

Simposio
Internacional
del Carbono
en México

pachuca, Hidalgo 2016

Pachuca, Hidalgo

2016

MEMORIA
Resúmenes
Cortos

Programa Mexicano del Carbono

PM
Programa Mexicano del Carbono

UAEH
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo



Pachuca, Hidalgo 2016

**Simposio
Internacional
del  Carbono
en México**



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.pmc carbono.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.

VII SIMPOSIO INTERNACIONAL DEL
CARBONO EN MÉXICO

MEMORIAS DE
RESÚMENES CORTOS

Julio César Wong González y Fernando Paz Pellat
Compiladores

Programa Mexicano del Carbono

Mayo 2016

CONTENIDO

Sección 1

ATMÓSFERA

1.1	Diseño de una herramienta computacional que calcula la reducción de gases de efecto invernadero como consecuencia del uso de la energía eólica	14
1.2	Net carbon dioxide ecosystem exchange in contrasting mangroves from Northwest Mexico	15
1.3	Incendios, biomasa y emisiones de carbono a la atmósfera en el suelo de conservación de la Ciudad de México	16
1.4	La influencia de sequía y humedad anormales en el intercambio neto de carbono en un matorral semiárido	17
1.5	Estimación de emisiones de CO ₂ para el sector transporte vial en el corredor urbano Pachuca-Tizayuca	18
1.6	Afectación de la calidad del aire en el estado de Tlaxcala por emisiones de un incendio forestal en el Parque Nacional Malinche para el año 2006	19
1.7	Inventario de ciclos de vida como insumo como para estimar emisiones generadas por ganado bovino en el río Mayo, México	20
1.8	Emisiones de dióxido de carbono por incendios forestales en la Corona Regional de la Ciudad de México, periodo 2003-2014	21
1.9	¿Monitoreo o medición de GEI?: hacia un protocolo común y buenas prácticas	22

Sección 2

BIOENERGÍA

2.1	Remoción de DQO por microalgas aisladas a partir de aguas residuales industriales de la zona sur de Tamaulipas y análisis estructural de lípidos por espectroscopia infrarroja	24
2.2	Cultivos de <i>Dunaliella salina</i> con medios alternativos. Producción de β -caroteno y lípidos	25
2.3	Obtención de pectina y azúcares fermentables a partir de harinas de residuos de limón italiano (<i>Citrus limon</i> L. Burns)	26
2.4	Bioenergía a partir de nopal: hidrólisis de <i>Opuntia</i> spp. para la obtención de azúcares fermentables	27
2.5	Balance de carbono y energía en la producción de biodiésel a partir de lípidos microbianos de levaduras comparado con aceites vegetales	28

2.6	Microalgas: una opción biotecnológica para la captura de CO ₂	29
2.7	Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en cultivo de nopal con fines bioenergéticos	30

Sección 3

DIMENSIÓN SOCIAL

3.1	Relevancia de la cooperación internacional para la investigación sobre el ciclo del carbono en México	32
3.2	Re-thinking REDD+ for the Mexican sink	33
3.3	Carbono orgánico del suelo y beneficios económicos en la producción de nopal verdura en Milpa Alta, Ciudad de México	34
3.4	Impactos y escenarios económico-ambientales ante la demanda eléctrica y emisiones de CO ₂ debidos al abatimiento del nivel del agua subterránea	35
3.5	Herramienta para la estimación de la huella de carbono individual en diferentes regiones del estado de Jalisco	36
3.6	La política forestal y climática: análisis de la metodología de gobernanza intermunicipal de mecanismos REDD+ a nivel local	37
3.7	Identificación de áreas elegibles para actividades de captura de carbono por reforestación/forestación en el estado de Jalisco	38
3.8	Pesca y petróleo en México: una revisión del estado de conocimiento	39
3.9	El impacto del cambio de corrientes litorales en la actividad pesquera de Puerto Chiapas (antes Puerto Madero), Chiapas	40
3.10	Modelos de Estados y Transiciones: una herramienta para la generación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el sector AFOLU	41
3.11	Determinantes de la deforestación y degradación forestal en Chiapas: enfoque social del uso y cambio de uso del suelo	42
3.12	Impacto de la roya del cafeto en los almacenes de carbono en la Sierra Madre de Chiapas	43
3.13	Bancos de carbono: una opción para los problemas de permanencia del carbono	44
3.14	Políticas de divulgación y capacitación del PMC: estado actual y planes futuros	45
3.15	Carbono, producción maderable, créditos y seguros: nuevos enfoques de instrumentos financieros en plantaciones forestales	46

Sección 4

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

4.1	Balance de carbono en la caleta Xel-Ha, Quintana Roo, México	48
4.2	Decremento en las condiciones anóxicas en el Pacífico mexicano durante la Pequeña Edad de Hielo	49
4.3	Factores que influyen en la variabilidad de la $p\text{CO}_2$ del océano frente a Baja California	50
4.4	Captura de carbono en un remanente de mangle de la localidad El Bosque, Centla, Tabasco	51
4.5	Dinámica de la producción de hojarasca en dos manglares áridos del noroeste de México	52
4.6	Captura de carbono aéreo en una zona de manglar restaurado	53
4.7	Emisión de gases de efecto invernadero y uso de suelo en las lagunas de Chaschoc (Emiliano Zapata, Tabasco)	54
4.8	Dinámica largo plazo (1999-2014) de la productividad primaria fitoplanctónica en el Lago Alchichica, Puebla	55
4.9	Variación de la profundidad del horizonte de saturación con respecto a aragonita frente a Ensenada, Baja California	56
4.10	Dinámica del carbono meiobentónico en dos hábitats contrastantes de la zona litoral del lago Alchichica, Puebla	57
4.11	Variabilidad estacional de los productores primarios basados en información satelital combinada de SEAWIFS y MODIS para los ecosistemas mexicanos	58
4.12	Respuestas del hábitat de pastos marinos como almacén de carbono en un ecosistema somero oligotrófico del caribe mexicano al gradiente de salinidad	59
4.13	Distribución del horizonte de saturación aplicando un modelo empírico durante condiciones Niño en las costas de Baja California	60
4.14	Flujos laterales de COD en un manglar de franja con influencia marina	61
4.15	Muestreo del sistema del CO_2 usando un sistema de alta resolución para las zonas del mínimo de oxígeno	62
4.16	Carbono en sedimentos de manglares de ambientes cársticos: la Península de Yucatán	63
4.17	Potencial de captura de carbono en los manglares en diferentes escenarios ambientales de la Península de Yucatán	64
4.18	Captura de carbono en diferentes manglares restaurados de la Península de Yucatán	65

4.19	Contenido de carbono elemental en sedimentos lacustres de un conjunto de lagos tropicales con distinto estado trófico	66
4.20	Estimación de carbono en plantaciones de <i>Conocarpus erectus</i> dentro de un área reforestada en Laguna de Chantuto, Mapastepec, Chiapas	67
4.21	Medición de carbono en biomasa arbórea del manglar en el Sistema Lagunar Los Patos-Solo Dios, Pijijiapan, Chiapas	68
4.22	Estimación de reserva de carbono de manglar en el área comprendida de Barra San José y San Simón, Chiapas, México	69
4.23	Distribución del carbono orgánico particulado y la biomasa fitoplanctónica en un lago tropical somero	70
4.24	Modelación conjunta del carbono y agua a nivel de parcelas y cuencas	71
4.25	Equivalencia hidrológica en acuíferos del Estado de México	72

Sección 5

ECOSISTEMAS TERRESTRES

5.1	Cambios en los flujos de carbono y agua en ecosistemas naturales y transformados en zonas áridas	74
5.2	Biocarbón como mejorador de suelo y su contribución al secuestro de carbono	75
5.3	Captura de carbono en bosques, en relación con la densidad de arbolado y fertilización química	76
5.4	Caída y descomposición de ramas en la sucesión de la selva mediana sub-perennifolia	77
5.5	Inferencia espacial de la concentración de carbono orgánico en los suelos de México	78
5.6	Ajuste de un modelo alométrico para determinar biomasa aérea en <i>Pinus halepensis</i> Mill., en la Sierra de Zapaliname Coahuila, México	79
5.7	Relaciones de la concentración de carbono entre componentes arbóreos:avances preliminares	80
5.8	Implicaciones del aprovechamiento forestal sobre los almacenes aéreos y subterráneos de carbono en una unidad de manejo forestal privada	81
5.9	Cambio en el uso del suelo y emisiones potenciales de carbono en la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales, Nayarit	82
5.10	Modelación de la dinámica del secuestro de carbono en suelos forestales	83
5.11	Simulación de los cambios de carbono orgánico del suelo en vertisoles con diferentes aportes de carbono al suelo	84

5.12	Biomasa almacenada por <i>Pinus oocarpa</i> Shiede en el Parque Estatal Monte Alto, Valle de Bravo, Estado de México	85
5.13	La sobreestimación del carbono orgánico del suelo en zonas de karst de la península de Yucatán	86
5.14	Biomasa almacenada en un bosque natural de <i>Abies religiosa</i> (Kunth Schltld. et Cham.) dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca	87
5.15	Bioensayos para evaluar la toxicidad en residuos mineros ácidos y dos tipos de biochars: lirio acuático y eucalipto	88
5.16	Carbono en sistemas agroforestales de café, bosque mesófilo de montaña y potrero en Huatusco, Veracruz	89
5.17	Producción de metano a partir de desperdicios vegetales y de nopal verdura por producción de gas <i>in vitro</i>	90
5.18	Carbono edáfico y su relación económica con los sistemas agropecuarios de la Ciénega de Chapala, Michoacán	91
5.19	Estimación de la tasa anual de acumulación de carbono en cafeto (<i>Coffea arabica</i> L.) en Huatusco, Veracruz, México	92
5.20	Efecto de los escarabajos coprófagos en las emisiones de metano durante la descomposición de excretas bovinas, bajo condiciones controladas	93
5.21	Reservorios de carbono en un bosque tropical seco en el noroeste de México	94
5.22	Biomasa afectada en un incendio forestal y regeneración natural de <i>Pinus</i> y <i>Quercus</i> en Valle de Bravo, Estado de México	95
5.23	Niveles de carbono y fertilidad debido al cambio de uso del suelo en sistemas agroforestales de cacao en Tabasco México	96
5.24	Productividad primaria bruta en ecosistemas sonorenses	97
5.25	Estimación de la captura de carbono <i>ex-ante</i> en plantaciones de manglar establecidas en la costa de Chiapas y sur de Oaxaca	98
5.26	Digestibilidad y emisión de gas en un cultivo ruminal <i>in vitro</i> usando bagazo de caña de azúcar y un subproducto energético obtenido de la producción de etanol	99
5.27	Contenido de C y N total del suelo a diferentes profundidades y diferentes tipos de uso de suelo, en el centro de Veracruz, México	100
5.28	Respiración de suelo y descomposición en sitios de sucesión ecológica dentro de un bosque tropical seco	101
5.29	La respiración del suelo desde la perspectiva de los sistemas complejos	102

5.30	Estimación de reservorios de C en biomasa aérea de la selva baja caducifolia en zonas semiáridas del noroeste de México	103
5.31	Carbono orgánico total en suelos con diferente cobertura vegetal en San José Villa de Allende, Estado de México	104
5.32	Los manglares como almacenes de carbono en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas	105
5.33	Almacén de carbono en el suelo de un bosque húmedo de niebla del Eje Neovolcánico Transversal	106
5.34	Metano producido durante la fermentación ruminal <i>in vitro</i> de heno de avena con alta concentración de selenio	107
5.35	Variabilidad espacial de la biomasa aérea en un bosque templado manejado	108
5.36	Biomasa aérea en vegetación secundaria de la cuenca baja del Usumacinta, Tabasco, México	109
5.37	Acuerdo nacional de laboratorios institucionales para análisis de carbono en material edáfico	110
5.38	Biochar: historia, naturaleza, usos y producción	111
5.39	Explosión de calderas del Oligoceno ligada a la fertilidad de suelos modernos	112
5.40	Clasificación no supervisada de las características funcionales y climatológicas de México	113
5.41	Carbono estimado en biomasa aérea de plantas leñosas de la Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes	114
5.42	Agro-diversidad de la milpa: potencial en la estabilidad del ciclo del C y autonomía alimentaria	115
5.43	Producción y caracterización de biocarbón a partir de residuos orgánicos urbanos	116
5.44	Producción neta del ecosistema en un gradiente sucesional de bosque tropical seco en el Noroeste de México	117
5.45	Cambios en el almacén de carbono del suelo posterior al sistema agrícola roza-tumba y quema en un bosque secundario, Selva Lacandona, Chiapas, México	118
5.46	Determinación de la productividad primaria bruta a escalas amplias en el bosque tropical seco en el noroeste de México	119
5.47	La diferente calidad del carbono secuestrado por los sistemas empleados en el cultivo del café	120
5.48	Estimación de variables dasométricas mediante imágenes de satélite de la selva baja caducifolia en el Estado de México	121
5.49	Transformación de C en un bosque de niebla: comparación entre un bosque natural y urbanizado	122
5.50	La materia orgánica como indicador de sostenibilidad en bosques con aprovechamiento	123

5.51	Variaciones climáticas inter-anales como determinantes en la concentración de carbono orgánico en el suelo	124
5.52	Monitoreo de las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O durante un evento de riego en una parcela regada con agua residual	125
5.53	Los agroecosistemas ¿funcionan como sumidero de carbono?	126
5.54	Cambios recientes en el clima y vulnerabilidad de los ciclos de C, N y P en ecosistemas secos de México	127
5.55	Contenidos de carbono en suelos ribereños en una asociación de perfiles tipo del declive oriental de la región de los volcanes Iztaccíhuatl-Popocatépetl	128
5.56	Diseño e implementación de un servicio web de cartografía temática del carbono en México	129
5.57	Métodos y cálculos del material leñoso caído (MLC) en el Estado de México	130
5.58	Parámetros de biodiversidad y carbono en bosques del Estado de México	131
5.59	Simulación espacial de las propiedades del suelo en el Estado de México	132
5.60	Factores de expansión de biomasa para las ecoregiones de México	133
5.61	Estimación de carbono en el almacén de biomasa muerta sobre el suelo en bosques del municipio de Texcoco, Estado de México	134
5.62	Descripción de las bases de datos del proyecto RETUS con BASES - EDOMEX	135
5.63	Síntesis Nacional del Conocimiento del Carbono Orgánico en los Suelos: Principales Resultados	136
5.64	Mapa de erosión de los suelos de México y sus posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo	137
5.65	Integración de biodiversidad en modelos de la dinámica del carbono y agua: un enfoque de estados de equilibrio	138
5.66	Estimación de almacenes de carbono en todos los usos de suelo del Estado de México	139
5.67	Estimación de carbono orgánico en mantillo en zonas forestales del Estado de México, resultados preliminares	140
5.68	Síntesis Nacional del Conocimiento del Carbono Orgánico en los Suelos: Vacíos y Oportunidades	141

1 ATMÓSFERA



1.1 Diseño de una herramienta computacional que calcula la reducción de gases de efecto invernadero como consecuencia del uso de la energía eólica

Sabás-Segura José¹

¹Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. Blvd. Cuitzeo de los Naranjos No. 401, Col. Cuitzeo de los Naranjos, CP 36976, Abasolo, Guanajuato, México. Autor para correspondencia: jose.sabas.itesa@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se aborda uno de los beneficios que tiene el estudio de las energías renovables para el desarrollo sostenible, este es un ejercicio para que los estudiantes de Ingeniería Ambiental y Energías Renovables tomen conciencia sobre la importancia de la energía eólica. A través de la creación una herramienta computacional diseñada con la interfaz gráfica GUIDE de Matlab se determina la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, así como las ganancias económicas por la venta de bonos de carbono debido a las toneladas de dióxido de carbono evitadas.

Palabras clave: bonos de carbono, eólica, GUIDE, Matlab, efecto invernadero.

1.2 Net carbon dioxide ecosystem exchange in contrasting mangroves from Northwest Mexico

Vargas-Terminel Martha L.¹; Rodríguez Julio C.²; Robles-Zazueta Carlos A.²; Yépez Enrico A.¹; Vargas Rodrigo³; Watts Christopher J.² y Garatuza-Payán Jaime¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México. Autor para correspondencia: vargastml@gmail.com

²Universidad de Sonora. Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora, México.

³University of Delaware. 531 South College Avenue, Newark, DE, 19716, USA

Resumen

La dinámica funcional de los manglares está controlada por los cambios en los factores biofísicos y disturbios causados por la presencia de actividades humanas, los cuales pueden llegar a controlar la productividad neta del ecosistema (NEP). Sin embargo, la importancia relativa de estos factores es poco entendida por la escasez de mediciones de flujos y reservorios de C. En este estudio se presenta el intercambio neto del ecosistema (NEE) en dos manglares contratantes del noroeste de México: un sitio considerado como prístino (Estero el Sargento; SL) y un sitio que se encuentra influenciado por la presencia de actividades antropogénicas (Bahía del Tóbari; TB) durante periodos representativos de una estación seca y una estación húmeda de 2014. Se utilizaron mediciones continuas de flujos de CO₂ mediante la técnica de covarianza de vórtices. Se observó que los sitios presentaron diferentes magnitudes en captura de carbono, sin embargo, fungieron como sumideros de carbono. Durante el periodo de estudio, la ganancia de carbono para SL fue -147 g C m⁻², mientras que TB presentó -41 g C m⁻². Es necesario considerar los disturbios de carácter antropogénico, debido a que éstos pueden provocar un mayor impacto en los ecosistemas que son susceptibles a los cambios en su entorno, lo cual produciría un decremento o incremento en la dinámica del carbono en el ecosistema.

Palabras clave: bahía del Tóbari, biogeociencias, covarianza de vórtices, estero el Sargento, intercambio neto del ecosistema, manglares de Sonora.



1.3 Incendios, biomasa y emisiones de carbono a la atmósfera en el suelo de conservación de la Ciudad de México

Villers-Ruiz Lourdes¹ y Gaytán-Jiménez Sonia¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera. Circuito de la Investigación Científica S/N Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México. Autor para correspondencia: atmosfera.unam.mx

Resumen

Los incendios de la vegetación cercana a las áreas urbanas son una fuente importante a la atmósfera de gases efecto invernadero y partículas de aerosol. Estos gases contribuyen a la contaminación del aire, además de que modifica directa o indirectamente en el cálculo de los inventarios de gases emitidos de un país determinado. Del total de especies químicas que se liberan en las emisiones de incendios forestales severos en bosques templados, la fracción dominante pertenece a: monóxido de carbono, dióxido de carbono y metano; éstos son responsables de aproximadamente el 90-95% del total de carbono emitido. Este estudio reporta la biomasa afectada por los incendios sucedidos en cinco tipos de bosque templado del Suelo de Conservación de la Ciudad de México, durante el periodo 2005 a 2013 y las emisiones generadas de tres gases a base de carbono: CO, CO₂ y CH₄, considerando que se queman en un cierto porcentaje el arbolado, el sotobosque y los combustibles sobre el suelo. Los resultados indican que la biomasa de las comunidades vegetales se encuentran entre 38 y 21 t ha⁻¹. En general las comunidades de *Pinus-Alnus-Quercus* y *Abies religiosa* presentan las mayores cantidades de emisiones por hectárea en los tres componentes químicos.

