre la eficiencia máxima, Fv/Fm; se observó variabilidad genotípica para ambos parámetros asociados a la fluorescencia de la clorofila, así como diferencias significativas entre lados de la hoja ($p<0.01$). El contenido de C y N tampoco fueron afectados por el tratamiento de calor, sin embargo, El contenido de C fluctuó desde 39 hasta 37% entre genotipos, el de N entre 3.3 y 4.3%, mientras PSII y Fv/Fm alcanzaron valores de hasta 0.54 y 0.83, respectivamente. Se observaron fuertes contrastes entre la cara abaxial y adaxial siendo siempre esta última la que registró mayor PSII y Fv/Fm. Se espera que futuros estudios permitan explorar con mayor detalle los parámetros fisiológicos de respuesta al cambio climático, especialmente aquellos relacionados con el status y respuesta al calor del fotosistema II, el componente más sensible del aparato fotosintético.

Palabras Claves: *PSII; Fv/Fm; Carbono; Cambio climático; altas temperaturas*.

6.6. Implicaciones del estrés evaporativo en pastizales cultivados a lo largo de un gradiente altitudinal: Un estudio en la Cuenca del Río Usumacinta, México

Coronel Claudia[1,*]; Serna Fernanda[2]; Alcudia-Aguilar Alejandro[3]; Popoca-Cruz Pavel Ernesto[4]; Madrigal-Gómez José M.[5] y Reyes-García Lizeth M.[1]

[1] Instituto de Investigaciones Sociales Dr. Jose María Luis Mora, Poussin 45, San Juan Mixcoac, CP 03730, Benito Juárez, CDMX.
[2] Centro de Investigación en Matemáticas A.C., De Jalisco s/n, Valenciana, C.P. 36023, Guanajuato, Guanajuato.
[3] Cultivo Land LPBC, 5020 Franklin Drive, suite 100 Pleasanton, 94588, CA, EEUU.
[4] Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS), Instituto de Ecología, UNAM. Circuito exterior s/n anexo al Jardín Botánico. Ciudad Universitaria, C.P. 04510. Coyoacán, CDMX.
[5] Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial Centro Geo, Contoy 137 Col. Lomas de Padierna, CP 14240, Tlalpan, CDMX.
*Autor por correspondencia: ccoronel@institutomora.edu.mx

Resumen

Los pastizales, además de su relevancia en la producción ganadera y su predominancia en la cuenca del Río Usumacinta, desempeñan un papel esencial en el ciclo hidrológico. El objetivo de este estudio es analizar la respuesta fenológica de estos ecosistemas a lo largo de un gradiente altitudinal y su relación con el estrés experimentado durante una década. Se analizaron series de tiempo de índices de vegetación y fracción evaporativa derivados del sensor MODIS, para integrar años considerados normales y secos en términos de precipitación, se empleó la descomposición de series para comprender las tendencias a lo largo del tiempo. Nuestros resultados indican que los pastizales son sensibles a la variabilidad en la humedad disponible, especialmente durante años de sequía, y presentan una capacidad limitada para recuperarse después de tales eventos. El gradiente altitudinal influye, con zonas más bajas y planas experimentando un estrés hídrico más marcado, independientemente de las condiciones meteorológicas; en general los pastizales requieren una alta fracción evaporativa para que sean productivos. El monitoreo de los pastos inducidos es esencial para tomar decisiones informadas sobre su manejo sostenible, en especial para fortalecer su papel en la economía local y contribuir a la estabilidad hidrológica de la cuenca.

Palabras clave: *Estrés: evaporativo; pastizales; humedad disponible*.

6.7. Efecto de la sequía en la captura de carbono y la producción de biomasa del cultivo de trigo: Implicaciones para el cambio climático

Pinto R. Suzuky[1,*]; Aispuro-Arana Francisco H.[1]; Yépez-Enrico A.[1,2] y Garatuza-Payan J.[1,2]

[1] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[2] Sede Regional Sur de Sonora, Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM-UNAM), Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.
[*]Autor para correspondencia: suzuky.pinto19018@potros.itson.edu.mx

Resumen

El aumento de la temperatura y la escasez de agua derivados del cambio climático, afectan negativamente el desarrollo y la productividad del cultivo de trigo, lo que tiene implicaciones fisiológicas en los procesos de captura de carbono y producción de biomasa de la planta. En este estudio, se evaluó el efecto de la sequía sobre la fenología, la fotosíntesis y la generación de biomasa de seis genotipos seleccionados de trigo, sembrados bajo condiciones de alta temperatura nocturna en el Valle del Yaqui durante el ciclo 2022-2023. Los resultados iniciales de este primer año mostraron un fuerte efecto del déficit hídrico sobre la tasa fotosintética, con reducciones de hasta el 23 % y una tasa fotosintética promedio máxima de 24 µmol de CO_2/ m^2 s^1. Debido a la sequía, la fenología se aceleró 7 días, y la producción de biomasa estimada a través del NDVI al final del llenado de grano se redujo en un 61%. Además, la pérdida de verdor se aceleró en un 70% en comparación con el control. El efecto de la sequía fue más intenso en el ambiente que combinó altas temperaturas nocturnas, mostrando una reducción en la duración del ciclo del cultivo de 11 días y pérdida del verdor dos veces más rápida que en el control. Se espera que los resultados de esta evaluación inicial del efecto combinado de altas temperaturas nocturnas y sequía sean un parteaguas para definir nuevas interrogantes sobre la respuesta al cambio climático de las líneas aquí evaluadas.

Palabras Clave: *Fotosíntesis; NDVI; Alta temperatura; Calor.*

6.8. Servicios ecosistémicos y la biodiversidad de la zona semiárida en el municipio de Tepezalá, Aguascalientes, México

Alonso-Tapia Hugo[1]; Torres-González Jorge A.[1]; Meraz-Mercado Marco[1]; Galarza-Mendoza José L.[2]; Díaz-Romo Abraham[1] y **Meraz-Jiménez A. de Jesús[1,*]**

[1] Centro de Ciencias Agropecuarias, Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes, La Posta, Km 8.5 C.P. 20920 Jesús María, Aguascalientes.

[2] Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Torreón. Carr. Torreón-San Pedro km 7.5, C.P. 27170, Ejido Ana. Torreón, Coahuila, México.

[*]Autor para correspondencia: jesus.meraz@edu.uaa.mx

Resumen

Este estudio se enfoca en analizar la biodiversidad y los servicios eco sistémicos en el municipio de Tepezalá, correspondiente a la zona semiárida del Estado de Aguascalientes, México. Ante los cambios estructurales en los sistemas socio ecológicos y la importancia de la valoración social de los servicios ecosistémicos, se busca comprender las interacciones entre actores sociales y la apropiación de dichos servicios. La protección de la biodiversidad local y la mitigación de la vulnerabilidad climática se destaca como objetivos fundamentales, enfocándose en la incorporación genuina de las comunidades en la gestión y en la promoción de medios de vida sostenibles. Se estudia, de forma exploratoria, la adaptación de los socioecosistemas rurales a través de la investigación interdisciplinaria y la participación comunitaria. En esta fase el trabajo se centró en el análisis de la vegetación y la distribución espacial de las especies, de las que se identificaron 18 especies vegetales en el municipio. Los resultados resaltan la riqueza de especies en diferentes sitios y su aporte al paisaje. Se hace énfasis en los servicios ecosistémicos proporcionados por los pastizales y matorrales, que abarcan desde la regulación climática, hasta la producción de alimentos. Sin embargo, se llama la atención sobre desafíos como el pastoreo descontrolado y la apropiación de terrenos por la industria, en este caso, minera. En conclusión, este estudio promueve la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible de los recursos para enfrentar los retos ambientales y climáticos en la zona semiárida de Tepezalá.