Palabras clave: quema de biomasa, incendios forestales, factores de emisión.



1.4 La influencia de sequía y humedad anormales en el intercambio neto de carbono en un matorral semiárido

Cueva Alejandro¹; Bullock Stephen H.¹; López-Reyes Eulogio¹ y Vargas Rodrigo²

¹*Departamento de Biología de la Conservación, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California. Autor para correspondencia: acueva@cicese.edu.mx*

²*Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware. Newark, DE, 19716, USA.*

Resumen

Para mejorar esquemas de manejo y adaptación al cambio climático es fundamental comprender como es que los ecosistemas áridos y semiáridos responderán ante posibles cambios en la temporalidad de la precipitación. En el presente estudio se utilizaron dos años de datos (2010 y 2014) de intercambio neto del ecosistema empleando la técnica de correlación turbulenta, en un matorral semiárido dentro del Valle de Guadalupe, Baja California, México. En el año 2010 hubo un excedente de precipitación (+126% del promedio) y el año 2014 tuvo un déficit (16% del promedio) en relación al promedio anual (281 mm). En los dos años el ecosistema funcionó como un sumidero de carbono, pero fue más fuerte en 2010 (-990.7 g C m² a⁻¹) que en 2014 (-208.1 g C m² a⁻¹). Durante 2010, en la temporada de estiaje se fijó más carbono que durante la temporada de lluvias, a diferencia de 2014 cuando en la temporada de lluvias hubo una mayor fijación de carbono, pero durante la temporada de estiaje el ecosistema funcionó como una fuente débil de carbono. El exceso de precipitación en 2010 permitió alargar la temporada de crecimiento, pero el déficit de precipitación en 2014 provocó una reducción de la temporada de crecimiento, convirtiendo el ecosistema en una fuente débil de carbono.

Palabras clave: correlación turbulenta, MexFlux, Baja California, cambio climático.

1.5 Estimación de emisiones de CO₂ para el sector transporte vial en el corredor urbano Pachuca-Tizayuca

Hernández-Flores María de la L.¹; Otazo-Sánchez Elena¹; Mendoza-Herrera Karen A.¹; Razo-Zarate Ramón¹; Gordillo-Martínez Alberto J.¹; Galindo-Castillo Eric¹ y González-Martínez César¹

¹Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo, Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento, C.P. 42100, Mineral de La Reforma, Hidalgo. Autor por correspondencia: elenamariaotazo@gmail.com

Resumen

Se estiman las emisiones de CO₂ producidas por el transporte vial para los municipios con base en las metodologías definidas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, de Pachuca, Mineral de la Reforma, Tizayuca, Zapotlán de Juárez, Villa de Tezontepec y Tolcayuca, que conforman parte central del Valle de Pachuca-Tizayuca y son parte de un corredor urbano que en la actualidad se encuentra en expansión y que tiene importante actividad de transporte. Con este fin se obtienen los datos de actividad en Terajoules (TJ) del consumo de energía por vehículos automotores de los municipios estudiados. Se clasifican los de vehículos de acuerdo a sus características, se obtiene el promedio de kilómetros recorridos anualmente y la eficiencia energética. Cada uno de estos factores se desagregaron por tipo de vehículo y en el caso de la eficiencia energética, también por tipo de combustible. A partir de dichos datos de actividad y de los factores de emisión, se obtiene la cantidad de CO₂ producidos. Las emisiones por gasolina se estimaron en 516.57 Gg; las producidas por diésel 75.08 Gg, y las debidas a Gas LP 0.49 Gg. Las emisiones producidas el área de estudio representan el 22% de las emisiones estatales. El gran aporte en emisiones son los vehículos que funcionan a base de gasolina, que producen un 85%, los de diésel 13% y los de gas LP menos del 1%. A partir de este trabajo se encuentra un área de oportunidad para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero en el estado de Hidalgo.

Palabras clave: emisiones de CO₂, emisiones por quema de combustible, inventario de emisiones, transporte vial.

1.6 Afectación de la calidad del aire en el estado de Tlaxcala por emisiones de un incendio forestal en el Parque Nacional Malinche para el año 2006

Mendoza-Campos Alejandra¹; García-Reynoso José A.¹; Villers-Ruiz María de L.¹ y Carbajal-Pérez Noel²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México. Autor para correspondencia: alem@atmosfera.unam.mx

²Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Camino a la Presa de San José 2055, Lomas, 4ª sección, CP 78216, San Luis Potosí, México.

Resumen

La emisión de contaminantes por incendios forestales contribuye a la contaminación del aire. Debido a que la información en el país sobre las emisiones de incendios son muy escasas y la duración de los incendios es muy variable, se estimaron las emisiones de diez contaminantes (SO_2 , CO, NOX, VOC's, $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} , CH_4 , $\text{C}_{\text{elemental}}$, $\text{C}_{\text{orgánico}}$, CO_2), empleando la información de factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Se determinó la afectación de la calidad del aire en el estado de Tlaxcala por los incendios ocurridos en el Parque Nacional Malinche. El periodo de incendios forestales evaluado fue durante la temporada de secas (febrero–abril) del año 2006, tomando los incendios más importantes tanto en duración como en extensión de área quemada. Se utilizaron los modelos Weather Research and Forecasting (WRF), el modelo Post-Procesador WRF (WPP) y finalmente el modelo de herramientas para la validación (MET). Se modelaron dos tipos de escenarios (con y sin emisiones) con el objetivo de hacer la comparación entre éstos y determinar la afectación de la calidad del aire. Como resultado se obtuvieron las emisiones y las concentraciones de los contaminantes evaluados; así también, se obtuvieron los promedios de temperatura, humedad relativa, se compararon las emisiones calculadas y las del inventario de emisiones de Tlaxcala 2005, ya que este no incluye las emisiones por incendios forestales. Se observó que hay una proporción desde el 1% hasta un 8% en partículas menores de 10 micras (PM_{10}) y de 0.1 a 1% en Monóxido de Carbono (CO) como los contaminantes más representativos. Se concluye que los incendios forestales afectan la calidad del aire del estado de Tlaxcala.

Palabras clave: incendio forestal, emisiones, calidad del aire, Tlaxcala.



1.7 Inventario de ciclos de vida como insumo como para estimar emisiones generadas por ganado bovino en el río Mayo, México

Montes-Rentería Rodolfo¹; Robles-Morúa Agustín¹; Yépez Enrico A.¹ y Zárate-Valdez J. L.²

¹Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, CP 8500, Cd. Obregón, Sonora.

Autor para correspondencia: arkangel_rmr@hotmail.com.

²Centro Regional Universitario del Noroeste. Universidad Autónoma Chapingo. Colima 163 Norte, Col. Centro, C.P. 85000. Cd. Obregón, Sonora.

Resumen

La ganadería es responsable de emitir, directa o indirectamente, el 18% del total de gases de efecto invernadero de origen antropogénico; asimismo, contribuye con el 38% del total de emisiones de metano de origen antropogénico. Sin embargo, la cuantificación de gases de efecto invernadero por actividades de ganadería es típicamente integrada en las emisiones de la agricultura. Esto hace necesario que se apliquen nuevas metodologías que permitan generar estrategias de mitigación que sean acordes a las condiciones locales de los productores de ganado. Una metodología útil para estimar el impacto de la ganadería es análisis de ciclos de vida (ACV). El ACV se integra por cuatro fases, de la cual el inventario de análisis de ciclos de vida (IACV) se considera la fase más importante de ellas. El IACV tiene su fortaleza en vincular procesos unitarios de un sistema o producto en un flujo de materiales y energía mucho más complejo y permite analizar las emisiones en un orden estructurado y lógico a lo largo de la vida de un producto o durante todo el proceso de una actividad. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de encuestas dirigidas a productores, asesores técnicos y dependencias gubernamentales que trabajan o son responsables de la ganadería bovina extensiva en la Cuenca del Río Mayo, en el noroeste de México. La encuesta se diseñó con el objetivo de obtener información de las variables utilizadas como insumo para realizar el IACV. Se realizaron 103 encuestas en los municipios cuya superficie total en la cuenca es superior al 30%. Dependiendo de la función zootécnica y para facilitar el análisis, el IACV se disgregó en ganado de rodeo, ganado productor de carne y ganado con doble propósito (leche y carne). Las variables consideradas para estimar las emisiones fueron población ganadera, material de construcción de la infraestructura en la unidad de producción (UP), insumos para preparar el terreno y producir forraje, distancias desde la UP hasta el punto de venta, insumos y equipo en la UP para manejar del ganado.

Palabras clave: inventario de análisis de ciclo de vida, gases de efecto invernadero, sistemas de producción pecuaria, ganadería extensiva.



1.8 Emisiones de dióxido de carbono por incendios forestales en la Corona Regional de la Ciudad de México, periodo 2003-2014

Bulnes-Aquino Estefanía¹; Cruz-Núñez Xochitl² y Villers-Ruiz Lourdes²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. 3000, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México. Autor para correspondencia: fanjuin24@ciencias.unam.mx

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica S/N, Ciudad Universitaria, CP 04510 Ciudad de México.

Resumen

Se presentan las emisiones de dióxido de carbono provenientes de los incendios forestales registrados en la corona regional de la ciudad de México, que cubre los estados de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala y la Ciudad de México, para los años 2003 a 2014. Se utilizó una ecuación general para el cálculo de emisiones y se aplicó a cuatro tipos de cobertura vegetal. Se reportan las emisiones de CO₂ por entidad y por año. Los estados con más emisiones fueron el Estado de México y Puebla. Del período evaluado el año 2011 mostró las emisiones más altas de CO₂ que coincide con el mayor número de incendios. No existe una relación entre el número de incendios y el área afectada.

Palabras clave: incendios forestales, emisiones, gas de efecto invernadero, cobertura vegetal, corona regional de la Ciudad de México.



1.9 ¿Monitoreo o medición de GEI?: hacia un protocolo común y buenas prácticas

Cueva Alejandro¹ y Sánchez-Mejía Zulia M.²

¹Departamento de Biología de la Conservación, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California. Autor por correspondencia: zulia.sanchez@itson.edu.mx

²Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 De Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora.

Resumen

MexFlux es una red consolidada que entre sus principales objetivos está el cuantificar la variación espacial y temporal de los almacenes de carbono, así como el intercambio de gases de efecto invernadero y energía entre los ecosistemas terrestres, costeros, marinos y urbanos y la atmósfera de México. Adicionalmente, uno de estos objetivos es establecer protocolos para medir, calibrar, procesar, archivar y compartir datos, con la finalidad de proveer valor agregado a los productos de investigación e información para tomadores de decisiones. En esta discusión, se abarca lo considerado como buenas prácticas en la colecta, procesamiento y análisis de datos empleando la técnica de covarianza de turbulencias (EC, del inglés eddy covariance). Dicha discusión está encaminada especialmente a técnicos y estudiantes que comienzan a involucrarse en proyectos donde se monitorean GEI (Gases de Efecto Invernadero) con EC. Dada la importancia y el auge que tiene la implementación de EC en México, se considera que es crucial para el futuro de MexFlux la capacitación de recursos humanos y el establecimiento de protocolos claros. Esto garantizará la homogenización de bases de datos y por tanto trabajos futuros.

Palabras clave: gases de efecto invernadero, redes, control de calidad, metadatos, covarianza de vórtices.



2 BIOENERGÍA

2.1 Remoción de DQO por microalgas aisladas a partir de aguas residuales industriales de la zona sur de Tamaulipas y análisis estructural de lípidos por espectroscopia infrarroja

Martínez-Hernández Marisol¹; Suastes-Acosta S. L.¹; Lozano-Ramírez Cruz² y Rodríguez Palacio Mónica C.²

¹Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas- Red de Universidades Anáhuac, Centro de Investigación y Tecnología en Saneamiento Ambiental. Avenida Dr. Burton E. Grossman No. 501 Pte., Col Tampico-Altamira Sector 1, CP 89605, Altamira, Tamaulipas. Autor para correspondencia: mony@xanum.uam.mx

²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 186, Vicentina, Iztapalapa, CP 09340, Ciudad de México, Distrito Federal.

Resumen

Las aguas residuales industriales en la zona de Tamaulipas, México, por su naturaleza y aún después de pasar por sistemas de tratamiento para mejorar su calidad, siguen conteniendo materia orgánica, además de iones como nitratos, fosfatos y amonio que son nutrientes fundamentales para el crecimiento de microalgas entre otros organismos microscópicos. El aislar y cultivar microalgas que crecen en este tipo de efluentes resulta de interés biotecnológico por las adaptaciones que ellas presentan para vivir en dicho ambiente. En este trabajo se presentan los resultados del aislamiento y cultivo de microalgas, encontradas en efluentes de agua residual del corredor industrial de Altamira, Tamaulipas México. Se establecieron un total de 11 cultivos clonales de las Clorofitas: *Chlorella* sp., *Desmodesmus quadricauda*, *Desmodesmus* sp., *Scenedesmus dimorphus* y la cianobacteria *Oscillatoria* sp., de las especies aisladas de la clase Clorofita, se seleccionaron dos que han sido estudiadas por varios autores para la producción de biodiesel (*Desmodesmus* sp. y *Scenedesmus dimorphus*), y se mantuvieron los cultivos en condiciones controladas de laboratorio hasta fase estacionaria, se cosechó la biomasa algal y se realizó un análisis por espectroscopía infrarroja encontrando los picos característicos de lípidos con cadenas lineales $-(CH_2)_n-$ con $n \geq 4$; se determinó que la especie *Scenedesmus dimorphus* tiene una capacidad de remoción de la DQO de hasta 43.17% en muestras de agua residual con valores iniciales de DQO en el orden de 1 199 mg/L. Los cultivos de microalgas obtenidos de la zona industrial de Altamira, representan una alternativa para el tratamiento de las aguas residuales industriales a la par de la obtención de metabolitos de interés como los lípidos para la síntesis de biodiesel.

Palabras clave: cultivo de microalgas, aguas residuales, biodiesel.

2.2 Cultivos de *Dunaliella salina* con medios alternativos. Producción de β -caroteno y lípidos

Rodríguez-Palacio Mónica C.¹; Acosta-Martínez M. L.¹ y Lozano-Ramírez C.¹

¹Laboratorio de Ficología Aplicada, Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 189, Col. Vicentina, CP 09340, Ciudad de México, Distrito Federal. Autor para correspondencia: mony@xanum.uam.mx

Resumen

Dunaliella salina es una microalga halofílica que encuentra comúnmente en depósitos de agua salada en zonas de condiciones climáticas rigurosas; en el presente estudio, recolectamos las muestras para cultivo de *D. salina* de salineras ubicadas en las costas de Manzanillo, Colima. Las microalgas fueron aisladas mediante la técnica de micropipetas de punta adelgazada en medio L1 a 35 ups. Una vez establecidos los cultivos, se sometieron a ciclos de luz:oscuridad de 12:12 y de 20:4 y se cultivaron en los medios de cultivo convencionales L1 y el BG11 y en medios alternativos: Bayfolan forte y ácido húmico de lombriz (AC-H). Los experimentos se hicieron en biorreactores de 16 L. Se tomaron muestras cada tercer día, determinando la producción de biomasa por conteo de células en cámara Neubauer; la extracción y cuantificación de lípidos por el método de Bligh y Dyer, (1959) y el método de calcinación de Marsh y Weinstein (1966); para los pigmentos, se utilizó el protocolo de Jeffrey y Humphrey (1975). El medio de cultivo más eficiente en cuanto a la producción de biomasa algal fue el AC-H siguiéndole el BG11 en el ciclo 12:12. El contenido de β -caroteno fue de 5.12 y 13.57% y la concentración de lípidos totales fue 33.13% para el medio AC-H y 74.81% para el BG11. A pesar de la diferencia entre ambos medios en cuanto a la producción de lípidos, se recomienda el uso del fertilizante como medio de cultivo ya que es más económico y eficiente para quienes quieran producir a gran escala.

Palabras clave: *Dunaliella salina*, medios de cultivo alternativos, lípidos, β -caroteno.



2.3 Obtención de pectina y azúcares fermentables a partir de harinas de residuos de limón italiano (*Citrus limon L. Burns*)

Pacheco-López Neith¹; Herrera-Pool Emanuel¹; Gongora-Cauich José¹; González-Flores Tania¹; Patrón-Vázquez Jesús; Lizardi-Jimenez Manuel² y Sánchez-Contreras Angeles¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Km 5, CP 97302, Sierra Papacal, Yucatán. Autor por correspondencia: npacheco@ciatej.mx

²Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, México.

Resumen

La gran cantidad de residuos generados por la industria citrícola en México, ha llevado a la búsqueda de alternativas de aprovechamiento de los mismos, debido a que la cáscara, bagazo y semilla de limón presentan moléculas de interés biotecnológico como la pectina, celulosa y hemicelulosa entre otras, el presente trabajo tuvo como objetivo obtener pectina a partir de harinas de residuos de limón italiano así como evaluar la hidrólisis de dichos residuos para la obtención de azúcares fermentables. Lo anterior con la finalidad de poder ser utilizados como posibles sustratos para producción de bioetanol. Los resultados indicaron la factibilidad de la recuperación de pectina con un rendimiento del 20%, en cuanto a la liberación de glucosa a partir de harinas de limón italiano gastadas de polifenoles y pectinas, se observó que de los 4 tipos de hidrólisis evaluadas (explosión a vapor, hidrólisis asistida por sonicación, hidrólisis ácida e hidrólisis básica), la hidrólisis básica presentó los mejores resultados (40 g de glucosa por kg de harina) ya que no sólo se obtuvieron mayores concentraciones de glucosa sino también se evitó la formación de hidroximetil furfural y furfural, lo anterior utilizando condiciones de 30 min de hidrólisis a 60 °C con una concentración de hidrolizante 1N.

Palabras clave: biomasa, pectina, *Citrus limon L. Burns*, azúcares fermentables.

2.4 Bioenergía a partir de nopal: hidrólisis de *Opuntia* spp. para la obtención de azúcares fermentables

Gongora-Cauich José¹; Pacheco-López Neith¹; González-Flores Tania¹; Yam-Ucan Gonzalo¹; Espinosa-Solares Teodoro² y Sánchez-Contreras Angeles¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.. Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto Km 5, CP 97302, Sierra Papacal, Yucatán. Autor por correspondencia: msanchez@ciatej.mx

²Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5, Chapingo, CP 56230, Texcoco de Mora, México.

Resumen

México ocupa el primer lugar a nivel mundial como productor de nopal. Sin embargo, reportes recientes indican que en los meses de producción, gran parte de este cultivo se pierde en el campo debido a la saturación del mercado, disminuyendo su precio y causando pérdidas al sector agrícola. Para evitar desaprovechar esta biomasa como fuente de carbono, se han estudiado alternativas para generar productos de valor agregado para la producción de bioenergía. El objetivo de este estudio, fue evaluar las características fisicoquímicas del nopal variedad Atlixco, proveniente del campo experimental de la Universidad Autónoma de Chapingo; así como el establecimiento de un proceso de hidrólisis química para la obtención de azúcares fermentables a partir de cladodios de nopal y la cuantificación de subproductos como el furfural (F) e hidroximetilfurfural (HMF). La hidrólisis química se realizó mediante un diseño factorial donde se consideraron cuatro factores: agente hidrolizante (ácido y alcalino), concentración, tiempo y temperatura; estableciendo como mejores condiciones el uso de ácido sulfúrico, a una concentración 1 N, con una temperatura de 30 °C y un tiempo de 120 min, obteniéndose 4.6 g de azúcares fermentables por kg de harina de nopal.

Palabras clave: biomasa, diseño factorial, *Opuntia* spp., pretratamiento.



2.5 Balance de carbono y energía en la producción de biodiésel a partir de lípidos microbianos de levaduras comparado con aceites vegetales

Niehus Xochitl¹ y Sandoval Georgina¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ). Av. Normalistas 800, Col. Normalistas, CP 44270, Guadalajara, Jalisco. Autor para correspondencia: gsandoval@ciatej.mx / gsandoval@confluencia.net

Resumen

Se ha señalado que para que los biocombustibles sean realmente sustentables deben provenir de fuentes de carbono residuales, evitando así los conflictos éticos y sociales de utilizar tierras y agua para su producción. En el caso del biodiésel, la principal limitante para su uso a nivel mundial es la escasez y el alto costo de la materia prima (aceites y grasas). Los aceites producidos por levaduras son una alternativa como materia prima, sobre todo cuando se utilizan residuos como nutrientes. En este trabajo se propone el uso de glicerol crudo, que es el principal residuo del biodiésel, como fuente de carbono para la producción de lípidos microbianos con su posterior conversión a biodiésel, de tal manera que se recicla el carbono en el mismo proceso. En condiciones simples se obtiene un rendimiento de 0.23 g aceite/g glicerol, que es equivalente a reutilizar el 80% del carbono proveniente del glicerol en el mismo proceso. En cuanto al balance energético, se obtiene un rendimiento de 22.2 kJ/g aceite, que corresponde a 4.5 veces la energía necesaria para su elaboración. Este rendimiento energético es similar a los obtenidos con aceite de palma (el aceite vegetal con mayor rendimiento). Pero con el uso de aceites de levaduras se reduce significativamente el uso de suelo, por cada hectárea a aproximadamente 3 m², para una misma producción de aceite en 20 veces menos tiempo sin acarrear deforestación ni quitar tierras a cultivos alimenticios.

Palabras clave: levaduras oleaginosas, biocombustibles, uso de suelo.



2.6 Microalgas: una opción biotecnológica para la captura de CO₂

Oropeza-García Norma A.¹; Vega-Azamar Ricardo E.² y Canché-Uuh José A.¹

¹Universidad de Quintana Roo. Av. Universidad S/N esquina Ignacio Comonfort, CP 77019, Chetumal, Quintana Roo.

Autor para correspondencia: noropeza@uqroo.edu.mx

²Instituto Tecnológico de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330, David Gustavo Gutiérrez, CP 77013, Chetumal, Quintana Roo.

Resumen

La demanda energética que el crecimiento demográfico trae consigo se satisface tradicionalmente mediante la quema de combustibles fósiles, lo cual incrementa la cantidad de CO₂ que se emite al ambiente, contribuyendo así al calentamiento global. Esta problemática crea la necesidad de sustituir las actuales fuentes de energía por fuentes alternativas renovables y sostenibles, que permitan reducir de forma eficaz y eficiente las emisiones de carbono al ambiente y disminuir el efecto invernadero. El presente trabajo tiene como objetivo mostrar el uso y aplicación de las microalgas para capturar CO₂ mediante el proceso fotosintético y la obtención de bioproductos como alimentos, fertilizantes y biocombustibles. El trabajo fue desarrollado mediante una investigación documental de los diferentes estudios que se llevan a cabo actualmente con la finalidad de desarrollar nuevos bioprocesos que permitan la captura de CO₂. Como resultado de la investigación se mencionan las principales ventajas y desventajas de la producción de microalgas orientada a capturar CO₂ y a generar bioproductos útiles.

Palabras clave: microalgas, biotecnología para captura de CO₂, biocombustibles.

2.7 Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en cultivo de nopal con fines bioenergéticos

Ramírez-Arpide Rafael¹; Espinosa-Solares Teodoro²; Santoyo Cortés Vinicio H.¹; Göksel Demirer³ y Gallegos-Vázquez Clemente⁴

¹Centro de Investigaciones Económicas, Tecnológicas y Sociales de la Agroindustria y Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, CP 56230, Chapingo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: rafael.arpide@gmail.com

²Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, CP 56230, Chapingo, Texcoco, Estado de México.

³Department of Environmental Engineering, Middle East Technical University. C.P. 06531, Ankara, Turkey.

⁴Centro Regional Universitario Centro Norte, Universidad Autónoma Chapingo. Cruz del Sur No. 100, Constelaciones, CP 98060, Zacatecas, Zacatecas.

Resumen

La biomasa del nopal representa una opción energética con alto potencial por sus propiedades agronómicas y su capacidad de obtener biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos que pueden ser utilizados en la producción de calor, electricidad y combustibles para el transporte. Sin embargo, existe un fuerte debate sobre los balances netos de energía y los balances netos de emisiones de gases de efecto de invernadero que tiene la cadena productiva de la bioenergía. Aunado a esto a nivel mundial, la agricultura es directamente responsable de 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) anuales e induce una emisión adicional de 17% a través de la deforestación de tierras adicionales a la agricultura, siendo la fertilización la principal fuente de emisión de GEI. El objetivo del trabajo fue cuantificar el flujo de emisiones de dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄) en plantaciones experimentales de nopal con fines bioenergéticos, para generar un inventario de los balances netos de emisiones de GEI de bioenergéticos en la producción de la biomasa. Las emisiones del GEI fueron determinadas empleando el método de cámaras estáticas, colocando las cámaras en la superficie del suelo y tomando mediciones semanalmente durante un ciclo. Los resultados mostraron que el nopal presenta emisiones de GEI más bajos comparados con cultivos energéticos anuales, así mismo, al aplicar abono orgánico a la plantación de nopal el gas acumulado que presentó un incremento significativo fue el N₂O con 130, 000 mg ha⁻¹ en comparación con el CH₄ con 70,000 mg ha⁻¹, mientras que las emisiones de CO₂ fueron de 600, 000, 000 mg ha⁻¹. Las características de la composta y el suelo son factores fundamentales en la emisión de GEI.

Palabras clave: factores de emisión, fertilización orgánica, cámaras estáticas, bioenergía.

3 DIMENSIÓN SOCIAL



3.1 Relevancia de la cooperación internacional para la investigación sobre el ciclo del carbono en México

Sosa-Núñez Gustavo S.¹

¹Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, Programa de Investigación en Cooperación Internacional, Desarrollo y Políticas Públicas. Madrid No. 82, Col. Del Carmen, Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México. Autor para correspondencia: gsosa@mora.edu.mx

Resumen

Esta contribución presenta el contexto en el cual se encuentra la cooperación internacional en materia de estudio del ciclo del carbono en América del Norte. Señalando los diversos tipos de colaboración existentes al momento; se identifica un desfase entre el trabajo académico-técnico y el ámbito de política pública en la materia. Ante esta situación, se propone profundizar la participación de actores políticos mexicanos en los procesos de interacción técnico-académica a escala regional. Recíprocamente, debe profundizarse el papel que el ámbito técnico-académico desempeña en los procesos de política pública en México. Aunado a esto, se advierte de la importancia de estrechar el intercambio de información, metodologías, conocimientos, e infraestructura que permita a México cumplir con los requisitos necesarios para estandarizar sus trabajos con los que realizan sus contrapartes. Así, la investigación en la materia tendrá un mayor alcance.

Palabras clave: ciclo del carbono, política, América del Norte, CARBONA.



3.2 Re-thinking REDD+ for the Mexican sink

Skutsch Margaret¹; Paneque-Gálvez Jaime¹; Ghilardi Adrian¹; Morfin-Rios Jorge²; Michel-Fuentes José M.³ and Carrillo Oswaldo³

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, CP 58190, Morelia, Michoacán. Autor para correspondencia: mskutsch@ciga.unam.mx

²UNDP, Proyecto Fortalecimiento del proceso de preparación para REDD+ en México y el fomento de la Cooperación Sur-Sur, CONAFOR. Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán, CP 45019, Zapopan, Jalisco.

³FAO, Proyecto Fortalecimiento del proceso de preparación para REDD+ en México y el fomento de la Cooperación Sur-Sur, CONAFOR. Periférico Poniente No. 5360 Col. San Juan de Ocotán, CP 45019, Zapopan, Jalisco.

Abstract

Recent official reports based on data from two rounds of the Mexican national forest inventory, INFyS, show that contrary to popular opinion, Mexico's forests represent a net CO₂ sink. The sink is the result of natural uptake of CO₂ across forests that remain forests, which was largely not accounted for in the national greenhouse gas inventories, for methodological reasons. The average absorption of these forests more than offsets not only emissions from degradation but also the net losses due to deforestation. It is not clear whether this effect is simply due to natural recovery of forests that have, in the past, been subject to degradation, or whether it is also occurring in intact, old-growth forests, but it is in line with findings at global level and in neo-tropical secondary forests as reported in recent literature. The finding brings into question how REDD+ will function in the future, both in terms of how the national reference emission level (NREL) should be constructed, but also, more importantly, what kinds of carbon impacts Mexican REDD+ policy should pursue. Should it aim primarily to reduce deforestation rates (which have in any case been declining in the last few years), should it aim to reduce degradation in forests which are subject to such pressures, or should it focus on enhancing and promoting the natural uptake effect in degraded forests? These choices are of course not mutually exclusive and need to be considered from the point of view of (a) biophysical potential and (b) economic efficiency and likelihood of social benefit and social approval at the local level. We conclude that apart from efforts to reduce deforestation and conserve existing stocks, a strategy aimed at stimulating enhancement of carbon stocks in forests areas which have been degraded in the past should take a central place in REDD+ in Mexico.

Key words: sink, forest enhancement, emissions versus removals, splitting the difference.



3.3 Carbono orgánico del suelo y beneficios económicos en la producción de nopal verdura en Milpa Alta, Ciudad de México

Nicolás-González Alfredo¹; Rivera-Martínez Juan G.¹; Vela-Correa Gilberto² y Silva-Torres Beatriz¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Delegación Iztapalapa, CP 09340, Ciudad de México. Autor para correspondencia: niquito_1784@hotmail.com

²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso No. 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México.

Resumen

Las actividades agrícolas convencionales han generado diferentes daños al ecosistema, uno de los más evidentes es en suelos. El manejo que reciben los suelos agrícolas generalmente implica la pérdida del carbono orgánico, este problema deriva en erosión, disminuyendo los rendimientos productivos. Sin embargo existen prácticas agrícolas para elevar los niveles de carbono orgánico en suelos, aumentando los niveles de producción, trayendo beneficios al ambiente y a la economía de los productores. Dichas prácticas se denominan agricultura de conservación y se basan en la labranza mínima o cero, uso de cobertura orgánica sobre el suelo y rotación de cultivos, así como en el uso de cultivos perennes. El cultivo de nopal verdura presente en la delegación Milpa Alta es un cultivo que se acerca a la agricultura de conservación por sus características de manejo. Se determinaron los niveles de carbono orgánico en tres suelos con cultivo de nopal verdura en la delegación Milpa Alta, sacando una relación con sus niveles de producción. Los resultados se compararon con un cultivo bajo diferente manejo como lo es el maíz. El análisis de *t* de Student mostró diferencia significativa entre los niveles de carbono orgánico del suelo ($P \leq 0.0016$) y el rendimiento productivo entre los dos tipos de cultivos. Se encontró una relación positiva entre los niveles de carbono orgánico del suelo y el rendimiento productivo del nopal.

Palabras clave: agricultura de conservación, *Opuntia ficus-indica*, Milpa Alta.



3.4 Impactos y escenarios económico-ambientales ante la demanda eléctrica y emisiones de CO₂ debidos al abatimiento del nivel del agua subterránea

Troyo-Diéquez Enrique¹; Cruz-Falcón Arturo¹; Beltrán-Morales Félix A.²; Nieto-Garibay Alejandra¹; Ruiz-Espinoza Francisco H.²; Hernández-M. Luis G.¹ y Murillo-Amador Bernardo¹

¹Programa de Agricultura en Zonas Áridas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Instituto Politécnico Nacional. Col. Playa P. de Santa Rita Sur No. 195, CP 23096, La Paz, Baja California Sur. Autor para correspondencia: etroyo04@cibnor.mx

²Departamento Académico de Agronomía, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur km 5.5, Apartado Postal 19-B, CP 23080, La Paz, Baja California Sur.

Resumen

La escasez de agua y la sobreexplotación de los acuíferos en Baja California Sur (BCS) se han agudizado por el aumento de la población, principalmente en polos turísticos como La Paz, Los Cabos y Loreto. El agua dulce que alimenta al acuífero proviene de la infiltración a partir de los escurrimientos generados por la precipitación de carácter torrencial, intermitente y estacional. La recarga del acuífero es de aproximadamente 27.8 millones de m³ al año en tanto que la extracción para los diferentes usos se estima en 36.95 millones m³/año, de los cuales 63% son para el uso público urbano a través de la operación de 23 pozos profundos para agua potable, lo cual es indicativo del déficit de agua que se agrava al paso de los años. Desde el 2010 se han realizado estudios sobre el abatimiento del nivel estático (NE) de pozos de agua de La Paz, en los que se ha observado abatimiento del orden de 2.05 m de 2005 a 2010, lo cual supone que en futuros años la disponibilidad hídrica disminuirá notablemente. Uno de los principales problemas que generará el abatimiento del agua es el incremento en la demanda de energía eléctrica para el bombeo de agua a mayores profundidades, asociado a mayores emisiones de CO₂ y otros GEI, toda vez que la electricidad se genera en central termoeléctrica convencional. Dicha problemática causaría impactos económicos y ambientales para los usuarios, aun cuando cuenten con subsidio gubernamental al consumo de electricidad. Los escenarios que contemplan incrementos en la demanda energética mensual sugieren impactos sensibles, en este contexto, la tendencia al alza del costo energético causaría impactos económicos insostenibles, con un incremento mensual promedio de \$2,000.00 sin considerar el subsidio gubernamental y la generación de 1108 kt de CO₂ adicionales por año en la cuenca.

Palabras clave: impactos económico-ambientales, emisiones de CO₂, agua subterránea.



3.5 Herramienta para la estimación de la huella de carbono individual en diferentes regiones del estado de Jalisco

Balderas-Torres Arturo¹; Garmendia-Lemus Sergio¹ y Marín-Maisterra Ana B.¹

¹Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo, CIPAD, A.C.. Iztacihuatl 1342-14, CP 45050, Zapopan, Jalisco.
Autor para correspondencia: arturo@cipad.mx

Resumen

La implementación de medidas de mitigación del cambio climático requieren como paso previo la identificación de las opciones disponibles para la reducción de emisiones. La elaboración de inventarios de emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) o el cálculo de la huella de carbono permite generar información sobre la contribución al cambio climático entre diferentes actores sociales incluyendo funcionarios públicos, el sector privado, la sociedad civil organizada y los ciudadanos. En este trabajo se describe una propuesta metodológica para calcular la huella de carbono a nivel de los ciudadanos del estado de Jalisco incluyendo variantes específicas a nivel municipal y regional. Se ha preparado un cuestionario de 52 preguntas y una hoja de cálculo para estimar las emisiones de GEI directas e indirectas por persona. La herramienta incluye el cálculo de las emisiones de por uso de combustibles en el hogar, uso de electricidad, transporte cotidiano y foráneo, consumo general de bienes y servicios y aquella asociada al manejo de aguas residuales y residuos sólidos. Para determinar la magnitud de cada fuente de emisión se utilizan factores de emisión publicados en la literatura internacional, nacional y regional. La herramienta permite estimar el área requerida para neutralizar las emisiones al considerar el tipo de vegetación presente en cada municipio. Para mostrar el uso de la herramienta se presentan los resultados obtenidos al responder el cuestionario con tres perfiles hipotéticos correspondientes a hogares de un ingreso y consumo alto, bajo y medio de los municipios de Guadalajara, Tapalpa y Mezquitic respectivamente. Los resultados indican que las categorías de transporte (local y foráneo), consumo de bienes y servicios, así como el manejo de residuos, tratamiento de agua representan las categorías con mayor contribución a las emisiones individuales. Como parte final del cálculo de la huella de carbono, se determina el área necesaria para neutralizar los efectos de las emisiones considerando el tipo de vegetación presente, este resultado es extrapolado a todos los habitantes del municipio considerando que llevarán el mismo estilo de vida y consumo. En un futuro se busca aplicar esta herramienta entre la población en general para obtener los patrones de consumo y de generación de emisiones y contribuir a la creación de conciencia sobre la contribución individual al cambio climático.

Palabras clave: huella de carbono, inventario de emisiones, hogares, participación social, educación ambiental.



3.6 La política forestal y climática: análisis de la metodología de gobernanza intermunicipal de mecanismos REDD+ a nivel local

Moreno-Plata Miguel¹

¹Academia de Ciencia Política y Administración Urbana, Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Calle Dr. García Diego No. 168, Cuauhtémoc, Doctores, CP 06720, Ciudad de México. Autor para correspondencia: miguel.moreno.plata@uacm.edu.mx

Resumen

La implementación de proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación PLUS (REDD+) es parte crucial en las políticas de mitigación y adaptación sobre el cambio climático. Es de gran interés académico el análisis de las experiencias vinculadas los sistemas de gobernanza a nivel local, particularmente en la gestión de problemas ambientales. El análisis de la experiencia de la Junta Intermunicipal de la Cuenca del Río Ayuquila es de gran importancia para valorar la posibilidad de que dicha experiencia pueda replicarse en otras regiones; lo cual demanda el desarrollo de un marco teórico y metodológico que permita, la sistematización y reformulación de dicho modelo en otros contextos socio-políticos y socio-ambientales. El análisis de la “Metodología de un modelo de gobernanza intermunicipal para la implementación de mecanismos REDD+ a nivel local” se sustenta en la revisión de los resultados de la Junta Intermunicipal de la Cuenca del Río Ayuquila. De esta manera se estudian el origen, alcances y naturaleza administrativa de la citada organización, con énfasis en sus relaciones con instituciones gubernamentales y académicas. A partir de lo anterior se analizan los alcances del modelo de gobernanza local, donde se incluyen algunas aportaciones teóricas provenientes de la literatura académica en la materia, con énfasis en las relaciones entre actores gubernamentales, sociales y privados, así como la naturaleza colaborativa del modelo de gobernanza. Por último se analiza brevemente la emergencia del Sistema Nacional de Cambio Climático y sus eventuales implicaciones sobre los sistemas de gobernanza local en el país.

Palabras clave: gobierno, administración pública, municipio.



3.7 Identificación de áreas elegibles para actividades de captura de carbono por reforestación/forestación en el estado de Jalisco

Balderas-Torres Arturo¹; Morilla-Meneses Alonso²; Garmendia-Lemus Sergio¹ y
Marín-Maisterra Ana B.¹

¹Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo, CIPAD, A.C.. Iztaccíhuatl 1342-14, Cd. Del Sol, CP 45050, Zapopan, Jalisco.