Palabras clave: *zona árida; vegetación arbórea; pastizales.*

6.9. Potencial de las imágenes satelitales para monitorear características de las vegetación que controlan el ciclo del carbono

Hinojo-Hinojo César[1,*]; Falco Nicola[2]; Frazier Amy[3] y Enquist Brian J.[4]

[1] Departamento de Investigaciones Cientificas y Tecnologicas, Universidad de Sonora. Blvd. Luis Donaldo Colosio y Reforma S/N, 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico
[2] Lawrence Berkeley National Laboratory. 1 Cyclotron Road, 94720, Berkeley, California, Estados Unidos de América.
[3] Department of Geography, University of California, Santa Barbara. 1832 Ellison Hall, Santa Barbara, California, Estados Unidos de América.
[4] Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Arizona. 041 E. Lowell St., 85721, Tucson, Arizona, Estados Unidos de América.
*Autor de correspondencia: cesar.hinojo@unison.mx

Resumen

Algunas características funcionales de la vegetación, como el peso foliar específico (PFE) y el contenido foliar de clorofila (CFC), influyen fuertemente en la magnitud de los flujos de carbono de los ecosistemas. Sin embargo, las observaciones de campo de PFE y CFC son discontinuas en el espacio y escasas en el tiempo, limitando nuestra habilidad para entender y predecir el ciclo del carbono con precisión. Desarrollamos dos nuevos índices multiespectrales para monitorear el PFE y CFC promedio de la vegetación con imágenes de Landsat para lograr un monitoreo global continuo y de alta resolución (30 m) de estas características. Evaluamos 1) su capacidad para estimar la variación espacial en estas características, 2) para reproducir patrones conocidos de su variación temporal, y 3) los principales causantes de la incertidumbre de sus estimaciones. Nuestros índices capturaron moderadamente la variación espacial de PFE y CFC entre un amplio rango de sitios y biomas (R^2 = 0.5-0.7). Además, reproducen bien los patrones de variación temporal en regiones boreales, templadas y tropicales, aunque pueden sobre- o subestimar ligeramente PFE y CFC con respecto a los valores observados en campo. Usando modelos de transferencia radiativa, documentamos que la mayor parte de la incertidumbre en nuestras estimaciones es causada por variación en el ángulo de inclinación y contenido de agua de las hojas, y en el caso de PFE también por CFC. Estos análisis evidencían aspectos a mejorar para estimar características funcionales a partir de imágenes multiespectrales y sugieren maneras para seguir mejorando estos métodos.

Palabras clave: *vegetación; características funcionales; ecofisiología; índices de vegetación; percepción remota.*

6.10. Carbono en pasto y suelo en el municipio de Jesús María, Aguascalientes

Mendieta-Vázquez Guadalupe A[1]; Martínez-Calderón Víctor M.[1]; Meraz-Jiménez Antonio J.[1]; Torres-González Jorge A[1] ; López-Santos Armando[2]; y **Díaz-Romo Abraham[1,*]**

[1] Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, domicilio conocido s/n Mpio. de Jesús María, Ags.
[2] Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, domicilio conocido s/n CP AP # 8.
[*] Autor para correspondencia: adiazr@correo.uaa.mx

Resumen

Los ecosistemas terrestres pueden mitigar el CO_2 atmosférico mediante la fotosíntesis y reteniéndolo en la biomasa vegetal y en el carbono orgánico del suelo. La mayoría de los estudios en pastizales en general se concentran en el carbono orgánico del suelo, debido a que este compartimiento concentra la mayor cantidad de carbono almacenado. Las nuevas condiciones climáticas obligan a realizar investigaciones integrales para encontrar las alternativas de manejo y rehabilitación de estos ecosistemas acorde a dichos cambios, por lo que se planteó el objetivo de evaluar el almacenamiento de carbono en biomasa en pasto y en suelo. La zona de estudio comprendió el área denominada Arroyo Seco en el Municipio de Jesús María, Aguascalientes. Se realizó una intersección entre las capas cartográficas para relacionar la vegetación del área de estudio y la unidad del suelo donde se desarrolla. Se utilizaron los sistemas de información geográfica para obtener los puntos aleatorios dentro del polígono, para el muestreo de biomasa de pasto y suelo. El carbono almacenado en el pasto tiene un promedio de 84.2 kg/ha. Para el suelo se encontró un promedio de 32 Mg/ha. Se cuantifico el carbono tanto en la biomasa del pastizal como en el suelo, así como las interacciones de la vegetación con la unidad de suelo.

Palabras claves: *servicios ecosistémicos; agostadero; CO_2; biomasa vegetal.*

6.11. Almacén de carbono en un bosque Oyamel-Pino-Encino en un ANP de la cuenca Amanalco-Valle de Bravo

Ballesteros-Cruz S.[1]; Barraza-Domínguez J. E.[1]; García-Martínez R.[1,*] y García-González R. J.[1]

[1] *División de Ingeniería Forestal, Tecnológico Nacional de México-TES Valle de Bravo. Carretera federal Monumento-Valle de Bravo, km 30, Ejido San Antonio de la Laguna, CP 51200, Valle de Bravo, Estado de México.*
[*] *Autor para correspondencia: rgm1117@gmail.com.*

Resumen

Los ecosistemas forestales aportan a la disminución del efecto invernadero a través de un proceso relacionado al ciclo del carbono el cual consta de la fijación o captura de carbono. Los árboles durante su crecimiento y desarrollo absorben el dióxido de carbono de la atmosfera y lo convierten en carbono que se almacena en todo el árbol (tronco, ramas, raíces, hojas). El estrato arbustivo realiza el mismo proceso de captura, así mismo el material orgánico (hojarasca) y en el suelo forestal queda almacenado el carbono. El objetivo del estudio fue comparar la cantidad de carbono almacenado en un predio forestal de vegetación oyamel-pino-encino. Para ello se realizó un muestreo aleatorio simple. Con ayuda de ecuaciones alométricas y específicas para cada especie se cuantifico la biomasa y la captura de carbono en los estratos arbóreo, arbustivo y hojarasca, mientras que para el suelo forestal se optó por analizar muestras de suelo. Los resultados indican que, en la biomasa aérea, el estrato arbóreo acumuló 87 % del total, el arbustivo 8 % y la hojarasca 5 %. En el balance total, en las 19 ha se almacenó 6 014 Mg de C y el suelo almacenó 80.4 % del carbono para todo el predio bajo estudio.