Autor para correspondencia: arturo@cipad.mx

²Geoalternativa A.C.. Quito No. 1260, Col. Italia Providencia, CP 44648, Guadalajara, Jalisco.

Resumen

Las actividades para reducir las emisiones por deforestación y degradación forestal buscan contribuir a la mitigación del cambio climático en las forestales; sin embargo, la gestión integral del paisaje requiere la intervención en zonas no forestadas. Una opción para promover el manejo sustentable del paisaje es la implementación de actividades de reforestación/forestación (R/F) en zonas no forestadas. Estas actividades pueden recibir apoyos de los mercados de carbono. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del ejercicio de identificación de las áreas elegibles para el desarrollo de actividades de R/F para promover la captura de carbono en el estado de Jalisco considerando los requisitos de elegibilidad de los principales estándares de certificación de los mercados de carbono. Se revisaron los requisitos de elegibilidad de nueve metodologías incluyendo aquellas de del Mecanismo de Desarrollo Limpio, estándares del mercado voluntario como *Gold Standard* o el Plan Vivo y la Norma Mexicana voluntaria para el registro de proyectos de carbono forestal (NMX-AA-173-SCFI-2015). Dependiendo del estándar en cuestión los terrenos para el desarrollo de proyectos de R/F deben haber estado sin cubierta forestal desde 1990 o al menos durante los últimos 10 o 5 años. Considerando este criterio se descargaron, corrigieron y clasificaron 43 escenas Landsat del estado de Jalisco de los años 1990, 2005, 2010 y 2014 para identificar las áreas sin cubierta forestal en las que podrían desarrollarse proyectos de R/F. Los resultados indican que alrededor de 2.8 millones de hectáreas son elegibles para alguna metodología de R/F en el estado. Las áreas elegibles muestran en general buena complementariedad con las áreas candidatas para pago por servicios ambientales (PSA) las cuales normalmente tienen una alta cobertura forestal. El desarrollo de proyectos de R/F en combinación con actividades como el PSA pueden fortalecer las estrategias municipales de gestión sustentable del paisaje pues en promedio el 53% de la superficie de los municipios de Jalisco es elegible para participar en estos programas.

Palabras clave: secuestro de carbono, mercados de carbono, reforestación, política ambiental.



3.8 Pesca y petróleo en México: una revisión del estado de conocimiento

Espinoza-Tenorio Alejandro¹

¹Grupo de Manejo Sustentable de Cuencas y Zona Costera, El Colegio de la Frontera Sur-Villahermosa. Carretera Villahermosa-Reforma km 15.5, CP 86280, Villahermosa, Tabasco. Autor para correspondencia: aespinoza@ecosur.mx

Resumen

El ordenamiento de las actividades marinas es un reto mundial. En México, una de las principales competencias por el espacio marítimo ocurre entre el marginal sector pesquero y la importante industria petrolera. Esta sobreposición de actividades ha ocasionado constantes conflictos que incluso podrían volverse más complejos en los próximos años por la venta de nuevos campos marinos y porque el cambio climático podría ocasionar modificaciones en la distribución de las especies y aumentar la vulnerabilidad de la franja costera. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión de literatura científica para establecer una línea base de conocimiento que permita entender las circunstancias actuales de los conflictos entre la pesca ribereña marina y la extracción de hidrocarburos. Se encontró que los estudios más frecuentes han sido sobre el impacto ecológico de la industria petrolera que ocurren por actividades como la exploración sísmica y el intenso tránsito marítimo, como por accidentes derivados de las mismas como los derrames. En la vertiente socioeconómica, se ha encontrado que los planes de desarrollo que buscan propiciar la coexistencia pesca-petróleo han tenido una limitada efectividad porque sufren problemas en su diseño, ocasionando una creciente “industria de la reclamación” entre los pescadores. Hasta el momento se carece de estudios sobre las particularidades del sistema socioecológico formado por la relación pesca-petróleo, que son necesarios para reforzar aquellos arreglos de gobernanza que permitirán lograr el desarrollo ordenado de pesca y petróleo.

Palabras clave: ordenamiento marino, reforma energética, cambio climático, sistemas socioecológicos; gobernanza.



3.9 El impacto del cambio de corrientes litorales en la actividad pesquera de Puerto Chiapas (antes Puerto Madero), Chiapas

Graciela-Alcalá Moya¹

¹Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. 30 de Junio de 1520 S/N, La Laguna Ticoman, CP 07340, Ciudad de México. Autor para correspondencia: gra2008@me.com

Resumen

Puerto Madero, hoy Puerto Chiapas, es el lugar en donde se asienta un incipiente puerto turístico para cruceros cuyas instalaciones se encuentran fuera del área urbana del pueblo. Los cambios ambientales en el litoral chiapaneco derivados de la construcción de dicho puerto y las consecuencias de esos cambios son paradigmáticos y han degradado el medio ambiente litoral por demás evidente e indeseada tanto para los habitantes de la zona como para sus vecinos de tierra adentro. Las consecuencias negativas son tales que están forzando a la migración de la población de Puerto Chiapas hacia zonas menos inseguras del litoral. En este trabajo se muestran tanto los cambios en el litoral como sus consecuencias para la población humana con el objeto de demostrar (i) que la ineficiencia en la toma de decisiones gubernamentales respecto al desarrollo litoral se basa en la defensa de intereses ajenos a los habitantes locales y sin estudios científicos previos que las avalen; y (ii) que el cambio ambiental litoral tiene consecuencias a corto plazo que son rápidamente percibidos por las comunidades de pescadores y frente a los cuáles ellas no tienen capacidad –ni conocimiento- para enfrentarlas.

Palabras clave: pescadores artesanales, ambiente, cambios en el cordón litoral, desarrollo costero.



3.10 Modelos de Estados y Transiciones: una herramienta para la generación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el sector AFOLU

Casiano-Domínguez Marcos¹ y Paz-Pellat Fernando¹

¹Programa Mexicano del Carbono. Calle Chiconautla No. 8, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: marcos.casiano@pmcarbono.org

La mitigación (reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI- de origen antropogénico y mejoramiento de los sumideros de carbono) y adaptación al cambio climático (proceso de ajuste de los sistemas humanos o naturales al cambio climático), requieren de una transformación de las formas de producción y consumo, de la utilización de energía y del manejo de recursos naturales, de las formas de ocupación y utilización del territorio; las propuestas de mitigación y adaptación para el sector AFOLU se realizaron con base en la definición de estados ecológicos para Modelos de Estados y Transiciones (METs) en la que se utilizó cartografía generada por el PMC y armonizada con el INEGI (escala 1:50 000) además del uso de factores de emisión (Rojas, 2015) para la estimación de contenidos de carbono; se identificaron y caracterizaron actividades subyacentes a nivel de costos de producción. La transición entre los estados de la vegetación inicial y final (2011 y 2014, respectivamente) indican que en el Estado de México los bosques primarios se mantienen en un 70.5%, el 27.5% tiende a degradarse, el 2% de la superficie forestal ha rebasado el umbral de recuperación. Las áreas agrícolas y pecuarias se mantienen en 82.9%, 16.8% se han convertido a zona urbana y solo el 0.3% se ha recuperado a vegetación secundaria. Se localizaron 42 sistemas producto para el sector agrícola, seis para el sector pecuario y siete para el sector forestal. Los resultados sugieren enfatizar políticas públicas que mejoren el sumidero de carbono en 27.5% de la superficie forestal y programas agropecuarios que propicien la transición hacia sistemas bajos en carbono.

Palabras clave: cambio climático, mitigación y adaptación, METs, AFOLU.



3.11 Determinantes de la deforestación y degradación forestal en Chiapas: enfoque social del uso y cambio de uso del suelo

Aguilar-Martínez Susana¹ y Paz-Pellat Fernando²

¹Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No. 8-A, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: saguilar@pmcarbono.org

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, CP 56227 Texcoco de Mora, Estado de México.

Resumen

Se realizó un diagnóstico para obtener una aproximación de los patrones que siguen los productores sobre el uso y cambio de uso de suelo a nivel municipal y regional; además de realizar un esfuerzo para comprender los procesos sociales que contribuyen o explican los procesos de deforestación y degradación de los recursos forestales. Para obtener los datos se realizaron entrevistas al área de fomento agropecuario y/o área de ecología de los ayuntamientos de los 122 municipios que conforman el estado de Chiapas. Los usos de suelo más susceptibles a cambios son los acahuals (22%), el cultivo de maíz (22%) y la vegetación primaria (17%). Los cambios de uso del suelo que se presentan con mayor frecuencia entre los municipios del estado son de acahual a potrero, vegetación primaria a maíz, acahual a maíz y vegetación primaria a potrero. Dentro de los principales determinantes del cambio de uso de suelo, sobresale la plaga de la roya que afecta a 59 municipios; en los factores de política pública la falta de apoyos productivos; los factores socioeconómicos y usos y costumbres como el bajo precio, bajos rendimientos del cultivo, la costumbre es sembrar maíz y tener ganado bovino como ahorro; en los factores difusos, la presencia de Áreas Naturales Protegidas que apoya al manejo de actividades amigables con el medio ambiente. Los criterios principales de toma de decisiones de cambio de uso del suelo son la presencia de plagas, bajos rendimientos y bajos precios de los cultivos.

Palabras clave: gases de efecto invernadero, conservación de los recursos naturales, desarrollo rural.



3.12 Impacto de la roya del cafeto en los almacenes de carbono en la Sierra Madre de Chiapas

Libert Antoine¹; Wong Julio² y Paz Fernando³

¹Universidad Autónoma Metropolitana. Calzada del Hueso No. 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México. Autor para correspondencia: antoinelibert@hotmail.com

²Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No. 8-A, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, CP 56227 Texcoco de Mora, Estado de México.

Resumen

Desde 2012, una serie de brotes atípicos de roya del cafeto (causados por el hongo *Hemileia vastatrix*) han generado fuertes pérdidas en las cosechas de café en la Sierra Madre de Chiapas, una región conocida por producir café de alta calidad dentro y alrededor de áreas naturales protegidas. La presente epidemia de la roya se ha difundido a través de los cafetales del país, como parte de una crisis socio-ecológica regional que abarca desde México hasta Bolivia. Mientras que la pérdida de ingresos para comunidades de la región ha generado riesgos para la seguridad alimentaria, aumentos en la migración, y conflictos sociales, la epidemia de la roya ha fomentado el cambio de uso de suelo en la zona, con impactos correspondientes en los ecosistemas. Los cafetales bajo sombra son sistemas agroforestales reconocidos por su aporte en mitigación del cambio climático (con vastos acervos de carbono), adaptación a cambios ecosistémicos (retención de suelos y generación de ingresos) y agrobiodiversidad (policultivos que crean hábitats para muchas especies de flora y fauna). La presente investigación colaborativa propone calcular los impactos de la roya en la provisión de servicios ecosistémicos por parte de los cafetales bajo sombra de la Sierra Madre de Chiapas, con énfasis particular en carbono y diversidad florística. Se seleccionaron parcelas de cafetal con distintas variedades de café, formas de manejo, altitud, estudiando también sitios de vegetación conservada de referencia. Para analizar el carbono almacenado en las parcelas, se colectaron muestras de hojarasca, capa de fermentación y suelo. Asimismo se evaluó la biodiversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Los métodos de muestreo se aplicaron conforme a los lineamientos desarrollados por el Programa Mexicano del Carbono (PMC), descritos en el manual de procedimientos de inventarios de carbono cuantitativos. Se espera con esta investigación contribuir a los vacíos en investigación en este tema y aportar propuestas para la política pública y las buenas prácticas para hacer frente a esta crisis socio-ecológica.

Palabras clave: *Hemileia vastatrix*, plaga, cultivo bajo sombra, cafetal, pérdida, biodiversidad.



3.13 Bancos de carbono: una opción para los problemas de permanencia del carbono

Paz Fernando¹

¹GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230 Montecillo, Estado de México.
Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

El problema de la temporalidad del secuestro del carbono en las actividades forestales y agropecuarias reduce las opciones de generación de bonos o créditos de carbono al tener que castigarlos por efectos de la falta de permanencia a largo plazo del secuestro. En términos financieros, los mecanismos propuestos para compensar la falta de permanencia no son atractivos para los proyectos AFOLU. La restricción de este tipo de enfoques de mercado es el seguimiento a cada molécula de carbono (*e.g.* proyecto), donde es necesaria acoplar la oferta con la demanda en una base de proyecto por proyecto. La alternativa es el uso de bancos de carbono donde las moléculas individuales de carbono no son especiales, sino los totales. Así, con este esquema, el proyecto que secuestra carbono puede depositarlo en una cuenta de ahorro en el banco y obtener una ganancia (*e.g.* intereses), similar al caso de un banco normal. Un comprador puede rentar el carbono y pagar una renta por esto. La operación del banco del carbono es en términos anuales, produciendo un balance entre renta y ahorros, bajo criterios prudenciales similares a la operación de los bancos convencionales. Los pagos de los ahorros y rentas se producen después de la verificación de las existencias ahorradas (*e.g.* sistema MRV). Las ventajas y desventajas del esquema de bancos de carbono son discutidas en este trabajo.

Palabras clave: proyectos forestales y agropecuarios, temporalidad del carbono, ahorro y renta de carbono.

3.14 Políticas de divulgación y capacitación del PMC: estado actual y planes futuros

Torres Ruth¹

¹Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No. 8-A, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: ruth.torres@pmcarbono.org

Resumen

El Programa Mexicano del Carbono (PMC) asume el compromiso de tener la información sobre sus actividades e investigaciones a disposición de la sociedad. Considera que las acciones de divulgación y capacitación son un componente clave para la participación eficaz de todos los socios, estudiantes y público en general, en el cumplimiento de la misión y objetivos del Programa. El PMC reconoce que existe una correlación positiva entre el intercambio de información y la participación pública en sus actividades. La Política de divulgación y de capacitación del PMC tiene como objetivo que la información relativa a los proyectos y convenios de colaboración se socialice a través de Simposia, escuelas de verano, cursos, talleres, reuniones, publicaciones impresas y electrónicas, boletines, sitio web, redes sociales y otros foros y procesos internacionales. El adiestramiento y capacitación de los actores vinculados con el PMC establece líneas de acción prioritarias para fortalecer y desarrollar el capital humano; ejemplo de ello es la reactivación del Consorcio de Estudiantes CABEMAS, y la planificación de la plataforma virtual de cursos en línea que busca apoyar el talento social de todo el país con el propósito de reforzar el adiestramiento en temáticas afines al ciclo del carbono. Las acciones de divulgación y capacitación permiten cerrar las brechas relacionadas con la comunicación y distancia, contribuyen a la profesionalización sistémica, eficiente y eficaz de los involucrados y coadyuvan a cumplir lo estipulado en el Plan Científico del Programa Mexicano del Carbono.

Palabras clave: partes relacionadas, capital humano, conocimiento, difusión, información.



3.15 Carbono, producción maderable, créditos y seguros: nuevos enfoques de instrumentos financieros en plantaciones forestales

Paz Fernando¹

¹GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, 56230, México. Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

Las plantaciones forestales comerciales son un negocio de alto riesgo, dados los tiempos de madurez antes de contar con productos maderables con algún valor económico, lo que los hace poco atractivos para la colocación de créditos a través de intermediarios financieros. Los mercados del carbono pueden incrementar el valor comercial de las plantaciones forestales, sobre todo durante los primeros años de su establecimiento y antes de la cosecha. No obstante lo anterior, es necesario el desarrollo de esquemas financieros que permitan obtener liquidez del negocio de largo plazo y convertirlo a un equivalente de proyecto agrícola anual. Para lograr el objetivo es posible generar bonos de prenda usando almacenes generales de depósito de las plantaciones *in situ*, de tal manera que la prenda (producto maderable y carbono) pueda ser utilizada como garantía de moneda (e.g. bono de prenda). Por otro lado, el desarrollo de seguros forestales para cubrir los riesgos climáticos y de eventos extremos de los almacenes permite obtener garantías adicionales para la protección de la prenda almacenada. Con los elementos anteriores, se discute en desarrollo de nuevos instrumentos financieros que permiten reducir los riesgos asociados a las plantaciones forestales comerciales.

Palabras clave: riesgos, almacenes generales de depósito, seguros, bonos de prenda, mercado del carbono.

4 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS



4.1 Balance de carbono en la caleta Xel-Ha, Quintana Roo, México

Valdés-Lozano David S.¹; Real-de León Elizabeth¹ y Granados-Puerto Silvia¹

¹ Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida. km 6 Antigua Carretera a Progreso, CP 97310, Mérida, Yucatán, México. Autor para correspondencia: dvaldes@mda.cinvestav.mx

Resumen

Con el objetivo de estimar el balance de carbono y otros materiales en la caleta Xel-Ha se realizó un muestreo en este cuerpo de agua ubicado en la costa del mar Caribe de la Península de Yucatán en julio de 2015. Se tomaron muestras en superficie y en el fondo (a 2 - 3 m de profundidad) en 18 estaciones mediante botella Van Dorn y registros de Sistema Multiparámetro YSI 556 (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y potencial Redox). En las muestras transportadas al Cinvestav Mérida se analizó amonio, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, sólidos suspendidos, clorofilas A, B y C, alcalinidad total y carbono inorgánico total. Los resultados mostraron que se da un comportamiento estuarino en esta caleta debido al aporte de agua dulce continental que aflora en manantiales que hay en su interior y que se va mezclando con el agua marina del Caribe que penetra por la boca permanente. Hay una estratificación de aguas superficiales de baja salinidad (15 ± 4) y alta concentración de nutrientes (nitrato: $34 \pm 5 \mu\text{M}$) y aguas de fondo de mayor salinidad (26 ± 7). Se midió el flujo en la boca cada hora durante 24 h, estimándose un flujo del agua superficial de $0.60 \times 10^6 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$ que sale al mar Caribe con un balance neto de $2.39 \times 10^6 \text{ mol d}^{-1}$ de carbono inorgánico total y $13.8 \times 10^3 \text{ mol d}^{-1}$ de nitrato exportados por la caleta. Así mismo se estimó un tiempo de residencia del agua en la caleta de 1.2 d.

Palabras clave: agua subterránea, nutrientes, caliza.



4.2 Decremento en las condiciones anóxicas en el Pacífico mexicano durante la Pequeña Edad de Hielo

Sánchez Alberto¹; Juárez-Fonseca Miryam¹; González-Yajimovich Oscar² y Márquez-Portillo Mariana³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional. Av. IPN S/N, Col. Playa Palo de Sta. Rita, CP 23096, La Paz, Baja California Sur. Autor para correspondencia: alsanchezg@ipn.mx; alsanchezg13@gmail.com

²Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, CP 22800, Ensenada, Baja California.

³Departamento de Fisiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala S/N, Col. Santo Tomas, CP 11340, Ciudad de México.

Resumen

El Pacífico nororiental mexicano está caracterizado por una amplia zona anóxica y subóxica a profundidad intermedia. La permanencia de esta zona depende de la advección de masas de agua y de la productividad exportada, sin embargo, este tema continúa aún bajo debate. En el presente trabajo se presentan nuevos datos del $\delta^{15}\text{N}$ de la materia orgánica, trazador de oxígeno disuelto de la columna de agua, de un multinúcleo colectado en el margen de Magdalena a 700 m de profundidad. Los resultados indican que el $\delta^{15}\text{N}$ fue empobrecido en ^{15}N durante la Pequeña Edad de Hielo con respecto a la Era Moderna. Esto sugiere un decremento en las condiciones anóxicas y subóxicas a profundidad intermedia en el Pacífico nororiental mexicano, durante la Pequeña Edad de Hielo.

Palabras clave: zona anóxica y subóxica, isótopos de nitrógeno, margen de Magdalena, Pequeña Edad de Hielo.



4.3 Factores que influyen en la variabilidad de la $p\text{CO}_2$ del océano frente a Baja California

Coronado-Álvarez Lourdes¹; Lara-Lara Rubén¹ y Álvarez-Borrego Saúl¹

¹Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Carretera Ensenada-Tijuana No 3918, Zona Playitas CP 22860, Ensenada, Baja California. Autor para correspondencia: lcorona@cicese.edu.mx; coronadolu@yahoo.com.mx

Resumen

La presión parcial del bióxido de carbono en la superficie del océano ($p\text{CO}_{2w}$) varía sustancialmente con el tiempo, en periodos desde horas hasta interanuales, impulsada por forzantes físicos y biológicos. En la presente investigación se analizó una serie de tiempo de la $p\text{CO}_{2w}$ desde agosto 2008 hasta agosto 2015; los datos fueron tomados mediante una boya oceanográfica equipada con sensores. El objetivo fue determinar los factores que causan la variabilidad de la $p\text{CO}_{2w}$ a través del tiempo en un mismo punto geográfico, para poder comprender un poco más acerca de la dinámica de este gas en la interfase océano-atmósfera. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre años (2011 fue diferente al resto) y entre ciertos periodos de surgencia. El 2011 fue el único año que en ambos casos fue distinto con respecto a los demás; el 2012 también fue distinto al resto durante surgencias), los demás años, en ambos análisis, al menos en un caso no mostraron diferencias con respecto a otro año. El valor mínimo de $p\text{CO}_{2w}$ fue de 131.50 μatm en 2010, el resto de los años tuvieron un mínimo entre 200 y 300 μatm . Mientras que el valor máximo se tuvo en 2011 con 1325.90 μatm , seguido de 2015 con 1058.65 μatm . Los años restantes variaron entre ~450 a ~800 μatm . Se consideró que la intensidad y duración de los eventos de surgencia variaron a través del tiempo y fue uno de los factores que afectaron la variabilidad de la $p\text{CO}_{2w}$. Además, la velocidad y el sentido de otros procesos como la desgasificación y la fotosíntesis afectaron la variabilidad de la $p\text{CO}_{2w}$. La desgasificación es rápida (en horas) y tiene lugar cuando el agua subsuperficial llega a superficie con valores altos de $p\text{CO}_{2w}$, mientras que la fotosíntesis disminuye en menor medida la $p\text{CO}_{2w}$. A escala interanual, la $p\text{CO}_{2w}$ varió en función de los eventos EN y LN.

Palabras clave: $p\text{CO}_{2w}$, surgencia, variabilidad.



4.4 Captura de carbono en un remanente de mangle de la localidad El Bosque, Centla, Tabasco

Montero-Gordillo Nayme¹; Contreras-Pérez Mayra¹; Campos-León María C.¹ y Villa-Peralta Ana del P.¹

Instituto Tecnológico Superior de Centla. Calle Ejido S/N, Col. Siglo XXI, CP 86751, Frontera, Centla, Tabasco.

Autor para correspondencia: namo1000@hotmail.com

Resumen

Los manglares son excelentes sistemas de absorción de bióxido de carbono (CO₂) mitigando el calentamiento global por sus elevadas tasas fotosintéticas. El objetivo de este trabajo es cuantificar la biomasa y la captura de carbono de cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*) en un remanente de mangle de la localidad El Bosque, Centla, Tabasco. La metodología se desarrolló en un área de muestreo de 0.25 ha. La biomasa total de la vegetación se determinó mediante ecuaciones alométricas basadas en la relación entre la biomasa del árbol, y parámetros como el diámetro a la altura del pecho, la densidad de la madera según la especie. Y la altura del árbol. En cuanto al carbono capturado en la vegetación arbórea, se estimó utilizando los datos DAP de cada individuo aplicando la fórmula de Brown (1989) para las zonas húmedas. El remanente reportó un total de dos especies de mangle (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) y 156 individuos. Análisis estadísticos indicaron que existen diferencias significativas del contenido de carbono entre las dos especies, con valores de 88% y 12% para *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, respectivamente. Respecto a la biomasa total fue de 89% y 11%, respectivamente.

Palabras clave: captura de carbono, cambio climático, manglares.

4.5 Dinámica de la producción de hojarasca en dos manglares áridos del noroeste de México

Robles-Zazueta Carlos A.¹; Rodríguez Julio C.²; Castellanos-Villegas Alejandro E.¹ y Yépez Enrico A.³

¹Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora. Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, CP 83000, Hermosillo, Sonora. Autor para correspondencia: carlosarb12@gmail.com

²Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora. Carretera a Kino, km 21, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

³Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, Col. Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora.

Resumen

La producción de hojarasca regula la entrada de nutrientes en ecosistemas como manglares y brinda el sustrato necesario para que microorganismos y plantas puedan llevar a cabo sus procesos metabólicos. En este estudio se midió la caída de hojarasca durante año y medio (mayo 2014-diciembre 2015), y se determinaron los factores abióticos que controlan este flujo de carbono, en dos manglares áridos característicos del noroeste de México. Los resultados demuestran que bahía del Tóbari (BT) ($993.83 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) es más productiva que Estero El Sargento (ES) ($521.6 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$), y además que los picos de producción de hojarasca más altos fueron durante el verano, coincidiendo con la época de mayores temperaturas. Los factores abióticos explicaron el 90% de la variabilidad de los flujos en BT (74%, por la ET) y 84.6% en ES (76.3% por la temperatura del aire) sugiriendo que a pesar de estar en la misma región, estos ecosistemas responden diferente a los factores abióticos. En cuanto al flujo de C, la hojarasca en BT aporta $3.81 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y ES $2.13 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, valores similares a los rangos reportados para selvas secas. Promediando ambos sitios, la aportación de C fue de $2.97 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, tres veces mayor al C que aporta la caída de hojarasca en desiertos, lo cual resalta el rol ecológico que tienen estos ecosistemas de transición dentro de las zonas áridas de México.

Palabras clave: flujo de C, manglares del desierto, controles abióticos, Sonora.

4.6 Captura de carbono aéreo en una zona de manglar restaurado

Teutli-Hernández Claudia¹; Menendez Margarita¹; Comín Francisco³ y Herrera-Silveira Jorge A.²

¹Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 643, E-08028, Barcelona.

Autor para correspondencia: Spain.teutliclaudia@gmail.com

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso km. 6, CP 97310, Mérida, Yucatán

³Department of Biodiversity Conservation and Restoration of Ecosystems, Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, Zaragoza-Jaca (Huesca), Spain.

Resumen

La restauración es un mecanismo de adaptación a los efectos del cambio climático. La captura de carbono (C) por el crecimiento de nuevos individuos en zonas de manglar sujetas a procesos de restauración es de los procesos menos estudiados. En este estudio se presentan los resultados del seguimiento a las condiciones ambientales y captura de carbono aéreo en una zona de manglar con acciones de restauración activa. La restauración favorece la disminución de la salinidad intersticial, pasando de 100 ups antes de las acciones a 40 ups, lo que favoreció el establecimiento y crecimiento de plántulas de manglar. Después de ocho años de recuperación, el almacén de C aéreo es de 60 Mg C ha⁻¹, por lo que la tasa de captura de C en el manglar en proceso de restauración es de 7.5 Mg C ha⁻¹ año⁻¹. En Tailandia en un manglar con nueve años de recuperación tubo una tasa de captura de 12.9 Mg C ha⁻¹ año⁻¹. México con más 700 000 ha de manglar y 10 000 ha en situación de restauración, tiene la oportunidad de contribuir no sólo a las políticas de mitigación y adaptación al cambio climático, sino también a conservar, recuperar y mejorar los servicios ambientales que estos ecosistemas proveen.

Palabras clave: restauración activa, carbono azul, salinidad intersticial.

4.7 Emisión de gases de efecto invernadero y uso de suelo en las lagunas de Chaschoc (Emiliano Zapata, Tabasco)

Rojas-Oropeza Marcelo^{1,2}; Ponce-Mendoza Alejandro³ y Cabirol Nathalie²

¹Centro del Cambio global y la Sustentabilidad en el Sureste. CP 86080, Villahermosa, Tabasco.

Autor para correspondencia: mro17@ciencias.unam.mx

²Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México.

³Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Delegación Tlalpan, CP 14010, Ciudad de México.

Resumen

Lagunas de Chaschoc (Emiliano Zapata, Tabasco) constituyen un ecosistema humedal tropical, ribereño al río Usumacinta. Es una selva mediana y baja; con actividad agrícola, ganadera y urbana. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad del suelo a través la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en zona de transición acuático/terrestre (en nivel hidráulico bajo, medio y alto), durante pulsos de inundación (transición máxima (agosto), máxima (noviembre), y transición mínima (marzo)). La menor producción de CO₂ se registró en suelo de nivel medio (9.2 mg/día•m²), y la mayor en nivel alto (76.57 mg/día•m²), durante el pulso de inundación transición mínimo (marzo). La menor producción de CH₄ se presentó en el pulso transición mínima (0.01 mg/día•m²), y la mayor en el pulso máximo (76.3 mg/día•m²). La producción de N₂O osciló entre 0 y 0.86 mg/día•m² correspondientes al pulso de transición mínima, y el de máxima respectivamente. El suelo ganadero presentó la producción mayor de CO₂ durante el pulso de transición mínima, y la menor durante el pulso máximo (0 mg/día•m²). La menor emisión de CH₄ se detectó en el suelo de tránsito urbano y agrícola; la mayor fue en el suelo ganadero. La menor producción de N₂O se registró en suelos mixto, agrícola y ganadero, y la mayor en el ecosistema natural. En general, no hay diferencias significativas en la emisión de GEI entre los distintos usos de suelo, comportamiento que se puede relacionar con la resiliencia del humedal.

Palabras clave: emisión de GEI, ganadería, agricultura, pulso de inundación, humedal tropical.

4.8 Dinámica largo plazo (1999-2014) de la productividad primaria fitoplanctónica en el Lago Alchichica, Puebla

Cuevas-Lara José D.¹; Alcocer Javier²; Oseguera Luis A.² y Quiroz-Martínez Benjamín³

¹Programa de Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México. Autor para correspondencia: daniel.cuevas9009@gmail.com

²Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de los Barrios No.1, Los Reyes Iztacala, CP 54090, Tlalnepantla, Estado de México.

³Laboratorio de Helmintología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-153, CP 04510, Ciudad de México.

Resumen

La dinámica de la productividad primaria fitoplanctónica (PPF) en los cuerpos acuáticos tropicales ha sido poco estudiada, particularmente son escasos los estudios a largo plazo. Con el objetivo de analizar tendencia a largo plazo en la PPF, ésta se estudió en Alchichica, un lagotropical, oligotrófico y monomítico cálido. El estudio abarcó un periodo de 16 años con muestreos mensuales en los cuales se registraron un total de 178 perfiles de radiación fotosintéticamente activa (PAR) y productividad primaria fitoplanctónica mediante mediciones *in vivo* de la fluorescencia de la clorofila “a” con un perfilador de fluorescencia natural Biospherical PNF-300. Los valores integrados por unidad de área de la PPF variaron entre 324 y 490 mg C m⁻² h⁻¹ con un promedio de 378 ± 144 mg C m⁻² h⁻¹. Estos valores son parecidos a los registrados en lagos con características similares. A escala anual (variación estacional) se encontraron dos picos de PPF, el primero asociado al florecimiento invernal de diatomeas a fines de la circulación y el segundo relacionado con la formación de un máximo profundo de clorofila (DCM), a lo largo de la estratificación bien establecida y tardía. Por el contrario, a largo plazo la PPF no mostró tendencias de aumento o disminución; la PPF en Alchichica resulta ser regular y altamente predecible.

Palabras clave: productividad primaria, fluorescencia natural, lago oligotrófico, lago tropical, monomixis cálida.



4.9 Variación de la profundidad del horizonte de saturación con respecto a aragonita frente a Ensenada, Baja California

Oliva-Méndez Norma L.^{1,2}; Hernández-Ayón José M.²; Durazo Reginaldo¹;
Simone Alin R.³; Santamaría Eduardo¹ y Valencia Augusto¹

¹Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Apartado postal 453, Ensenada, CP 22800, Baja California, México. Autor para correspondencia: norma.oliva@gmail.com

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

³NOAA Pacific Marine Environmental Laboratory. Seattle, Washington, USA.

Resumen

El horizonte de saturación con respecto a aragonita (HS Ω A) ha migrado a una profundidad tal que actualmente durante periodo de surgencias, puede presentarse a nivel superficial. La variabilidad de la profundidad del horizonte de saturación con respecto a aragonita puede ser el resultado de los cambios oceanográficos y físico-químicos en la columna de agua. El objetivo de este trabajo fue estudiar la variación de la profundidad del HS Ω A frente a Ensenada, Baja California. Para este análisis se generó la distribución temporal para dos estaciones oceanográficas; (a) estación 30, costera y (b) estación 60, oceánica. Estas estaciones corresponden a línea 100 del programa IMECOCAL que se localiza frente a Ensenada, Baja California. Región que se caracteriza por la ocurrencia de surgencias costeras a lo largo del año y se intensifican durante primavera-verano. Se encontró que durante temporada de surgencias se presentan pulsos de agua donde el HS Ω A es más somero en la estación 30 que en la estación 60. los pulsos de agua donde el HS Ω A fue más somero, no se presentaron a la misma profundidad año con año. Se sugiere que procesos de surgencia pueden coincidir con eventos interanuales que tienen influencia en los volúmenes de agua que se encuentran en la región. Estos promueven diferentes características físico-químicas y por tanto influyen en la profundidad a la que se encuentra el HS Ω A.

Palabras clave: surgencias, aragonita, horizonte de saturación.



4.10 Dinámica del carbono meiobentónico en dos hábitats contrastantes de la zona litoral del lago Alchichica, Puebla

Ramos-Hernández Victoria¹; Oseguera Luis A.²; Alcocer Javier²; Pérez-Rodríguez Vania J. J.^{1,3} y Hernández-Fonseca Ma. del Carmen³

¹Biología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090. Tlalnepantla, Estado de México. Autor para correspondencia: v_ramosh@hotmail.com

²Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090. Tlalnepantla, Estado de México.

³Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, A.P. 70-305, CP 04510, Ciudad de México.

Resumen

El meiobentos generalmente está integrado por nemátodos, copépodos, ostrácodos, así como estadios larvales y juveniles de organismos del macrobentos. Sin embargo, la heterogeneidad ambiental de la zona litoral interviene en la composición y distribución de esta comunidad, influyendo así en la dinámica de muchos procesos ecológicos. En el presente estudio se realizaron muestreos a lo largo de un ciclo anual en dos estaciones de características ambientales contrastantes de la zona litoral del lago cráter Alchichica (ALC1 y ALC2). Se determinaron la riqueza taxonómica y la biomasa del meiobentos, así como los parámetros ambientales asociados. En ambas estaciones, las condiciones fisicoquímicas del agua fueron parecidas, sin embargo las características sedimentarias fueron diferentes, principalmente en lo referente a la cobertura vegetal (ALC1= $2 \pm 3\%$ y ALC2= $37 \pm 22\%$) y la textura (ALC1= 71% gravas y ALC2= 95% arenas). Se registraron un total de ocho taxa (ALC1= 5 ± 2 y ALC2= 5 ± 2). El principal aporte de biomasa en ambas estaciones estuvo representado por *Limnocytherina axalapasco* (ALC1= 90.2% y ALC2= 91.0%). La biomasa total de ALC1 (554 ± 453 mg PH m⁻²) fue menor que ALC2 (1192 ± 708 mg PH m⁻²). La cantidad de vegetación presente así como la textura fueron las principales características que influyeron en la dinámica de la biomasa del meiobentos entre ambas estaciones.

Palabras clave: heterogeneidad ambiental, biomasa meiobentónica, lago mar, lago salino, lago tropical.



4.11 Variabilidad estacional de los productores primarios basados en información satelital combinada de SEAWIFS y MODIS para los ecosistemas mexicanos

Cepeda-Morales Jushiro¹; Rivera-Caicedo Juan P.²; Gaxiola-Castro Gilberto⁴; Paz-Pallet Fernando³ y Hernández-Domínguez Gerarlaine³

¹Centro Nayarita de Innovación y Trasferencia de Tecnología. Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, CP 63155, Tepic, Nayarit. Autor para correspondencia: jushiro.cepeda@uan.edu.mx

²Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, CP 63155. Tepic, Nayarit.

³Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

⁴Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Carretera Ensenada-Tijuana No 3918, Zona Playitas CP 22860, Ensenada, Baja California.

Resumen

Se analizó la variabilidad estacional de los productores primarios de los ecosistemas mexicanos basados en información satelital combinada de las misiones SeaWiFS y MODIS. Para los ecosistemas marinos se utilizan los datos de clorofila mientras que para los ecosistemas terrestres el índice de vegetación NDVI. Se comparan los datos de ambos sensores para los años que funcionaron en conjunto y se concluye que los errores son menores al 15% con algunos meses donde alcanzan valores cercanos al 30%. Los resultados muestran una marcada influencia de la estacionalidad tanto para los ecosistemas marinos como terrestres.

Palabras clave: productores primarios, clorofila, NDVI, ciclo estacional.



4.12 Respuestas del hábitat de pastos marinos como almacén de carbono en un ecosistema somero oligotrófico del caribe mexicano al gradiente de salinidad

Herrera-Silveira Jorge¹; Medina-Gómez Israel¹; Ramírez-Ramírez Javier¹ y López-Herrera Mercy¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso km. 6, CP 97310, Mérida, Yucatán. Autor para correspondencia: imedgomez@gmail.com

Resumen

Los ecosistemas costeros están influenciados por conexiones con otros ambientes que favorecen el desarrollo de hábitats con altos requerimientos de recursos y calidad ambiental, tal es el caso de la vegetación acuática sumergida. El objetivo de este estudio fue evaluar el almacén de carbono en las camas del pasto marino *Thalassia testudinum* de Bahía de la Ascensión (BA) en el Caribe mexicano, y examinar si hay diferencias relacionadas con la heterogeneidad espacial que define el gradiente estuarino del sistema. Se muestrearon 69 estaciones donde se midió carbono orgánico (C_{ORG}) correspondiente a biomasa (aérea y subterránea) y en sedimentos subyacentes. El C_{ORG} almacenado en *T. testudinum* (3.83 ± 0.32 Mg C/ha en biomasa total; 86.76 ± 2.8 Mg C/ha en sedimentos) es comparable a lo reportado para otros hábitats de pastos marinos. Se observó un gradiente N-S en el C_{ORG} acumulado en biomasa para la bahía, mientras que los niveles máximos de C_{ORG} en sedimentos se registraron en el extremo sur del sistema. Se estimó un 30% más C acumulado en biomasa por hectárea en BA comparado al promedio global reportado para pastos marinos, y ≈ 2 veces más contenido de C en los sedimentos respecto al promedio global. El carbono almacenado en BA es de 6×10^6 Mg C.