Palabras clave: *captura de carbono; cambio climático; ecosistema forestal; carbono orgánico del suelo.*

6.12. Estimación de la producción primaria gruesa de ecosistemas de latitudes bajas con modelos basados en la eficiencia del uso de la luz

Domínguez-Eusebio Carlo A.[1,*]; Alvarado-Barrientos Susana[1]; Arredondo Tulio[2]; Bullock Stephen[3]; Cervantes-Jiménez Mónica[4]; Cueva-Rodríguez Alejandro[5]; Delgado-Balbuena Josué[6]; Flores-Rentería Dulce[7]; Garatuza-Payán Jaime[8]; González-Sosa Enrique[9]; Sánchez-Mejía Zulia[10]; Oechel Walter[11]; Vivoni Enrique[12] y Yépez Enrico[13]

[1] Red de Ecología Funcional, Instituto de Ecología (INECOL). Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, C.P. 91093, Xalapa, Veracruz, México
[2] División de Ciencias Ambientales, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Camino a la Presa San José 2055. Col. Lomas 4 sección CP. 78216. San Luis Potosí, México.
[4] Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias s/n Juriquilla, CP. 76230, Querétaro, México
[3] Departamento de biología de la conservación. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Carretera Ensenada - Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP. 22860, Ensenada, B.C. México.
[5] Departamento Ciencias de la Sustentabilidad. Colegio de la Frontera Sur. Carretera Villahermosa-Reforma Km 15.5, Ranchería el Guineo, Sección II, CP. 86280. Villahermosa, Tabasco-México.
[6] Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Agricultura Familiar, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
[7] Grupo de Sustentabilidad de los Recursos Naturales y Energía. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Industrial, Zona Industrial, 25900 Ramos Arizpe, Coahuila, México.
[8] Ciencias del Agua y del Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón C.P. 85000, Sonora, México.
[9] Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas s/n Las Campanas, CP. 76010 Querétaro, Querétaro, México
[10] Ciencias del Agua y Medioambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón C.P. 85000, Sonora, México.
[11] Department of Biology. San Diego State University. San Diego, California, United States of America.
[12] School of Sustainable Engineering and the Built Environment & Global Futures Laboratory, Arizona State University, Tempe, Arizona. United State of America
[13] Ciencias de Agua y Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón C.P. 85000, Sonora, México.
[*]Autor por correspondencia: cardomingueze@gmail.com

Resumen

Comprender las interacciones biofísicas entre la atmósfera y los ecosistemas resulta vital, dada la complejidad de las causas y efectos del cambio climático, así como la gravedad de sus impactos en la humanidad. Una técnica ampliamente empleada para estudiar estas interacciones es la covarianza de torbellinos, método de vanguardia que permite identificar casi en tiempo real los flujos de materia y energía entre los ecosistemas y la atmósfera. A pesar de la importancia de esta información, esta técnica presenta limitantes en cuanto al área efectiva de monitoreo, que puede ser relativamente pequeña. Este trabajo se enfoca en estimar la productividad primaria bruta (GPP) de 16 ecosistemas de latitudes bajas en Norte y Centro América. Para lograrlo, se emplearon cuatro modelos basados en la eficiencia del uso de luz (LUE), alimentados con datos derivados de observaciones de flujos verticales de sitios registrados en las redes MexFlux y Ameriflux, así como imágenes multiespectrales de Landsat. Los resultados indican que, dependiendo del modelo y el tipo de ecosistema, el coeficiente de correlación entre el GPP observado y el estimado varía desde 0.08 (ecosistemas no forestales) hasta 0.91 (ecosistemas forestales secos). Los modelos LUE tienen el potencial de ampliar tanto temporal como espacialmente la información generada por observatorios en campo. Además, pueden beneficiar los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero del sector forestal y agrícola. No obstante, esto se realiza con una confianza variable según el tipo de ecosistema y la calidad de los datos de flujos en la superficie.

Palabras clave: *Flujos de carbono; covarianza de torbellinos; Landsat*

6.13. Carbono orgánico en suelos con manejo forestal de Calpan, Puebla

Castelán-Vega R.[1,2,*]; González-González F.[1,2]; Tamaríz-Flores V.[1,2] y Cruz-Montalvo A.[1]

[1] Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 Sur #6301, Colonia San Manuel, CP 72474, Puebla, Puebla.
[2] Posgrado 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 (COS) depende de sus propiedades, usos y manejo. La presente investigación tuvo como objetivo estimar la cantidad de COS bajo tres condiciones de manejo forestal en tres tipos de vegetación: bosque de oyamel, bosque de pino-encino y bosque de pino, en una zona forestal comunitaria del municipio de Calpan, Puebla. Se establecieron 6 unidades de muestro circular y se tomaron muestras compuestas de suelo en los primeros 30 cm de profundidad en tres unidades de manejo forestal (Perturbado, Aprovechado y Conservado). Los resultados muestran diferencias significativas en la concentración de COS en función de la condición de manejo. La unidad forestal Aprovechado presentó la concentración promedio de COS más alta con 194 Mg C ha^{-1}, seguido de las unidades Conservado y Perturbado con 174 y 93 Mg C ha^{-1}, respectivamente. Las diferencias en COS se deben a diferencias en el manejo de los suelos por la papelera San Rafael y posiblmente por la vegetación que predomina en cada una de las unidades de manejo forestal.

Palabras clave: *materia orgánica; degradación del suelo; iztaccíhuatl.*

6.14. Redes Bayesianas en el análisis de la dinámica del carbono en el Parque Nacional La Montaña Malinche, México

Romero-Valderrábano Javier A.[1]; **Linares-Fleites Gladys[1,*]** y Valera-Pérez Miguel A.[1]

[1] Posgrado de 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 Parque Nacional La Malinche, en los estados de Puebla y Tlaxcala, México, presenta graves problemas ambientales, como son el cambio de uso de suelo de forestal a cultivo y la erosión, que afectan directamente a la calidad del suelo. Esta situación se debe principalmente a la deforestación en la zona, ocasionada por la tala clandestina, los incendios forestales y la plaga del gusano descortezador. El análisis de la dinámica del carbono en suelo ha cobrado gran importancia en el contexto de las estrategias de mitigación ante el Cambio Climático, sin embargo, existen retos metodológicos en torno a su análisis debido a la gran heterogeneidad de los suelos y a la compleja relación de los procesos naturales y sociales involucrados. Las Redes Bayesianas, como herramienta para el análisis de la dinámica de carbono, permiten la integración de diversos tipos de datos en un marco de trabajo común y facilitan el análisis inferencial de los efectos de distintos escenarios socioambientales. Las Redes Bayesianas se consideran una de las herramientas más poderosas para representar sistemas complejos de interacciones causales entre variables sujetas a incertidumbre y su estructura gráfica permite comprender las relaciones más fácilmente. El objetivo de este trabajo es explorar la capacidad, aptitud y limitaciones de las Redes Bayesianas en el diseño de modelos estadísticos gráficos para la modelación de las relaciones causales entre las principales variables que determinan la capacidad de retención de carbono en suelos. La Malinche tiene un gran potencial para programas de servicios ambientales sobre secuestro de carbono y la conservación de sus recursos naturales contribuirá en el combate de las emisiones de CO2 a la atmósfera y mitigará el cambio en el micro-clima.

Palabras Claves: *secuestro de carbono; dinámica de sistemas; modelación ambiental*.

6.15. Flujos de CO_2 y CH_4 en un bosque urbano en la Ciudad de México

Espinosa-Fuentes María de la Luz[1,*]; Peralta Oscar[1]; González-Del Castillo Eugenia[1]; Hernández-Solís José M.[1]; Cerón-Bretón Rosa M.[2] y Cerón-Bretón Julia G.[2]

[1] Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior S/N. Coyoacán. Ciudad Universitaria, 04510. Ciudad de México, México.
[2] Facultad de Química. Universidad Autónoma del Carmen. Calle 56 No. 4 Esq. Av. Concordia, Benito Juárez, 24180. Ciudad del Carmen, Campeche, México.
*Autor para correspondencia: marilu@atmosfera.unam.mx

Resumen

La investigación y divulgación acerca del ciclo del carbono en los últimos tiempos se ha venido insertando en el ámbito del deterioro ambiental, donde el suelo resulta clave por su papel dual en el secuestro de carbono a corto y largo plazo y en la emisión de gases efecto invernadero (GEI) como el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2). En el presente trabajo se evaluaron los flujos de CH_4 y CO_2 en la interfaz suelo-atmósfera en el Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan (BT) para determinar su variación espacio-temporal y su relación con los parámetros edáficos y ambientales. Se consideraron tres periodos climáticos: lluvias, seca-fría y seca-cálida. El área seleccionada para este estudio se conforma de cuatro sitios de acuerdo con la zonificación propuesta en el Plan de Manejo del BT: (Z1) Zona de protección estricta, (Z2) Zona de protección con uso restringido, (Z3) Zona de uso público extensivo, (Z4) Zona de uso público intensivo. Los mayores flujos de CH_4 (77.4 ± 11.1 µg $m^{-2}\,h^{-1}$) y CO_2 (653.7 ± 88.8 mg $m^{-2}\,h^{-1}$) se obtuvieron en la época de lluvias. Z4 registró el flujo más alto de CH_4 (78.7 ± 16.3 µg $m^{-2}\,h^{-1}$) y Z1 el de CO_2 (657.9 ± 153 mg $m^{-2}\,h^{-1}$). Se observó una correlación positiva entre el CO_2 y la humedad, arcilla, conductividad eléctrica, temperatura del suelo y el carbono orgánico y negativa con pH y densidad aparente. El CH_4 presentó una correlación negativa con los limos y el carbono orgánico. Los resultados indican que las variaciones en las propiedades del suelo y la historia de manejo de los diferentes sitios influyen significativamente en la emisión de GEI en el BT.

Palabras clave: *Gases efecto invernadero; flujos de carbono; Bosque de Tlalpan; parámetros edáficos.*

6.16. Efecto de la gestión forestal en los almacenes de carbono en bosques mixtos del centro de México

Cortés-Sánchez Bossuet G.[1]; Ángeles-Pérez Gregorio[1,*]; De los Santos-Posadas Héctor M.[1]; Valdez-Lazalde José R.[1] y Soriano-Luna María de los Ángeles[2].

[1] Colegio de Postgraduados, Postgrado en Ciencias Forestales. Carretera México-Texcoco, Km 36.5. C.P. 56230. Montecillo Texcoco, Estado de México, México.
[2] Servicio Forestal de Estados Unidos. Programas Internacionales – Gerencia Técnica del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación, Comisión Nacional Forestal. Periférico Poniente 5360, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México.
*Autor por correspondencia: gangeles@colpos.mx

Resumen

Los bosques juegan un papel preponderante en el ciclo global de carbono (C). Sin embargo, están sujetos a perturbaciones naturales y atropógenas que determinan su función como fuentes o sumideros. Se asume que el efecto de la gestión forestal sobre los almacenes de C es de reducción, dado que se remueve biomasa del sistema como consecuencia de la cosecha y cortas intermedias. No obstante, aún es necesario lograr un mejor entendimiento del intercambio de C entre los bosques y la atmosfera en dichos sistemas, y mejorar la comprensión del balance de C. El objetivo fue evaluar el modelo CBM-CFS3 para analizar el balance de C en bosques gestionados para producción maderable. Se empleó información de inventarios de campo tradicionales en un paisaje forestal de 100 ha para parametrizar dicho modelo, simulando tres aclareos durante un turno de 40 años. Se identificaron 23 rodales con gestión diferida. En promedio se gestionó una superficie de 7.79 ha año^{-1} (±4.65) hasta el final del turno. La simulación del balance de C se inició a partir de la década de 1980. Previo a la gestión se estimó un almacén de C en la biomasa aérea de 121.96 Mg ha^{-1}. Durante la gestión los almacenes de C disminuyeron hasta 57.37 Mg ha^{-1} (±2.68) en la tercera década de gestión. La acumulación neta de C se mantuvo en promedio 1.8 Mg ha^{-1} año^{-1} a partir de la tercera década de gestión y hasta el final de esta. Para un periodo de simulación de 80 años de gestión forestal intensiva el paisaje forestal actuó como una fuente durante los primeros 40 años, y los 40 años restantes como un sumidero de C. Por lo tanto, es necesario redefinir la longitud del turno si el interés es el mantenimiento del papel funcional como sumidero del paisaje forestal analizado.

Palabras clave: *manejo forestal; CBM-CFS3; modelo de procesos; dióxido de carbono; intercambio de C.*

6.17. Eficiencia en el uso del agua en Ecosistemas Semiáridos del Norte de México

Tarín Tonantzin[1,*]; Yépez Enrico A.[2]; Rojas-Robles Nidia[2]; Perez-Ruiz Eli R.[3]; Valenzuela-Que Yuri del Carmen[2]; Madueño-Moreno Myrbeth G.[2]; Sánchez-Mejía Zulia M.[2]; Rodriguez Julio C.[4]; Vivoni Enrique R.[5,6] y Garatuza-Payan Jaime[2].

[1] Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México City, México.
[2] Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora.
[3]Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, México.
[4]Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería, Blvd. Encinas y Rosales, Col. Centro. Hermosillo, Sonora, México 83000.
[5]Arizona State University, School of Earth and Space Exploration, Tempe, AZ, USA, 85287.
[6]Arizona State University, School of Sustainable Engineering and the Built Environment, Tempe, AZ, USA, 85287.
*Autor de correspondencia: ttarin@iecologia.unam.mx

Resumen

Los ecosistemas áridos y semiáridos representan el 45% de los ecosistemas terrestres del mundo y el 60% de la superficie terrestre de México. Estas regiones desempeñan un papel importante en la variabilidad global de los sumideros de carbono (C), debido a su respuesta a la disponibilidad de agua durante las estaciones húmedas. La eficiencia en el uso del agua de un ecosistema es un indicador que conecta el ciclo del C al ciclo del agua, a través de la fijación de C y la pérdida de agua por evapotranspiración. El objetivo de este estudio es comparar la eficiencia intrínseca del uso del agua (iWUE) de los ecosistemas semiáridos del norte de México durante la temporada de lluvias en cuatro ecosistemas semiáridos. Usamos el parámetro g1 como proxy de iWUE. g1 es un parámetro derivado de un modelo de conductancia estomática óptima, está inversamente relacionado con iWUE y se usa ampliamente en modelos de sistemas terrestres. El parámetro g1 se estimó utilizando datos de flujo (a escala de ecosistema) de sitios de covarianza de remolinos que forman parte de la red mexicana de flujos de ecosistemas (MexFlux). Se compararon cuatro ecosistemas semiáridos: un matorral subtropical (MX-Ray), dos bosques secos tropicales en diferentes condiciones de manejo (MX-Tes, MX-Aog) y un bosque de encino (MX-Oak), todos ubicados dentro de un gradiente de lluvia de la región monzónica de América del Norte. Las cantidades de lluvia variaron en los cuatro ecosistemas cada temporada de verano en el rango de 450 a 820 mm. La ET representó entre el 70 y el 100 % de la precipitación anual total, lo que generó diferentes impactos en la productividad del ecosistema y, por lo tanto, en la iWUE (o g1). Comprender el parámetro g1 en los ecosistemas semiáridos es crucial para mejorar nuestra capacidad de predecir el cambio climático. Este estudio avanzó en nuestra capacidad para predecir las contribuciones regionales a los ciclos globales del agua y el carbono en el noroeste de México.