Palabras clave: lagunas costeras, pastos marinos, carbono orgánico, Caribe mexicano.

4.13 Distribución del horizonte de saturación aplicando un modelo empírico durante condiciones Niño en las costas de Baja California

Simón-Otero Iria^{1,2}; Hernández-Ayón Martín¹; Oliva-Méndez Norma L.¹; Durazo-Arvizu Reginaldo³; Gaxiola-Castro Gilberto⁴; Baumgartner-McBride Tim⁴; Lavaniegos-Espejo Bertha E.⁴ y Gómez-Valdés José⁴

¹Facultad de Ciencias Marinas, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, CP 22800, Baja California. Autor para correspondencia: simonotero93@gmail.com

²Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Vigo. Vigo, CP 36310, Pontevedra, España

³Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, CP 22800, Baja California.

⁴Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Km 107, Carretera Ensenada-Tijuana 3918, Zona Playitas, Ensenada CP 22860, Baja California, México.

Resumen

En el Sistema de la Corriente de California (SCC) se ha producido un asomeramiento del horizonte de saturación del omega aragonita ($\Omega_{\text{arag}}=1$) debido a la absorción de CO_2 por parte de los océanos. Este asomeramiento del Ω_{arag} en combinación con las surgencias del sistema genera transporte de agua subsaturada en CaCO_3 a la plataforma continental. En este trabajo se calcula la profundidad del $\Omega_{\text{arag}}=1$ mediante un modelo empírico a partir de datos de CTD obtenidos en el crucero oceanográfico de IMECOCAL de enero de 2016. Para ello se emplearon las relaciones empíricas descritas por Alin *et al.*, en 2012, y se validaron con mediciones discretas de carbono inorgánico disuelto (CID) con lo cual se obtuvo una correlación de 0.96 entre valores estimados y medidos. La profundidad de $\Omega_{\text{arag}}=1$ fue de 130 a 208 m. El principal proceso que controló la profundidad de $\Omega_{\text{arag}}=1$ fue la advección de masas de agua. En las estaciones con el $\Omega_{\text{arag}}=1$ más somero se encontró la presencia de aguas más salinas y con mayores concentraciones de CID debido a la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperficial. Para este crucero, la profundidad de $\Omega_{\text{arag}}=1$ fue mayor que la reportada en años previos para la misma época del año debido a la influencia de agua aurbártica en la zona. Dado que un asomeramiento de $\Omega_{\text{arag}}=1$ puede tener efectos negativos en organismos calcificantes, es recomendable analizar periódicamente la profundidad del $\Omega_{\text{arag}}=1$ así como describir la distribución de masas de agua de la zona.

Palabras clave: CO_2 , acidificación, carbonatos.

4.14 Flujos laterales de COD en un manglar de franja con influencia marina

Camacho-Rico Andrea¹; Herrera-Silveira Jorge¹; Mariño-Tapía Ismael¹ y Giacomán-Vallejos German²

¹Laboratorio de Producción Primaria, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso km. 6, CP 97310, Mérida, Yucatán. Autor para correspondencia: andrea.camacho@mda.cinvestav.mx

²Laboratorio de Ingeniería Ambiental, Universidad Autónoma de Yucatán. Av. Industrias no Contaminantes por Periférico Norte Apdo. Postal 150, Cordemex, Mérida Yucatán.

Resumen

Los ecosistemas de manglar juegan un papel importante en los ciclos biogeoquímicos de los ambientes costeros tropicales. Alrededor del 60 al 75% de las costas en estas latitudes están cubiertas por estos ecosistemas altamente productivos. El estudio del ciclo del carbono y las variables que intervienen en su modulación son importantes para determinar la función ecológica de estos ecosistemas, ya sea como exportador, transformador o sumidero. Existen escasos estudios cuantitativos sobre flujos laterales de carbono entre los ecosistemas de manglar y los cuerpos de agua (mar, laguna costera, ríos) a los que están asociados. Este estudio se llevó a cabo en un bosque de manglar ubicado en la conexión con el mar (boca) que tiene la laguna costera de Celestún, localizada en un ambiente cárstico. Los flujos laterales de carbono orgánico disuelto (COD) entre el manglar de franja y la laguna costera se midieron en un sitio con influencia marina durante dos ciclos de marea en tres estaciones climáticas diferentes. Los resultados mostraron que este tipo de manglar funciona como fuente de COD hacia el mar durante la época de lluvias, exportando en promedio 0.08 Mg de COD día⁻¹, mientras que en la época de nortes, y secas su comportamiento es de importador 0.01 y 0.2 Mg de COD día⁻¹ respectivamente. Estos resultados indican que el papel de los ecosistemas de manglar como exportador y/o importador puede variar en función de las características hidrológicas locales que cambian con la época climática. Los flujos laterales deben estudiarse con mayor detalle por ser un componente clave en el balance de carbono.

Palabras clave: intercambio, manglares, carbono orgánico disuelto.



4.15 Muestreo del sistema del CO₂ usando un sistema de alta resolución para las zonas del mínimo de oxígeno

Norzagaray-López Orion¹; Hernández-Ayón José M.¹; Alarcón Gadiel²; Ulloa Osvaldo² y Morales-Estrada Eduardo¹

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas y Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, CP 22860, Ensenada, Baja California.

Autor para correspondencia: jmartin@uabc.edu.mx.

²Universidad de Concepción. Región del Bío Bío, Chile.

Resumen

La región central del Pacífico Oriental Tropical mexicano (POTM) presenta una de las zonas del mínimo de oxígeno (ZMO) más intensas del mundo; estas zonas también son llamadas zonas del máximo de carbono, y su estudio resulta relevante para el ciclo del carbono, ya que son consideradas como fuentes de CO₂ hacia la atmósfera. Aquí se presenta una herramienta novedosa para el estudio del sistema del CO₂, la cual consiste en un ensamble de CTD con un sistema de bombeo continuo (sistema PPS), el cual permite coleccionar muestras de agua de mar con una alta frecuencia (minutos) durante la realización de perfiles de 500 m. Este sistema fue usado en la ZMO del POTM, frente a las costas de Nayarit. A las muestras de agua se les midió el carbono inorgánico disuelto (CID) y el pH. Los resultados obtenidos con el PPS fueron contrastados con los valores de muestras discretas (usando botellas Niskin). Los perfiles obtenidos con el sistema PPS mostraron una mejor resolución vertical, mostrando una clara ventaja frente al muestreo discreto. Este tipo de muestreo es una herramienta prometedora para el estudio del sistema del CO₂ en estas zonas, donde existen fuertes gradientes verticales en las variables del carbono.

Palabras clave: zonas del mínimo de oxígeno, sistema del CO₂, sistema de bombeo vertical.



4.16 Carbono en sedimentos de manglares de ambientes cársticos: la Península de Yucatán

Pech-Poot Eunice Y.¹; Herrera-Silveira Jorge A.¹; Caamal-Sosa Juan P.¹; Cortes-Balan Octavio¹; Carrillo-Baeza Laura B.¹ y Teutli-Hernández Claudia²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso km. 6, CP 97310, Mérida, Yucatán Autor para correspondencia: euni_222@hotmail.com

²Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 643, E-08028 Barcelona, Spain.

Resumen

Los humedales participan en el reciclaje del carbono (C) atmosférico al capturarlo y transformarlo en materia viva durante la fotosíntesis, permitiendo el secuestro en el suelo, el cual es reconocido como el mayor reservorio de carbono en los ecosistemas de manglar. Sin embargo, la capacidad de almacenamiento y secuestro depende de las características ecológicas de cada sitio, la interacción entre perturbaciones naturales y antrópicas. El objetivo de este estudio fue determinar el contenido de carbono en los primeros 30 cm de sedimentos de manglar de la Península de Yucatán. Esto se llevó a cabo en 15 localidades de la Península de Yucatán. Se observó que en Campeche el tipo de manglar chaparro registro un mayor contenido de carbono con (305.4 Mg C/ha) y el menor contenido de carbono en el manglar tipo cuenca (14.4 Mg C/ha). En Yucatán el manglar de franja presento el mayor contenido de C (200.8 Mg C/ha), mientras que el menor fue en el de petén con 135.2 Mg C/ha. En Quintana Roo el manglar de tipo cuenca presento en promedio el mayor almacén de C con 298.8 Mg C/ha y el menor en el tipo chaparro con 201.5 Mg C/ha. Por tipo de manglar los resultados de este trabajo muestran que el tipo ribereño es el de mayor almacén con 210 Mg C/ha y el de menor el petén (135.2 Mg C/ha).

Palabras clave: tipo ecológico, textura, forestales tropicales.



4.17 Potencial de captura de carbono en los manglares en diferentes escenarios ambientales de la Península de Yucatán

Erosa-Angulo Judit E.¹; Herrera-Silveira Jorge A.¹; Caamal-Sosa Juan P.¹; Carrillo-Baeza Laura B.¹ y Teutli-Hernández Claudia²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso km. 6, CP 97310, Mérida, Yucatán. Autor para correspondencia: judit.90@hotmail.com

²Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 643, E-08028 Barcelona, Spain.

Resumen

Los bosques de manglar pueden almacenar concentraciones altas de C aún mayores a los 1000 Mg C ha⁻¹, es decir, tres veces más altas que la mayoría de los bosques terrestres (< 300 Mg C ha⁻¹). En este estudio a partir de variables de diámetro y altura se estimó la biomasa aérea (ecuaciones alométricas) en dos periodos de tiempo para determinar el potencial de captura de carbono en tres escenarios ambientales (lagunas costeras, cienegas y frente marino), y en dos tipos de manglares (franja y cuenca) de la península de Yucatán. Los manglares ubicados en lagunas presentan la mayor captura de carbono (6.72 ± 1.50 Mg C/ha/año), esto se debe probablemente a la provisión de nutriente que estos ecosistemas reciben. En el manglar de franja se registró la mayor captura de C (5.09 ± 0.04 MgC/ha/año) lo cual puede deberse a que se localizan principalmente en la línea de la costa y reciben diariamente la influencia de la marea. La fuente de nutrientes es por el mar y escorrentía.

Palabras clave: ecuaciones alométricas, manglar de franja, manglar de cuenca, lagunas costeras, ciénega, frente marino.



4.18 Captura de carbono en diferentes manglares restaurados de la Península de Yucatán

Zenteno-Díaz Karla¹; Teutli-Hernández Claudia²; Herrera-Silveira Jorge A.¹ y Caamal-Sosa Juan P.¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. Antigua Carretera a Progreso km. 6, CP 97310, Mérida, Yucatán. Autor para correspondencia: biolkazedi.1890@gmail.com

²Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 643, E-08028 Barcelona, Spain.

Resumen

Carbono azul se refiere al almacén de carbono (aéreo y subterráneo) contenido en los ecosistemas de manglar, pastos marinos y marismas salobres. Los manglares han sido impactados por actividades humanas y eventos naturales. Se han emprendido esfuerzos para su restauración, sin embargo, no existen reportes cuantitativos de la captura de carbono por manglares sujetos a estrategias de restauración durante las etapas iniciales de repoblamiento natural. La recuperación de cobertura de manglar, y en particular el secuestro de carbono es reconocida como una medida de adaptación a los efectos del cambio climático. En las costas de la Península de Yucatán donde el cambio de uso del suelo por infraestructura turística, urbana, carretera y paso de huracanes, provocaron pérdidas de 14 762 ha en 25 años, se han invertido recursos para su recuperación, sin embargo, se desconoce hasta ahora el potencial que la restauración de manglares tiene en el secuestro de carbono por falta de programas de monitoreo. En este estudio a través de un programa de seguimiento en cuatro áreas de manglares donde se ejecutaron acciones de rehabilitación hidrológica, se muestrearon por cuatro años variables hidrológicas, crecimiento y abundancia de plantas de manglar establecidas de forma natural. Los resultados indican éxito de la restauración, ya que existe disminución de salinidad intersticial de un promedio de 110 ups a 35 ups. Esto favoreció el crecimiento de plántulas de manglar que representan la captura de carbono, siendo la localidad de Progreso la que presentó valores más altos (19.8 kg C ha⁻¹ año⁻¹).

Palabras clave: carbono azul, salinidad intersticial, restauración hidrológica.



4.19 Contenido de carbono elemental en sedimentos lacustres de un conjunto de lagos tropicales con distinto estado trófico

Alcocer Javier¹; Oseguera Luis A.¹ y Escobar Elva²

¹Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, CO 54090. Tlalnepantla, Estado de México. Autor para correspondencia: jalcocer@unam.mx

²Laboratorio de Biodiversidad y Macroecología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Ecología Marina y Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México Ciudad Universitaria. Circuito Exterior S/N, CP 04510, Delegación Coyoacán, Ciudad de México.

Resumen

El carbono orgánico que se exporta por debajo de la termoclina y se acumula en los sedimentos procede de dos fuentes, la productividad primaria autóctona y el carbono orgánico procedente de la cuenca de drenaje de los lagos. Una diversidad de procesos físicos, químicos y biológicos interactúan para determinar cuánto carbono llega a los sedimentos y puede ser potencialmente secuestrado en éstos. Si bien se han realizado estudios en lagos y ríos templados que han permitido reconocer que los cuerpos acuáticos epicontinentales son importantes en el ciclo del carbono en las escalas regionales y globales, se desconoce el papel de éstos en los trópicos. Con el fin de contribuir a reconocer este papel, se evaluó el carbono elemental en los sedimentos de dieciséis lagos tropicales con estado trófico diferente en el distrito lacustre de Montebello, Chiapas. El porcentaje de carbono elemental en los sedimentos de los lagos varió en un intervalo de $2.1 \pm 0.0\%$ a $19.8 \pm 0.4\%$, con un valor promedio de $9.4 \pm 5.1\%$; lo anterior los califica como sedimentos de tipo predominantemente orgánico. En este intervalo se reconoce que los lagos eutróficos (impactados) presentaron una concentración menor de carbono elemental en el sedimento (intervalo= 2.1 a 14%, promedio= $7.3 \pm 4.6\%$) que en los oligotróficos (prístinos) (intervalo= 4.1 a 19.8%, promedio= $11.0 \pm 5.5\%$). Este comportamiento, opuesto a lo esperado, hace especular sobre la magnitud de los aportes de carbono alóctono procedentes de la cuenca de drenaje que pudieran ser mayores que los de productividad primaria autóctona.

Palabras clave: clorofila *a*, lagos de Montebello, Chiapas, lagos kársticos, lagos tropicales.



4.20 Estimación de carbono en plantaciones de *Conocarpus erectus* dentro de un área reforestada en Laguna de Chantuto, Mapastepec, Chiapas

Tovilla-Hernández Cristian¹; de la Presa-Pérez Juan C.¹; Lan-Ramírez Alejandro¹ y López-Merlín David²

¹El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5 Tapachula, Chiapas.

Autor para correspondencia: jdelapresa@gmail.com

²Comisión Nacional Forestal. Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán, CP 45019 Zapopan, Jalisco.

Resumen

Hoy en día, los cambios en el clima son tema recurrente en el ámbito científico y ambiental. Durante millones de años, han surgido grandes transformaciones. El petróleo, carbón, y el gas natural son los almacenes de carbono fósil del planeta que han sido emitidos para alcanzar el nivel de desarrollo del cual gozamos en nuestros días. El bióxido de carbono CO₂ en la atmósfera es parte de la explicación de los cambios climáticos y de la dinámica evolutiva del planeta. Para amortiguar esta dinámica, es necesario ajustarse a los cambios y beneficiarse de los ecosistemas, cuyas funciones permiten la captación y el secuestro de carbono. Las plantaciones de *Conocarpus erectus* (Ce), en zonas de tiro (tarquinas), se han monitoreado por más de tres años, esto para modelar la productividad y crecimiento, de los sitio. En cada sitio se midió el diámetro D, Altura total Ht, Cobertura C. En cada una de las plantaciones, esto para tener una base secuencia definida y poder modelar en tiempo el crecimiento, volumen, área basal, densidad y altura de los árboles a nivel del rodal. Con estos datos se desarrollaron ecuaciones de crecimiento en diámetro y altura, volumen fustal, ajustando los componentes de biomasa y calculando la estimación del carbono presente en las plantas. Los resultados obtenidos en 64 ha, del contenido de biomasa corresponden a un continuo incremento en el crecimiento en las plantaciones primer año 3.87 ton/ha, segundo año 7.40 ton/ha, tercer año 13.79 ton/ha y una remediación de 150 árboles de 0.10 ton/ha.

Palabras clave: cambio climático, bióxido de carbono, almacenes de carbono, reforestación, tarquinas.



4.21 Medición de carbono en biomasa arbórea del manglar en el Sistema Lagunar Los Patos-Solo Dios, Pijijiapan, Chiapas

Villatoro-Arreola Erika M.¹; Tovilla-Hernández Cristian²; de la presa J. C.² y Lan-Ramirez A.²

¹Centro de Investigaciones Costeras, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, sede Tonalá. Calle S/N, Juan José Calzada, C.P. 30500, Tonalá, Chiapas. Autor para correspondencia: vaem91@gmail.com

²El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula. Carretera Antigua Aeropuerto km. 2.5, Centro, CP 30700, Tapachula Centro, Chiapas.

Resumen

Los manglares son ecosistemas estratégicos, proporcionan bienes y servicios, destacando las pesquerías, el valor ecológico y protección contra fenómenos meteorológicos. Están contemplados como uno de los sumideros de carbono azul de la tierra y algunos autores sugieren una alta capacidad de captura y almacenamiento de carbono pudiendo ser mayor que en otros bosques tropicales principalmente en su división subterránea; actualmente se encuentran amenazados por el desarrollo de las comunidades y el impacto antropogénico. Para éste estudio se consideraron unidades de muestreo geo-referenciadas de 300 m² para estimar la estructura y composición de las comunidades de manglar, se obtuvo el DAP, condición del fuste, altura total, altura de fuste o aprovechable y la cobertura arbórea con un hypsómetro Vertex III. Los datos obtenidos se procesaron para obtener los parámetros dasométricos y posteriormente la estimación de biomasa arbórea y carbono con ecuaciones alométricas. La biomasa arbórea fue calculada en ton/ha teniendo así que: la especie con mayor biomasa es el *Rhizophora mangle* con 2053.436 ton/ha con una desviación estándar de 4266.046 ton/ha, seguido del *Avicennia bicolor* con 1524.627 ton/ha. Y el *Avicennia germinans* con 1357.564 ton/ha.

Palabras clave: estructura, ecuaciones alométricas, servicios ambientales.