Sección 7

Sistemas Agropecuarios

7.1. Efecto de *Cymbopogon citratus* en la fermentación ruminal *in vitro* y la producción de metano

Zaragoza-Guerrero Reynaldo[1,*]; Vázquez-Carrillo María F.[2]; González-Ronquillo Manuel[1] y Castelán-Ortega Octavio A[1]

[1] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario 100, Colonia Centro, CP 50000 Toluca Estado de México, México.
[2] Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3004 Col Copilco. Coyoacan 04510 Ciudad de México, CDMX.
* Autor para correspondencia: rzaragozag255@alumno.uaemex.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de *Cymbopogon citratus* (CC) como aditivo a dietas para bovinos. Se evaluó la producción de gas (PG) y la cuantificación de metano (CH_4) en dietas suplementadas con dosis crecientes de CC en una relación forraje:concentrado de 68.6:31.3. Se empleó un diseño factorial 2 x 13, los factores evaluados fueron: tipo de forraje (1= rastrojo de maíz RM, 2= paja de avena PA) y nivel de suplementación con CC (de 1 a 12 mg de MS de CC). Se registró el volumen de producción de gas, la producción de CH_4 a las 24 y 48 h y la digestibilidad de la MS a las 48 h. Los resultados muestran diferencias significativas para el tipo de forraje ($p<0.01$), nivel de suplementación ($p<0.01$) y la interacción entre ambos factores ($p<0.001$). Las dietas con RM produjeron mas gas, y por lo tanto más CH_4 que las dietas con PA. La producción de CH_4 se redujo significativamente ($p<0.01$) por la suplementación con CC en las dietas tanto de RM como de PA a las 24 h. Sin embargo, a las 48 h post incubación solo se observó reducción en la producción de CH_4 en los tratamientos con RM a 0.5%, 1.5% y 5.5% respectivamente. Concluimos que el efecto sobre la producción de CH_4 dependió de la interacción tipo de forraje x dosis de CC, el mayor efecto antimetanogénico fue a dosis de 0.5 y 1.5%.

Palabras clave: *bovinos; metano; producción de gas in vitro; rastrojo de maíz; paja de avena; Cymbopogon citratus.*

7.2. Efecto del calentamiento nocturno sobre el rendimiento y las relaciones hídrica de cuatro líneas avanzadas de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Aispuro-Arana Francisco H[1]; Pinto R Suzuky[1,*]; Luque-Apodaca Heira L.[1]; Madueño-Moreno Myrbeth G.[1]; Olivas-Castillo Claudia[1]; Reyes-Hernández Mayte F.[1]; Rivera-Díaz Miguel A.[1]; Garatuza-Payán Jaime[1] y Yépez-Enrico A.[1]

[1]Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente. Instituto Tecnológico de Sonora. Calle 5 de febrero 818 sur, Centro, CP 85000. Ciudad Obregón, Sonora.
[*]Autor de correspondencia: suzuky.pinto19018@potros.itson.edu.mx

Resumen

El cambio climático afecta la productividad del cultivo de trigo. Sin embargo, hay poca investigación sobre el impacto del calentamiento nocturno, el cual está aumentando más rápido que el diurno. Las temperaturas nocturnas elevadas, modifican los patrones de desarrollo del cultivo de trigo, ajustando la fenología y fisiología de la planta ante el estrés. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta fisiológica, fenológica y de rendimiento de cuatro líneas avanzadas de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivadas en campo, bajo condiciones de alta temperatura nocturna (+2 °C). El experimento se realizó durante los años 2021 y 2022 en el Valle del Yaqui, Sonora; Sembrando cuatro genotipos de trigo bajo dos tratamientos. Tratamiento 1: dosel sometido a incremento de temperatura nocturna (Calor), tratamiento 2: dosel sometido a temperatura ambiente (Control). Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de grano (GY), biomasa aérea (BM), peso mil granos (TGW), numero de granos (GN), conductancia estomática nocturna (gsN), fenología y el potencial hídrico al medio día (Ψ_{md}) y madrugada (Ψ_{pd}). El tratamiento de calor mostró un impacto significativo sobre las variables evaluadas. GY y BM disminuyeron hasta en 11 y 29 % respectivamente. La gsN disminuyó hasta un 80 %, mientras que el $\Delta\Psi$ ($\Delta\Psi= \Psi_{pd} - \Delta\Psi_{md}$) vario de -1.3.0 ± 0.1 Control a -1.6 ± 0.2 MPa en Calor, mostrando por lo tanto posibles efectos del incremento experimental de temperatura nocturnas en el cultivo de trigo.

Palabras clave: *Cambio climático; conductancia estomática; potencial hídrico; componentes de rendimiento.*

7.3. Respiración del suelo en sistemas silvopastoriles y monocultivo de pasto en Tenosique, Tabasco.

Morales-Ruiz Danilo E.[1,*]; Aryal-Deb Raj[2]; Villanueva-López Gilberto[3]; Pinto-Ruiz René[1]; Venegas-Venegas José A.[2]; Casanova-Lugo Fernando[4]; Guevara-Hernández Francisco[1] y Reyes-Sosa Mariela[2]

[1] Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas;
[2] CONAHCYT-UNACH, Facultad de Ciencias Agronómicas;
[3] El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa, Tabasco, México
[4] Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Zona Maya, Quintana Roo
* Autor para correspondencia: moraless@outlook.com

Resumen

La respiración del suelo es un principal componente en el ciclo del carbono global y del flujo de dióxido de carbono (CO_2) entre los ecosistemas naturales de la tierra y la atmosfera. La integración de componente arbóreo en sistemas de pastoreo animal, como sistemas silvopastoriles, podría cambiar la tasa de respiración del suelo y aumentar el almacenamiento de carbono en suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar las tasas del flujo de CO_2 en cuatro sistemas de uso de suelo ganadero, plantaciones forestales con pastoreo (PF), árboles dispersos en potreros (ADP), cercas vivas (CV) y monocultivo de pasto (MNP) en Tabasco, México. Se realizaron mediciones mensuales de flujo de CO_2 por cuatro días consecutivas durante siete meses en un horario de 11:00 a 15:00 horas con un analizador portátil EGM-5, además, se midió la temperatura y humedad del suelo. Los resultados de respiración del suelo muestran una diferencia significativa ($P<0.05$) entre sistemas donde PF tiene menor emisión de CO_2 a la atmosfera y superiores en el sistema MNP. Además, los valores de temperatura (°C) y humedad (%) del suelo no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$). Esto demuestra que los sistemas silvopastoriles con mayor cantidad de árboles dentro del potrero emiten menos CO_2 tanto en los meses de sequía como en el periodo de norte, siendo estos sistemas más estables en cuanto a emisiones de CO_2 por respiración del suelo. Sin embargo, aun falta estudiar el almacenamiento de carbono en suelo y su relación con la emisión de CO_2

Palabras clave: *Flujo de CO_2 del suelo; Emisión de GEI; Sistemas silvopastoriles.*

7.4. Distribución de carbono orgánico del sistema milpa intercalado con árboles frutales en Ocozocoautla, Chiapas, México

Ramos-Pérez Miguel A.[1,*]; Aryal Deb Raj[2]; Camas-Gómez Robertony[3]; Guevara-Hernández Francisco[4]; Pinto-Ruiz René[4] y La O-Arias Manuel A.[4]

[1] Universidad Autónoma de Chiapas (MCPAT-CONACYT)

[2] Universidad Autónoma de Chiapas (CATEDRAS-CONACYT)

[3] Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias;

[4] Universidad Autónoma de Chiapas (Docente-investigador).

[*]Autor para correspondencia: angel.ramos@unach.mx

Resumen

El sistema Milpa intercalada con árboles frutales (MIAF) ayuda a contribuir en la mitigación del cambio climático a través de la captura de carbono orgánico (CO). El propósito de esta investigación consistió en conocer la concentración de CO en suelo y la distribución de raíces finas del MIAF y pastizal. El estudio se llevó a cabo en el campo experimental centro del INIFAP en Ocozocoautla, Chiapas, México. El muestreo de suelo y de raíces finas se realizó a diferentes distancias de los árboles. La biomasa de raíces finas ≤ a 2 mm mostro diferencia estadística entre sistemas (F = 32.31, p = 0.000), el MIAF obtuvo una media de 220.8 g/m^3 con intervalo de 156.1 g/m^3 a 285.6 g/m^3; mientras que el pastizal obtuvo una media de 713.0 g/m^3 con intervalo de 555.0 g/m^3 a 872.0 g/m^3. El porcentaje de CO en el suelo no presento diferencia estadística entre sistemas (F = 0.25, p = 0.621). Sin embargo, en el sistema MIAF, la distancia tuvo un efecto significativo (F = 20.80, p = 0.000), 80 cm tiene una media de 2.3% con intervalo de 2.1% a 2.5%, más alta en comparación de 160 y 300 cm. La profundidad se suelo también tuvo efecto en la concentración de CO (F = 4.76, p = 0.001). Estos resultados permiten conocer la aportación del sistema MIAF en la captura de carbono en condiciones similares.

Palabras clave: *Sistema MIAF; Raíces finas; suelo; variables.*

7.5. Cálculo del coeficiente de cultivo para Avena de invierno en una región semiárida

Juárez-Altamirano René[1]; Torres-Gómez Andrés[1]; Salas-Aguilar Víctor[2] y Flores-Rentería Dulce[3,*]

[1] 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.

[2] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Kilometro 3.5 Carretera Anáhuac S/N, C.P. 31600 Anáhuac, Municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

[3] CONAHCyT -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.flores@cinvestav.edu.mx

Resumen

La avena forrajera, es un cultivo de importancia económica en México se siembra anualmente como planta para la alimentación del ganado, mientras que la producción de granos sirve para el consumo humano. La producción de este cultivo en las regiones áridas de México se lleva a cabo en áreas con riego, lo que requiere de planificación sobre la demanda de agua y por tanto del conocimiento de requerimientos hídricos y de los coeficientes de cultivo que permitan el desarrollo de este. Para dar respuesta a esta necesidad se requiere la estimación de la evapotranspiración (ET) del cultivo, en este trabajo se compararon los resultados del cálculo de la ET a partir del método de Covarianza Eddy, Balance hídrico del suelo y con percepción remota, para posteriormente construir una curva de coeficiente de cultivo para las distintas etapas fenológicas del cultivo de avena. Al comparar los métodos utilizados se validó el uso del cálculo de la ET a partir del balance hídrico del suelo y de percepción remota para ser utilizados como alternativa al método de Covarianza Eddy. Los coeficientes de cultivo de la avena presentaron valores de entre 0.7 y 2.3 en las diferentes etapas fenológicas. Se observó una diferencia de estos valores con respecto a la literatura, las cuales pueden ser atribuidas a la cantidad de riego que los productores aplican a la parcela. Se propone una curva de coeficiente de cultivo que puede ser empleada como referencia en el cálculo del riego para el cultivo de avena de invierno.

Palabras clave: *Avena, Balance hídrico; Coeficiente de cultivo; Covarianza Eddy; Percepción remota.*

7.6. Evaluación espacial de la aptitud territorial para el cultivo de Café (*Coffea arabica*) en Chiapas

Salvador-Castillo José M.[1,*]; Bolaños-González Martín A.[1]; Ramírez-Ayala Carlos[1]; Libert-Amico Antoine[2] y Rico-Sánchez Axel E.[1]

[1] Posgrado en Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Carr. México-Texcoco km 36.5, Montecillo CP 56264. Texcoco, Estado de México, México.
[2] Programa Mexicano del Carbono, Chiconautla N° 8, Col. Lomas de Cristo CP 56225. Texcoco, Estado de México, México
*Autor para correspondencia: slcastillo990@gmail.com

Resumen

Pese a enfrentar desafíos ambientales, productivos y socioeconómicos, el estado de Chiapas es el principal productor de café en México. La escasez de información local para la toma de decisiones es uno de los obstáculos más significativos, por lo que en este trabajo se generó un mapa que muestra la aptitud de las tierras de Chiapas para este cultivo utilizando variables geoespaciales como la temperatura, precipitación, textura del suelo y altitud. Mediante el análisis geográfico de las 325 268 parcelas cultivadas en el estado se obtuvo una perspectiva realista sobre el uso actual del suelo. Se encontró que existen 214 300 ha clasificadas en grado de aptitud alto. De estas, solo 25 045 ha son utilizadas para este cultivo, existiendo un potencial sin explotar que podría reforzar su producción estatal. Adicionalmente, la subutilización de casi el 90% de las zonas óptimas complica la sostenibilidad y eficiencia de las prácticas de manejo del cultivo, ya que las áreas de producción actuales pueden no ser las más adecuadas para maximizar el rendimiento y la calidad del café. El mapa generado es una herramienta de planificación, pero también es un llamado de atención hacia la implementación de prácticas más sostenibles y eficientes en la producción, en especial cuando el cambio climático amenaza la viabilidad de este cultivo a nivel global. Finalmente, la información presentada es básica para generar enseguida las implicaciones en la producción de café en Chiapas de acuerdo a los escenarios de cambio climático a diferentes horizontes de tiempo.

Palabras clave: *Sustentabilidad; sistemas de información geográfica; análisis multicriterio; mapas de aptitud.*

7.7. Diseño de un sistema agroforestal para un ecosistema típico de selva baja caducifolia

García-Martínez, R.[1,*]; Gómez-Gómez O.I. [1]; Hernández-Soto F.N. [1] y García-Urbina J. [1]

[1] *División de Ingeniería Forestal, Tecnológico Nacional de México-TES Valle de Bravo. Carretera federal Monumento-Valle de Bravo, km 30, Ejido San Antonio de la Laguna, CP 51200, Valle de Bravo, Estado de México.*
[*] *Autor para correspondencia: rgm1117@gmail.com*

Resumen

Los sistemas agroforestales son esquemas productivos que busca aprovechar las bondades de los cultivos agrícolas y especies forestales para proveer a los productores de productos alimenticios y maderables para consumo o comercialización. Estos sistemas productivos funcionan como una práctica de conservación de suelos y conservación de la biodiversidad. El objetivo de este proyecto fue diseñar tres sistemas agroforestales aplicables a la comunidad de La Calera de los Gallos, Ixtapan del Oro, Estado de México. Esta comunidad pertenece a un ecosistema característico de selva baja caducifolia. Para ello se identificaron las especies de plantas (cultivos anuales, frutales y forestales) que se utilizan en la comunidad. Posteriormente se generaron los arreglos topológicos y se definieron las especies que se incluirían en cada arreglo. Se uso como área estándar una hectárea de terreno. Los diseños se generaron en el software autocad. Se generaron tres sistemas: 1) Maíz-Limón-Bursera, 2) Frijol-Guayaba-Teca y 3) Avena-Plátano-Gmelina. El diseño de estos sistemas es adecuado para su aplicación en la comunidad de la Calera de los Gallos, Ixtapan del Oro, Estado de México, porque considera las condiciones climáticas y topográficas, de tal manera que las especies seleccionadas son de uso común por los productores locales.