4.22 Estimación de reserva de carbono de manglar en el área comprendida de Barra San José y San Simón, Chiapas, México

Lan-Ramírez Alejandro¹; Tovilla-Hernández Cristian¹, De la Presa-Pérez Juan C.¹ y Villatoro-Arreola Erika¹

¹Laboratorio de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas Costeros, El Colegio de la Frontera Sur Unidad Tapachula. Carretera Antiguo Aeropuerto km 2.5, CP 30700, Chiapas. Autor para correspondencia: forestlang_86@hotmail.com

Resumen

El secuestro de carbono por los manglares es una alternativa de bajo costo para reducir el contenido de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico. Por ello, el manejo forestal y de humedales representa una oportunidad para el almacenamiento de carbono. Se realizó un estudio en el área de manglar que comprende el sistema lagunar Barra de San José y San Simón, municipio de Mazatán, Chiapas, con el objetivo de determinar el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de manglar, dentro de la Reserva la Encrucijada donde se midió las variables dasométricas como: diámetro altura de pecho (Dap), altura total, altura de fuste, cobertura del dosel; composición y pérdida de manglar. Se establecieron 50 unidades de muestreo (UM). La determinación de carbono está muy relacionada con las variables dasométricas como el DAp (diámetro de altura de pecho, altura total de dosel, área basal y el fuste limpio de cada rodal. Para este estudio se observó y estimó que conforme aumenta el Dap y la altura total la biomasa incrementa, de acuerdo a cada especie, el contenido de biomasa encontrado se encuentra racionado y tuvo relación a cada tipo de especie de mangle.

Palabras clave: biomasa aérea, estructura, variables dasométricas, humedal.



4.23 Distribución del carbono orgánico particulado y la biomasa fitoplanctónica en un lago tropical somero

Oseguera Luis A.¹; Alcocer Javier¹; Prol-Ledesma Rosa Ma.² y Membrillo-Abad Alejandra S.³

¹Proyecto de Investigación en Limnología Tropical, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090. Tlalnepantla, Estado de México.

Autor para correspondencia: loseguera@campus.iztacala.unam.mx

²Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México.

³Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México.

Resumen

En la mayoría de los lagos la atenuación de la luz es inversamente proporcional a la concentración de clorofila *a* (Clor-*a*), indicando la importancia del fitoplancton en la atenuación de la luz. Sin embargo, existen lagos en los que la atenuación de la luz se debe a turbidez no biogénica. El lago de Chapala se caracteriza por presentar aguas “naturalmente” turbias derivado de la gran cantidad de arcillas suspendidas. Para comprobar la relación de la biomasa fitoplanctónica y el carbono orgánico particulado (COP) con la disponibilidad de la luz se tomaron muestras a un metro de profundidad en 16 puntos de la zona limnética (10 en la zona profunda y 6 en la somera). La concentración promedio de la Clor-*a* fue de $9.2 \pm 1.9 \mu\text{g L}^{-1}$ presentándose el valor mayor ($11.9 \pm 0.2 \mu\text{g L}^{-1}$) en la zona más somera mientras que el valor más bajo ($6.1 \pm 0.2 \mu\text{g L}^{-1}$) se encontró en la zona más profunda. Para el caso del COP el valor promedio fue de $3453 \pm 607 \mu\text{g L}^{-1}$, pero el valor máximo ($4760 \mu\text{g L}^{-1}$) y el valor mínimo ($2620 \mu\text{g L}^{-1}$) se encontraron en la zona profunda. La zona eufótica presentó un promedio de $1.6 \pm 0.2 \text{ m}$ con un rango de $1.2 \pm 0.0 \text{ m}$ a $2.0 \pm 0.2 \text{ m}$. No se observó una correlación entre la Clor-*a* y el COP pero si hubo una correlación negativa entre la Zeu y la Clor-*a*. Lo anterior corrobora que en Chapala la mayor parte del COP suspendido no es de origen fitoplanctónico.

Palabras clave: carbono orgánico particulado, clorofila *a*, lago de Chapala.

4.24 Modelación conjunta del carbono y agua a nivel de parcelas y cuencas

Paz Fernando¹ y Salas Víctor¹

¹GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Montecillo, Estado de México.
Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

La modelación de la dinámica del carbono puede ser realizada bajo diferentes aproximaciones, donde la mayoría de ellas requiere de información generalmente no disponible en muchos proyectos en México. Usando esquemas de modelos de estados y transiciones (METs), parametrizados bajo condiciones de equilibrio, es posible modelar en forma simple la dinámica de la biomasa aérea asociada a diferentes actividades o usos del suelo y vegetación. A partir de la dinámica de la biomasa aérea de la vegetación es posible establecer una relación con el índice de área foliar (IAF) y del IAF con la cobertura aérea (f_v), bajo la consideración de que el IAF y COB máximo es alcanzado cuando la tasa de incremento anual de la biomasa alcanza su valor máximo. De lo anterior, es posible establecer la dinámica de la cobertura aérea de la vegetación. Usando un modelo con tiempo de pasos anuales para el escurrimiento superficial, a nivel de parcelas y cuencas, parametrizado en función del suelo (textura), geomorfología y la f_v , se presenta su acoplamiento a la dinámica del carbono (*e.g.* biomasa aérea) y se discuten sus implicaciones para acoplar los mercados del agua y carbono.

Palabras clave: METs, biomasa-índice de área foliar-cobertura aérea, modelo hidrológico, escurrimiento superficial.



4.25 Equivalencia hidrológica en acuíferos del Estado de México Salas-Aguilar Víctor M.¹

¹Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco, Km 36.5 Montecillo, México.
Autor para correspondencia: vsalasaguilar@gmail.com

Resumen

La investigación a gran escala de la relación almacenamiento-descarga en acuíferos sigue como una tarea pendiente en la mayoría de las subcuencas en México. Esta investigación propuso analizar esta relación mediante un modelo expo-lineal con tres parámetros; C la tasa máxima de descarga, k la tasa relativa de descarga y tb es el tiempo en que tarda una cuenca en desalojar el escurrimiento directo. También se propone al modelo como una referencia para evaluar la influencia de los factores ambientales o de manejo sobre el almacenamiento. El estudio se realizó en cuatro subcuencas forestales del Estado de México. Los resultados mostraron que es factible separar el almacenamiento de un acuífero del flujo directo en el punto cuando las tasas máximas y relativas de descarga son iguales. Se probó que los parámetros del modelo expo-lineal pueden discriminar la influencia de las variables climáticas y de manejo sobre el almacenamiento. El parámetro C tiende a una relación lineal con la precipitación, tb se encuentra relacionado con la geometría de las subcuencas y por último se observó que al mantener fijos C y tb , un cambio en la pendiente de k se correlaciona con los cambios de cobertura (manejo) en las subcuencas. Se recomienda evaluar el modelo en subcuencas con diferente condición fisiográfica para encontrar patrones con los parámetros aplicados.

Palabras clave: almacenamiento-descarga, subcuencas, expo-lineal



5 ECOSISTEMAS TERRESTRES



5.1 Cambios en los flujos de carbono y agua en ecosistemas naturales y transformados en zonas áridas

Castellanos Alejandro E.¹; Hinojo César¹; Rodríguez Julio²; Romo Raúl¹; Huxman Travis^{2,3} y Vargas Rodrigo⁴

¹DICTUS, Universidad de Sonora. Av Luis Donaldo Colosio Murrieta, Centro, CP 83000, Hermosillo, Sonora. Autor para correspondencia: acastell@guaymas.uson.mx

²Departamento de Agronomía, Universidad de Sonora. Carretera Bahía Kino km 21, Apartado Postal 305, Hermosillo, Sonora.

³Universidad de California en Irvine. Irvine, CA 92697, Estados Unidos.

⁴Universidad de Delaware. Newark, DE 19716, Estados Unidos.

Resumen

Los flujos de carbono en los ecosistemas de zonas áridas son controlados por pulsos de precipitación y la disponibilidad de agua. La transformación de estos ecosistemas a sabanas de Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) perjudica a la diversidad de especies, diversidad funcional y cobertura de la vegetación, lo que deberá afectar los flujos de carbono y la productividad. Desde hace más de cinco años se han desarrollado estudios comparativos entre ecosistemas natural y transformado a sabana de Buffel, con el objetivo de establecer cuáles son las variables que más impactan en los cambios de la productividad neta del ecosistema. Se han caracterizado la cubierta vegetal, su productividad neta y uso de agua (evapotranspiración), y realizado estudios fisiológicos de las especies dominantes, con el fin de escalar su contribución al flujo de carbono y agua en el ecosistema. El estudio aporta datos comparativos de los flujos de carbono y agua y discute algunas causales de la modificación en la productividad.

Palabras clave: Productividad Neta del Ecosistema (PNE), eficiencia de uso del agua, cambios en la cubierta vegetal, servicios de ecosistemas, Eddy covariance en zonas áridas.



5.2 Biocarbón como mejorador de suelo y su contribución al secuestro de carbono

Escalante-Rebolledo Ariadna^{1,2}; Pérez-González Guadalupe¹; Hidalgo-Moreno Claudia¹; López-Collado Jorge³; Campo-Alves Julio⁴ y Etchevers-Barra Jorge D.¹

¹Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, CP 56227 Texcoco de Mora, Estado de México. Autor para correspondencia: jetchev@colpos.mx

²Universidad Veracruzana, Xalapa. Lomas del Estadio S/N, Zona Universitaria, CP 91000 Xalapa, Veracruz.

³Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz km 88.5, CP 91700, Xalapa, Veracruz.

⁴Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria S/N, CP 04510, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, Distrito Federal.

Resumen

Existen tecnologías recientes que pueden ayudar a contrarrestar la disminución de la producción de alimentos causada por la degradación del suelo. Una de ellas es la aplicación de biocarbón (*biochar*), un material producido por pirólisis de biomasa residual o residuos orgánicos de la vida urbana; que produce una mejoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas, y un aumento de la productividad de los cultivos. Adicionalmente se considera que el biocarbón incorporado al suelo, por ser una forma recalcitrante de carbono, actuaría como un reservorio de este elemento, retardando su retorno a la atmósfera como CO₂, situación que contribuiría a mitigar el cambio climático. Siendo esta alternativa tecnológica para mejorar la calidad del suelo relativamente reciente poco o no empleada en México, es recomendable conocer más acerca de ella y sus beneficios. Para evitar efectos negativos o riesgos innecesarios en su uso es preciso caracterizar sus propiedades químicas y físicas y elucidar el efecto de su aplicación en las propiedades del suelo y en los cultivos. El desarrollo de procesos tecnológicos factibles de ser implementados en México para elaborar biocarbón constituye un desafío para los tecnólogos locales y una posible fuente de trabajo no convencional, aparte de la posibilidad de generar ingresos extras a productores del sector agroforestal y a entidades municipales que podrían transformar la basura orgánica en un producto con valor comercial.

Palabras clave: biochar, pirólisis, caracterización, secuestro de carbono, bioenergía.



5.3 Captura de carbono en bosques, en relación con la densidad de arbolado y fertilización química

López-López Miguel Á.¹ y Flores-Nieves Patricia¹

¹Postgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: lopezma@colpos.mx

Resumen

El manejo forestal permite dirigir la producción forestal, en términos de montos y tipos de productos, hacia objetivos específicos. El manejo de la densidad de arbolado y la fertilización son actividades que impactan la productividad y el tipo de productos a obtener en un sistema forestal. Se estableció un experimento para estudiar los efectos de la densidad de arbolado en interacción con la fertilización química con N, P y K, sobre variables de crecimiento y captura de carbono en un bosque joven de *Pinus patula*. A dos años de aplicados los tratamientos de fertilización sobre parcelas con tres densidades de arbolado establecidas con anterioridad, las variables de crecimiento indican que sólo la densidad tiene efectos significativos. En los sitios con menor densidad de arbolado (600 árboles ha⁻¹), los árboles individuales muestran mayores incrementos en todas las variables de respuesta, excepto altura total, comparados con los sitios de 1200 árboles ha⁻¹. No obstante, los incrementos por hectárea y año de todas las variables, excepto altura total, son superiores en las parcelas con 1200 árboles ha⁻¹. Los resultados permiten deducir que las densidades de arbolado bajas disminuyen el número de factores limitantes del crecimiento y que las densidades elevadas ayudan a eficientizar el uso de los recursos del sitio forestal. Para lograr mayor impacto ambiental positivo del carbono capturado en sistemas forestales, se recomienda manejar los bosques a densidades que permitan maximizar la acumulación de biomasa a nivel de árboles individuales.

Palabras clave: *Pinus patula*, manejo forestal, objetivo del manejo.



5.4 Caída y descomposición de ramas en la sucesión de la selva mediana sub-perennifolia

Aryal Deb R.^{1,2}; de Jong Bernardus H. J.¹ y Ochoa-Gaona Susana¹

¹El Colegio de la Frontera Sur. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, CP 2450, Lerma, Campeche. Autor para correspondencia: drajar@conacyt.mx

²Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villafloras km 84.5, CP 30470, Villafloras, Chiapas.

Resumen

La acumulación de carbono en madera muerta en una vegetación es la función de la producción y descomposición de troncos y ramas que se mueren a través del tiempo. Teóricamente, la dinámica de producción y descomposición de madera muerta en trópico es más rápida que en latitudes mayores y puede tener una relación significativa en el intercambio de carbono con la atmósfera. Sin embargo, pocos estudios incluyen la dinámica de producción y descomposición de madera muerta en las estimaciones de almacenes y transferencia de carbono. En este estudio, se probó la hipótesis de que la acumulación de carbono en madera muerta vía caída de ramas aumenta con la edad sucesional de la selva, mientras que la tasa de descomposición disminuye. El cambio en la composición de especies durante la sucesión podría ser la razón principal de la diferencia de las tasas de descomposición. Se hizo la colección de ramas caídas en dos parcelas anidadas de 5 m² en 16 rodales de monitoreo de carbono cada dos a tres meses durante dos años de periodo, para cuantificar la producción de ramas en la región sur de la península de Yucatán. Para estimar la descomposición de madera, segmentos de ramas de 1–7.5 cm de diámetro y de 20–50 cm de largo fueron cortados y puestos a descomponer. Las piezas de madera fueron recolectadas en ciertos intervalos de tiempo para secar y pesar. Se estimó el constante de descomposición (k) con un modelo exponencial de la pérdida de masas. El promedio de la producción de ramas fueron de 0.6 a 1.7 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹ dependiendo la edad de vegetación. La producción de ramas fue mayor en la vegetación primaria con aumento gradual con la edad y la tasa de descomposición de ramas disminuyó con la edad. Las especies pioneras se descompusieron más rápido en comparación con las especies tardías. Se encontró una correlación negativa entre la tasa de descomposición y la densidad de madera. Entre 27 y 44% de la producción de madera se descompone dentro de un año y requiere de cuatro a siete años para perder el 90% de biomasa total de la producción. Esto implica un aumento gradual del almacenamiento de carbono en madera muerta durante la sucesión de la selva mediana sub-perennifolia en el trópico. En futuros estudios, se recomienda tomar en cuenta los métodos de evaluación de la partición de carbono por oxidación y humificación para estimar la cantidad de transferencia de carbono hacia la atmósfera y hacia el suelo.

Palabras claves: transferencia de carbono, madera muerta, densidad de madera, selva tropical, península de Yucatán.



5.5 Inferencia espacial de la concentración de carbono orgánico en los suelos de México

Guevara Mario¹; Vargas Rodrigo¹; Arroyo Carlos²; Equihua Julian²; Cruz Carlos³; Etchevers Jorge⁴; Paz Fernando⁴; Brunsell Nathaniel⁵; Hayes Daniel⁶ y de Jong Ben

¹*Departamento de Ciencias de Plantas y Suelos, Universidad de Delaware. Newark, DE, USA. Autor para correspondencia: mguevara@udel.edu*

²*Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Periférico-Insurgentes Sur No. 4903, Col. Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan, CP 14010, Ciudad de México.*

³*Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Av. Héroe de Nacozari Sur No. 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, CP 20276, Aguascalientes, Aguascalientes.*

⁴*Colegio de Postgraduados (COLPOS). Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.*

⁵*Department of Geography, The University of Kansas. Lawrence, KS, USA.*

⁶*Oak Ridge National Laboratory. Oak Ridge TN, USA.*

⁷*El Colegio de la Frontera Sur. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, CP 24500, Lerma Campeche, Campeche.*

Resumen

La reducción en las pérdidas de carbono orgánico edáfico facilita la mitigación del cambio climático global. Sin embargo, representar espacialmente su variabilidad resulta costoso y tardado. El objetivo del estudio fue la generación de mapas digitales de carbono orgánico del suelo en México a diferentes profundidades específicas y evaluar la capacidad predictiva de la topografía. Se utilizó un modelo digital de elevaciones de 1x1 km de resolución espacial y fueron generados atributos primarios y secundarios. Estos atributos fueron transformados a componentes principales y usados como covariables de las observaciones de carbono orgánico (%) contenidas en las descripciones de los perfiles de suelo de INEGI. Fue implementado un modelo no-paramétrico para estandarizar el contenido de carbono a diversas profundidades específicas. Posteriormente fue implementado un análisis de regresión combinado con geoestadística y una estrategia de validación cruzada. Se pudo explicar 57% de la variabilidad espacial del carbono orgánico del suelo superficial (0-5 cm). La capacidad predictiva del modelo disminuye con la profundidad de análisis debido a que el número de muestras generalmente es menor en los horizontes subsuperficiales. Los resultados sugieren que, al nivel nacional, las selvas cálidas húmedas y las sierras templadas presentan las mayores concentraciones de carbono orgánico en el suelo. El desarrollo de capacidades para la delimitación precisa de áreas prioritarias de conservación y recuperación de funciones de suelos resulta relevante para un aprovechamiento sostenible de las tierras y mitigación efectiva del cambio climático.

Palabras clave: carbono orgánico, México, geoestadística, atributos de terreno.



5.6 Ajuste de un modelo alométrico para determinar biomasa aérea en *Pinus halepensis* Mill., en la Sierra de Zapaliname Coahuila, México

Montoya-Jimenez Juan C.¹; Méndez-González Jorge¹; Ruiz-González Cecilia G.¹; Sosa-Diaz Librado¹; Cortés-Bracho J. de J.²; Samaniego-Moreno Luis²; Nájera-Luna J. A.³ y Manzano-Camarillo Mario G. F.⁴

¹Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Calzada Antonio Narro No. 1923, Colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Autor para correspondencia: charly_91_cecy@hotmail.com

²Departamento de Riego y Drenaje, UAAAN. Calzada Antonio Narro No. 1923, Colonia Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

³División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de El Salto (ITES). Mesa del Tecnológico S/N, El Salto, Pueblo Nuevo, Durango.

⁴Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Campus Monterrey. Av Eugenio Garza Sada No. 2501 Sur, Tecnológico, CP 64849, Monterrey, Nuevo León.

Resumen

Para evaluar la contribución de los ecosistemas forestales en la mitigación de los gases de efecto invernadero, es necesario cuantificar su biomasa, lo anterior se logra ajustando modelos alométricos que permitan estimar biomasa y carbono almacenado en los árboles. El objetivo de este trabajo fue generar ecuaciones para estimar biomasa en hojas y ramas, fuste y total en árboles de *P. halepensis* Mill., de la Sierra de Zapalinamé Saltillo, Coahuila México. Se utilizó el método destructivo y se usó un modelo alométrico de potencia, ajustado en forma logarítmica para cumplir los supuestos básicos de regresión lineal. Los resultados demuestran que el diámetro basal del *P. halepensis* estima eficientemente la biomasa de cada componente del árbol, al registrar ajustes (R^2) mayores de 0.80 en biomasa de fuste y biomasa total. Las estimaciones de biomasa en *P. halepensis* pueden mejorarse hasta en 5% si se usa el factor de corrección sugerido. Se observa que a partir de 50 cm de diámetro basal, *P. halepensis* puede almacenar más de 1 bono de carbono árbol⁻¹ (1 ton CO₂).