Palabras clave: *Sistemas agroforestales; producción forestal; producción agrícola*.

7.8. Carbono en sistemas agroforestales de café en la organización OCOZACA, Ixhuatlán del Café, Veracruz

Tinoco-Rueda Juan A.[1]; **Valdés-Velarde Eduardo**[2,*]; Merino Agustín[3] y Escamilla-Prado Esteban[1]

[1] Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. Km 6 carretera Huatusco-Xalapa, Huatusco, Veracruz. C.P. 94100.
[2] Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México, 56230, México.
[3] Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, 27002, España.
*Autor por correspondencia: evaldesv@chapingo.mx

Resumen

La composición de especies propicia el almacenamiento de carbono en la biomasa de dichos agroecosistemas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el almacenamiento de carbono en la biomasa de sistemas agroforestales de café en la organización OCOZACA, Ixhuatlán del Café, Veracruz. Se consideraron cuatro reservorios de carbono: 1) especies de sombra, 2) cafetos, 3) herbáceas, y 4) hojarasca. Para determinar el peso de la materia seca para las especies de sombra y cafetos se utilizaron modelos alométricos. Para todos los reservorios se asumió una concentración de carbono del 50 % (basado en materia seca). Las existencias de carbono obtenidas en cada reservorio de cada sitio se extrapolaron para estimar el contenido de carbono por hectárea (MgC ha^{-1}). El reservorio que más carbono almacena son los árboles de sombra con un promedio de 40.5 MgC ha^{-1} y un rango de 10.7 a 67.1 MgC ha^{-1}.

Palabras clave: *cafetales; agroforestería; agricultura multifuncional; captura; almacenamiento.*

7.9. Carbono en biomasa aérea de cafetales del centro de Veracruz en un gradiente altitudinal

Tinoco-Rueda Juan A.[1,3,*]; Valdés-Velarde Eduardo[2]; Merino-García Agustín[3] y Escamilla-Prado Esteban[1]

[1]Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, km 6 carretera Huatusco-Xalapa, Huatusco, Veracruz.
[2]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 carretera Texcoco-México, Texcoco, México.
[3]Universidad de Santiago de Compostela, Lugo, España.
*Autor para correspondencia: jtinocor@chapingo.mx

Resumen

Los cafetales diversificados son sistemas agroforestales multiestrato basados en el establecimiento de plantas del género *Coffea* en el estrato arbustivo en combinación con especies perennes multipropósito que su principal función es brindar sombra al café. Esta composición de especies propicia el almacenamiento de carbono en la biomasa de dichos agroecosistemas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el almacenamiento de carbono en la biomasa de tres sistemas de producción de café del centro de Veracruz en un gradiente altitudinal. Se consideraron cuatro reservorios de carbono: 1) especies de sombra, 2) cafetos, 3) herbáceas, y 4) hojarasca. El carbono en los reservorios 1 y 2 se obtuvieron mediante alometría, mientras que para los reservorios 3 y 4 se obtuvieron muestras en campo que se secaron en un horno de secado. Para todos los reservorios se asumió una concentración de carbono del 50 % (basado en materia seca). Las existencias de carbono obtenidas en cada reservorio de cada sitio se extrapolaron para estimar el contenido de carbono por hectárea (MgC ha^{-1}). Como resultado se obtuvo que los cafetales ubicados en el estrato altitudinal alto (1,200 a 1,500 msnm) registran más carbono en comparación con el estrato medio (900 a 1,200 msnm) y el estrato bajo (600 a 900 msnm). De los tres sistemas evaluados el policultivo tradicional es donde se encuentra más carbono con un rango de 28 a 39 MgC ha^{-1}. Con base en lo anterior se concluye que estos sistemas pueden incluirse en estrategias de mercado de carbono.

Palabras clave: *flujos de carbono; cafeticultura; alometría.*

7.10. Secuestro de carbono en sistemas tradicionales: "Coo yuu" en la Mixteca Alta

Reyna-Ramirez Cristian A.[1,2]; Fuentes-Ponce Mariela H.[1,*]; Xolalpa-Morales Karen C.[1] y Orozco Ramírez Quetzalcóatl[3]

[1] Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Agrícola y Animal. México, Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud, Coyoacán, CDMX. C.P. 04960 México.
[2] Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías. Programa Investigadoras e Investigadores por México.
[3] Unidad Académica de Estudios Territoriales Oaxaca, Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
*Autor para correspondencia: mfponce@correo.xoc.uam.mx

Resumen

Los sistemas agrícolas son importantes para proveer alimentos y brindar servicios ecosistémicos. En la Mixteca Alta en Oaxaca persiste un agrosistema tradicional conocido como "Coo yuu" (lama-bordo), la captación de suelo lo perfila con potencial para capturar C. El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad del sistema lama-bordo para almacenar carbono. El estudio se realizó en 6 municipios del Geoparque Mixteca Alta, se identificaron 16 zonas de lama-bordo, se realizaron vuelos con un dron DJI phantom 4 RTK, resolución 15cm/píxel. Se realizó un ortomosaico y un modelo de elevación digital. En QGIS se calculó el área y volumen de cada lama-bordo, en cada zona se realizaron muestreos de suelo para determinar densidad aparente, contenido de carbono orgánico y nitrógeno total, y se calculó la capacidad de almacenamiento de C de cada zona. Se analizaron 211 lama-bordos (110.59 hectáreas), el promedio por lama-bordo es de 0.56 hectáreas, la altura promedio del pretil es de 2.51m, con una densidad aparente promedio de 1.02 g cm^{-3}, teniendo 13 700 ton de suelo, con 1.47% de carbono orgánico, lo que representa 392.28 Mg C ha^{-1} el contenido de nitrógeno total es de 0.13%. Los lama-bordos almacenan C debido a su ubicación en el territorio, el mayor almacenamiento es en los que se encuentran en la parte baja del Geoparque debido a su antigüedad, con pretiles más altos y el tipo de suelo Feozem que contiene mayor C. Es urgente promover el cuidado de estos sistemas para no perder el C almacenado.

Palabras clave: *lama-bordo; sistemas de información geográfica; dron; análisis del paisaje agrícola.*

7.11. Niveles de sustentabilidad de Sistemas Agroforestales de cacao en comunidades del estado de Tabasco, México

Sánchez-Hernández Rufo[1,*]; Estrada-Botello Maximiano A.[1]; Sánchez-Hernández Esperanza[2]; Salvador-Morales Pedro[3] y Ramos-Reyes Rodimiro[4]

[1] Universida Juárez Autónoma de Tabasco/División Académica de Ciencias Agropecuarias. Carretera Villahermosa -Teapa Kilómetro 25+2 Ranchería la Huasteca 2da sección, 86298 Centro, Tabasco C.P. 86298
[2] Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus IV, Huehuetán. Entronque Carretera Costera y Pueblo de Huehuetán, Huehuetán, Chiapas. C.P. 30660
[3] Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná (IT Chiná). Calle 11 S/N entre 22 Y 28, Chiná, Campeche. C.P. 24520, México.
[4] El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Villahermosa. Carretera a Reforma Km. 15.5 s/n Ra, Guineo 2da. Sección, Municipio del Centro, Tabasco, C.P. 86280.
*Autor para correspondencia: rufo.sanchez@ujat.mx

Resumen

El cultivo de cacao es un sistema agroforestal de gran arraigo en la cultura de los tabasqueños, además de jugar un papel importante en la economía y conservación del medio ambiente. Sin embargo, actualmente este sistema agroforestal enfrenta una serie de problemas, que afectan sus niveles de sustentabilidad. Por ello, el objetivo de la investigación es realizar una evaluación para determinar el nivel de sustentabilidad del cultivo de cacao en comunidades de Tabasco, a través de la metodología para la Evaluación de la Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación (SAFA). Los resultados indican que la actividad se desarrolla con niveles de sustentabilidad apenas aceptables en todas sus dimensiones, aunque la integridad ambiental es ligeramente superior sobre las dimensiones de buena gobernanza, bienestar social y resiliencia económica, se podrían considerar la totalidad de las dimensiones que son de bajo nivel, lo que hace de esta población de productores altamente vulnerables económicamente, además de carentes de derechos y con bajos niveles de vida digna. Los productores reconocen estas condiciones de la actividad, y como respuesta han propuesto enfrentar los problemas, sobre todo de los bajos precios que impone el mercado internacional y la falta de ética del corporativismo, a través de la recuperación de esquemas de organización, en donde haya una mayor equidad, democracia y estado de derecho, así como mejorar las condiciones de mercado, a partir de una mayor capacidad de transformación de la materia prima para dar valor agregado a la producción.

Palabras clave: *SAFA; sostenibilidad; agroforestería; Theobroma cacao L. agricultura tropical.*

7.12. Estimación de la huella de carbono de la cadena productiva de café orgánico bajo sombra

Villa-Herrera Adán[1,*]; Salvador-Castillo José M.[1]; Ramírez-Armas Luz M.[1] y Bolaños-González Martín A.[1]

[1] Posgrado en Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Carr. México-Texcoco km 36.5, Montecillo C.P. 56264. Texcoco, Estado de México, México.
*Autor para correspondencia: adan123avh@hotmail.com

Resumen

La producción de alimentos genera casi un tercio de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), ya que todos los productos agrícolas generan GEI en sus cadenas productivas. La huella de carbono (HC) cuantifica estas emisiones en las etapas involucradas en la generación de un producto, ofreciendo una métrica estándar para evaluar su impacto. En este contexto, se estimó la HC de la cadena productiva de café (*Coffea arabica*) cultivado bajo sombra, de la cooperativa de productores de café orgánico Comon Yaj Noptic SPR de RL, ubicada en La Concordia, Chiapas. Se utilizó información de rendimientos, datos de actividad medidos y obtenidos en entrevistas realizadas a los productores y directivos de esta cooperativa. La captura de carbono por este sistema agroforestal se estimó utilizando los factores de emisión reportados en la Guía de Buenas Prácticas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), en su refinamiento de 2019. Se encontró que las emisiones de GEI por kg de café verde hasta la obtención del café pergamino fueron de 0.595 kg de CO_2e, y desde éste hasta el empaque del café molido de 0.415 kg CO_2e, siendo el beneficio húmedo el proceso con más emisiones (0.574 kg CO_2e), debido al metano y óxido nitroso liberados por las aguas residuales. Así, los GEI emitidos en toda la cadena productiva fueron 1.010 kg de CO_2e por kg de café verde. En contraparte, se estimó que el sistema de producción agroforestal capturó 13.803 kg CO_2e $año^{-1}$ por kg de café verde. La HC resultó negativa, de -12.793 kg CO_2e por kg de café verde, demostrando que este sistema agroforestal captura más CO_2 del que emite. Los resultados demuestran la sostenibilidad de estos sistemas agroforestales, y subrayan la necesidad de apoyar a los pequeños productores en su adopción y mantenimiento.

Palabras clave: *Coffea arabica; sistemas agroforestales; almacenes de carbono; gases de efecto invernadero; resiliencia.*

7.13. Renovación estratégica de cafetales: reflexiones sobre una estrategia integral de restauración ecológica de sistemas agroforestales

Libert-Amico Antoine[1,2,*]**;** Bolaños-González Martín A.[2]; Paz-Pellat Fernando[1] y Villalobos-Sánchez Gontrán[3]

[1] Programa Mexicano del Carbono, Chiconautla 8A. Lomas de Cristo, C.P. 56225. Texcoco, Estado de México, México.
[2] Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.
[3] Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en México. Montes Urales 440, Col. Lomas de Chapultepec. Alcaldía Miguel Hidalgo. Ciudad de México
*Autor de correspondencia: antoinelibert@hotmail.com

Resumen

La renovación de los cafetales es una actividad esencial para el manejo del cultivo del café, influye sobre la producción y la rentabilidad del sector. El establecimiento y el manejo de viveros de plántulas de café – anteriormente relativamente escaso – se ha difundido masivamente en las zonas cafetaleras de Chiapas y Veracruz. Esto se debe en gran parte a la respuesta institucional y privada para hacer frente a la epidemia de la roya del cafeto, que afectó dramáticamente el cultivo de café arábigo en México a partir de 2013. Complementario a las respuestas institucionales a la crisis socioecológica de la roya del cafeto, el programa Sembrando Vida ha dado un impulso contundente a la producción de plántulas en viveros para el establecimiento y la renovación sistemas agroforestales en el país, contabilizó a mediados del año 2022 la producción de un total de 1,269 millones de plántulas. Si bien no todas estas plántulas corresponden a sistemas de producción de café, demuestra una experiencia colectiva en la construcción y el manejo de viveros regionales y locales. Las cooperativas de café de la Sierra Madre de Chiapas han innovado para acompañar las estrategias de renovación con la evaluación sensorial de las nuevas variedades de café empleadas, y con el acceso a insumos claves para su exitosa siembra en campo. Adicionalmente, el proyecto "Resiliencia y estabilidad sociecológica de la nueva cafeticultura mexicana bajo sombra: hacia nuevos paradigmas" explora mecanismos para fortalecer la transición de la producción de plantas de café a la generación de insumos. Este trabajo colaborativo incluye elementos adicionales como la inclusión de viveros de árboles de sombra, mecanismos de seguro por planta y asistencia técnica para asegurar el establecimiento y mantenimiento de nuevos sistemas agroforestales diversos, con contribuciones demostradas a los almacenes de carbono, la biodiversidad y la economía familiar.

Palabras claves: *restauración ecológica; carbono agrícola; cooperativas de café.*

PMC
Programa Mexicano del Carbono
Red Temática del CONACYT

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

The Ocean Foundation

Stanford | México Clean Economy 2050