Palabras clave: alométrico, biomasa, carbono, CO₂, Coahuila.

5.7 Relaciones de la concentración de carbono entre componentes arbóreos: avances preliminares

Silva-Herrera Perla G.¹; Pompa-García Marín¹; Elías-Chacón José¹ y Carrillo-Parra Artemio¹

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Papaloapan y Blvd. Durango S/N, CP 34120, Durango, Durango. Autor para correspondencia: prinsu_gn94@hotmail.com

Resumen

Evaluar la capacidad de los sistemas vegetales para capturar el carbono y transformarlo en moléculas orgánicas es un tema que forma parte de la agenda ambiental, por lo cual es importante destacar a los bosques como fuentes y sumideros de este elemento. El objetivo del presente estudio fue probar si existe una relación lineal de la concentración de carbono entre componentes del árbol, con la finalidad de aportar conocimiento de la dinámica de fijación de carbono. Se determinó la concentración de carbono de los diferentes componentes: hojas, yemas, frutos, ramas, residuos de ramas, ramillas, residuos de ramillas tallo, corteza, raíz y residuos de raíz de las especies *Quercus albocincta*, *Quercus montana*, *Eysenhardtia polystachya*, *Quercus laxa*, *Protium copal*, *Croton dracon*, *Pinus lumholtzii*, *Pinus devoniana*, y *Pinus teocote*. Los resultados se analizaron mediante el coeficiente de correlación entre los diferentes componentes arbóreos con el programa Statistical Analysis System. Los componentes con asociación estadísticamente significativa ($P < 0.05$) fueron: ramilla y hoja ($r = -0.74$, $p = 0.0335$), raíz y ramilla ($r = 0.84$, $p = 0.0076$), raíz y residuos de ramilla ($r = 0.78$, $p = 0.0220$), residuos de ramilla y fruto ($r = 0.87$, $p = 0.041$). Lo anterior indica la estrecha relación de la magnitud y la dinámica de absorción de carbono entre los componentes.

Palabras clave: correlación, compartimentos arbóreos, flujos de carbono.

5.8 Implicaciones del aprovechamiento forestal sobre los almacenes aéreos y subterráneos de carbono en una unidad de manejo forestal privada

Hernández-Martínez Olga E.¹; Mireles-Lezama Patricia¹; Álvarez-Arteaga Gustavo¹; Orozco-Hernández María E.¹ y García-Fajardo Belina¹

¹Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México. Mariano Matamoros casi esquina Paseo Tollocan, Col. Universidad. CP 50000, Toluca de Lerdo, Estado de México. Autor por correspondencia galvareza68@gmail.com

Resumen

Dentro de las diferentes estrategias de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, el manejo forestal sustentable ocupa un lugar de primer orden, no solo por la capacidad de los sistemas forestales de preservar e incrementar los reservorios de carbono, sino por su potencial para brindar satisfactorios económicos y mejor calidad de vida a la población que administra estos recursos. No obstante, la discrepancia que surge entre aprovechar o conservar intactos los recursos forestales de zonas con alta riqueza biológica, hace necesario buscar evidencias claras sobre la factibilidad a largo plazo de estos esquemas de manejo, por lo que el objetivo de este estudio consistió en estimar los almacenes de carbono en biomasa y suelo en diferentes rodales dentro de una unidad de aprovechamiento forestal y determinar el impacto que estas prácticas ejercen sobre la capacidad del bosque para preservar sus capitales de carbono. De acuerdo a los resultados obtenidos, los inventarios de carbono en suelo sugieren que el manejo que se ha tenido por más 80 años, no ha disminuido su capacidad de almacenamiento, en tanto que las fluctuaciones en el carbono de la biomasa aérea son mayores y están en función de la etapa de aprovechamiento en que se encuentren. Bajo estas consideraciones, las prácticas de manejo realizadas en la zona de estudio permiten preservar la capacidad del bosque para capturar carbono a largo plazo.

Palabras clave: manejo forestal, captura de carbono, biomasa arbórea.

5.9 Cambio en el uso del suelo y emisiones potenciales de carbono en la Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales, Nayarit

Ordóñez-Díaz José A. B.^{1,2,3}; Velarde-Meza Erik E.¹; Mallén-Rivera Carlos⁴; Reyero-Hernández Verónica²; Membrillo-Hernández Jorge³ y León-Gutiérrez José D.⁵

¹Servicios Ambientales y Cambio Climático SACC A.C.. Sur 125 No. 131 interior 2, Colonia Minerva, CP 09810, Iztapalapa, Ciudad de México, Distrito Federal. Autor para correspondencia: jabordonez@hotmail.com

²Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria S/N, CP 04510, Delegación Coyoacán, Ciudad de México.

³Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México. Calle del Puente No. 222, Col. Ejidos de Huipulco, CP 14380, Tlalpan, Ciudad de México.

⁴Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Av. Progreso No. 5, Col. del Carmen, C.P. 04110, Coyoacán, Ciudad de México.

⁵Comité Internacional de la Cruz Roja.

Resumen

La Reserva de la Biósfera Marismas Nacionales (RBMN) incluye el manglar más extenso del Pacífico mexicano, ocupando el 2.83% de los 4.8 millones de hectáreas destinados a la conservación de zonas marinas en el territorio del país, que en conjunto capturan 1.9% del carbono almacenado en los ecosistemas de México. Tiene una distribución restringida y ofrece un refugio para las principales especies en las pesquerías; por ello, su preservación resulta vital para mitigar los efectos negativos del calentamiento global. Actualmente la RBMN se ve afectada por las actividades económicas y el aprovechamiento inadecuado de los recursos de la región, por lo que se llevó a cabo un estudio sobre las emisiones potenciales de carbono derivadas del cambio en la cobertura vegetal y uso de suelo, con revisiones de estudios, análisis de mapas y de muestreos *in situ*. En este sentido, el presente trabajo contribuye a resaltar la importancia de la cobertura vegetal en el contexto de la captura y almacén de carbono en la RBMN, y otros servicios ambientales fundamentales, asociados a la transformación de los manglares y el cambio en el uso del suelo: agrícola y pecuario. Por su distribución restringida en el territorio nacional, se exalta la necesidad de conservar y ampliar las áreas destinadas a este tipo de ecosistemas y con ello favorecer las acciones de mitigación del cambio climático global y la regulación de la productividad primaria neta por su carácter de sistemas ecológicos complejos.

Palabras clave: manglar, captura de carbono, almacenamiento de carbono, cobertura vegetal, servicios ambientales.

5.10 Modelación de la dinámica del secuestro de carbono en suelos forestales

Linares-Fleites Gladys¹; Oroza-Hernández Ana A.²; Fuentes-Andrade M. del Socorro¹ y Valera-Pérez Miguel A.¹

¹Postgrado en Ciencias Ambientales y Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Edificio 103-E, Ciudad Universitaria, Colonia San Manuel, CP 72570, Puebla, Puebla. Autor para correspondencia: gladys.linares@correo.buap.mx

²Postgrado en Ciencias Matemáticas. Facultad de Ciencias Físico Matemática, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Prol. 14 Sur y Boulevard Jose Ma. Lafragua, Av San Claudio, Ciudad Universitaria, CP 72572 Puebla, Puebla.

³Unidad Académica de Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma de Guerrero. Av. Javier Méndez Aponte 1, Fraccionamiento Servidor Agrario, CP 39070, Chilpancingo, Guerrero.

Resumen

Con el objetivo de determinar los factores edafoclimáticos más relevantes para la caracterización del secuestro de CO₂ atmosférico como carbono orgánico en suelos, se estudian las relaciones existentes entre la cantidad de carbono orgánico almacenado en el suelo, el aporte de materia orgánica fresca, factores climáticos y características físico-químicas del suelo. Se definen relaciones funcionales que describen la dinámica de la materia orgánica en el suelo, así como su tasa de transformación, en función de la temperatura, precipitación pluvial, densidad aparente del suelo y de la razón entre carbono y nitrógeno. En este estudio se emplean datos climáticos y de características físico-químicas, tanto del suelo como de la hojarasca, tomados en puntos representativos de la Región Terrestre Prioritaria RTP-105. La región completa está ubicada entre los estados de Puebla y Veracruz, y es considerada prioritaria para la conservación por la existencia de bosques mesófilos de montaña presentes en las cañadas y la selva alta perennifolia en las partes bajas. Las relaciones funcionales que aquí se proponen se construyen a partir de modelos estadísticos de regresión. Se muestra que los factores climáticos y las características físico-químicas del suelo inciden sobre la eficiencia del suelo como secuestrador de carbono, mediante el cálculo de índices de pérdida y de captura de carbono en suelo

Palabras clave: cambio climático, ecosistema terrestre, Puebla.



5.11 Simulación de los cambios de carbono orgánico del suelo en vertisoles con diferentes aportes de carbono al suelo

González-Molina Lucila¹ y Báez-Pérez Aurelio²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México. Km 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco, CP 56250, Texcoco, Estado de México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, CP 38010, Celaya, Guanajuato.

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar la simulación de los cambios del carbono orgánico del suelo (COS) en vertisoles con diferentes entradas de C al suelo en experimentos de corta duración cuando el sistema de labranza tradicional (LT) cambia a labranza de conservación (LC). El estudio se condujo en parcelas de cuatro localidades del estado de Michoacán y dos localidades del estado de Guanajuato. En la simulación de los cambios de COS, el desempeño del modelo de carbono RothC-26.3 fue evaluado con diferentes entradas: ET1-ET5. ET fue la biomasa aérea medida (BA) más rizodiposición estimada (RI). Entonces, se evaluó RI= 10, 15, 18, 36 y 50% de la biomasa total (BT). Los cambios de COS fueron simulados con la mejor prueba: $ET3 = BA + (0.18 * BT)$. Los valores de eficiencia y coeficiente de correlación estuvieron en los rangos de 0.56 a 0.75 y 0.79 a 0.92, respectivamente.

Palabras clave: secuestro de carbono, agricultura de conservación, cambio de uso de suelo.



5.12 Biomasa almacenada por *Pinus oocarpa* Shiede en el Parque Estatal Monte Alto, Valle de Bravo, Estado de México

Pérez-Mondragón Gabriela¹ y García-Martínez René¹

¹División de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Estudios Superiores de 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: rene.garcia.martinez@hotmail.com.

Resumen

Los inventarios de biomasa se han convertido en una herramienta trascendental para valorar los bosques en función de los bienes y servicios ambientales que brindan (captura de CO₂). Las ecuaciones alométricas permiten determinar la cantidad de biomasa acumulada por un árbol, sin embargo no existen modelos para todas las especies y para todas las regiones geográficas. El objetivo del trabajo fue generar un modelo alométrico para *Pinus oocarpa* Shiede aplicable al Parque Estatal Monte Alto, Valle de Bravo, Estado de México y compararlo con una ecuación obtenida en otra región para la misma especie. Para construir el modelo se midieron el diámetro y la altura de 420 árboles, posteriormente se calculó el volumen y, utilizando la densidad básica de la madera, se calculó la biomasa fustal. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Minitab 17[®]. La ecuación alométrica obtenida fue “Biomasa= 0.0291DN^{2.485}” (r²> 0.97) (S.E.= 61.35). Los datos de biomasa presentaron mayor dispersión en los diámetros más grandes, esta característica se relacionó con la heterogeneidad del diámetro y la altura de los árboles de la misma edad. Al compararlo con el modelo generado en Chihuahua y Durango, se concluye que no es recomendable utilizar este último para realizar inventarios de biomasa en Valle de Bravo, porque los datos indican que conforme se incrementa el diámetro de los árboles se sobreestima considerablemente la biomasa acumulada en el fuste.

Palabras clave: inventarios de biomasa, ecuaciones alométricas, biomasa fustal.



5.13 La sobreestimación del carbono orgánico del suelo en zonas de karst de la península de Yucatán

Bautista Francisco¹; Calvo Luz Ma.²; Martínez-Tellez Jazmín²; Delgado Carmen¹ y Aguilar Yameli¹

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de La Huerta, CP 58190, Morelia, Michoacán.

Autor para correspondencia: leptosol@ciga.unam.mx

²Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, Mérida, Yucatán.

Resumen

Los inventarios de carbono orgánico del suelo (COS) en México reportan que los suelos de Yucatán son de los más altos del país, lo cual contrasta con el escaso desarrollo edáfico de los Nudilithic Leptosols con menos de 5 cm de espesor de todo el perfil y en muchos casos no hay suelo solo se presentan afloramientos de roca. Además el clima es semiárido con una cubierta vegetal de selva baja caducifolia. El objetivo fue evaluar la variabilidad espacial del COS a distancias cortas para demostrar la discontinuidad en Leptosols del norte de la península de Yucatán así como comprobar la sobreestimación del COS expresado en unidades de superficie. Se tomaron 102 muestras de suelo en superficies de 10x10 cm hasta la profundidad máxima, el carbono orgánico se analizó con la técnica del dicromato de potasio; se separaron los fragmentos gruesos (grava y piedras) de la tierra fina; la densidad aparente se midió por la cantidad de tierra fina en el volumen de muestreo. Se realizó un mapa parcelario mediante un análisis geoestadístico utilizando la técnica de interpolación denominada kriging ordinario. Los Leptosols presentaron valores de COS por debajo de 100 t ha⁻¹ reportados para esta zona, con valores medios de 48.56 t/ha. Además se comprobó la alta discontinuidad y variabilidad del suelo a distancias cortas.

Palabras clave: discontinuidad; mapas parcelarios; Leptosols; sobreestimación del carbono orgánico del suelo.



5.14 Biomasa almacenada en un bosque natural de *Abies religiosa* (Kunth Schtdl. et Cham.) dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca

García-Martínez René¹; León-García Rutilo¹ y García-Avilés Sergio¹

¹División de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Estudios Superiores de 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: rene.garcia.martinez@hotmail.com.

Resumen

Los inventarios de biomasa permiten estimar la cantidad de carbono almacenado en los bosques se han vuelto una herramienta transcendental para valorarlos en función del servicio ambiental que brindan. El objetivo del estudio fue estimar la cantidad de biomasa almacenada en un bosque de *Abies religiosa* localizado en el municipio de Temascaltepec, Estado de México. Para ello se realizó un inventario por muestreo en un bosque natural de 847.03 ha. Se instalaron unidades de muestreo (UM) circulares de 1000 m² y se midieron el diámetro y la altura de los individuos presentes en cada UM. Se determinó el volumen fustal y a través de la densidad de la madera se calculó la biomasa. Para las ramas se utilizó la ecuación alométrica “Biomasa= 1.5842*[Exp[0.044*DN]]”. Los resultados mostraron una variación en la cantidad de biomasa almacenada en cada rodal, esto se atribuye a las diferencias en la edad de los individuos, la densidad arbórea y la asociación con especies de pino presentes en cada sección del bosque. Individualmente, los árboles maduros acumularon más biomasa con respecto a los jóvenes. Los datos de biomasa por rodal (Mg ha⁻¹) fueron los siguientes; R1 (170 Mg ha⁻¹), R2 (132.6 Mg ha⁻¹), R3 (230 Mg ha⁻¹), R4 (39.7 Mg ha⁻¹) y R5 (130.1 Mg ha⁻¹). Finalmente, para todo el predio se estimó una cantidad de 74 552.8 Mg. En conclusión, este estudio permitirá comparar el estado en el que se encuentran los bosques de *A. religiosa* en la región en función de la biomasa.

Palabras clave: inventarios de biomasa, biomasa aérea, bienes y servicios ambientales.

5.15 Bioensayos para evaluar la toxicidad en residuos mineros ácidos y dos tipos de biochars: lirio acuático y eucalipto

Núñez-Balderas Laura V.¹; Etchevers-Barra Jorge D.¹; Hidalgo-Moreno Claudia M. I.¹ y Aguirre-Gómez Arturo²

¹Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: nunez.laura@colpos.mx

²Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Campo Cuatro, Carretera Cuautitlán-Teoloyucan, km 2.5 San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Resumen

Para asegurar la efectividad de los tratamientos de remediación en residuos mineros es necesario emplear pruebas que midan el grado de toxicidad de estos. Las pruebas más utilizadas son los bioensayos de germinación y crecimiento de raíz en especies sensibles a los metales. En este trabajo se utilizó un suelo (Luvisol Háplico-Ródico), residuos mineros ácidos, biochar de lirio acuático (L) y biochar de eucalipto (E). Se realizaron mezclas de suelo-residuo en los siguientes porcentajes: M1 100-0, M2 65-35, M3 35-65 y M4 0-100, las cuales fueron incubadas. En el bioensayo de crecimiento de raíz con cebada se midieron las variables área foliar (AF), peso seco total (PST), de hoja (PSH) y de raíz (PSR), largo de raíz (LR) y hoja (LH), clorofila (C); y el otro bioensayo se realizó con semillas de lechuga donde se evaluó porcentaje de germinación (PG). En el primer bioensayo no se encontraron diferencias significativas en el PSR; el LR fue mayor en los biochars que en los testigos, estos producen un efecto benéfico en el crecimiento de raíces; las variables AF, PST, PSH, LH y C disminuyeron a medida que se incrementaba el residuo por mezcla. Los biochars redujeron el PST, PSH, LH y C, a excepción de su aplicación en la M4. En el segundo ensayo no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, la M4 fue cero germinación y los biochars de 40%. Las variables que son sensibles al efecto de los residuos mineros son AF, PST, PSH, LH y C.

Palabras clave: remediación de suelos, germinación, crecimiento de raíz.

5.16 Carbono en sistemas agroforestales de café, bosque mesófilo de montaña y potrero en Huatusco, Veracruz

Bautista-Calderon Eva A.¹; Ordaz-Chaparro Víctor M.²; Gutiérrez-Castorena Edgar V.³, Hidalgo-Moreno Claudia⁴ y Valdés-Velarde Eduardo⁵

^{1,2,4}Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: vladimir@colpos.mx

³Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Calle Francisco Villa S/N, Ex Hacienda el Canadá, General Escobedo, Nuevo León.

⁵Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, Colonia Chapingo, Texcoco, Estado de México.

Resumen

El CO₂ es el gas de efecto invernadero que mayor relevancia tiene en cuanto al calentamiento global. El objetivo del estudio es determinar el contenido de C orgánico almacenado en el suelo y biomasa superficial (hojarasca y mantillo) en los sistemas agroforestales de café, en el municipio de Huatusco Veracruz. Se utilizaron técnicas de Geomática (clasificación interpretativa, análisis espacial y técnicas de enfoque paramétrico) para la obtención de los 40 sitios de muestreo de suelo en los sistemas agroforestales de café, obteniéndose de la siguiente manera: tres para el bosque mesófilo de montaña (BMM), tres para Potrero (Pot), ocho en Policultivo Tradicional (PT), 15 en Policultivo Comercial (PC) y 11 en Monocultivo Especializado (ME). Obteniéndose la cantidad de Carbono en Mg ha⁻¹ para las muestras de suelo, hojarasca y mantillo. El ecosistema que mayor cantidad de C en el suelo lo reportó en BMM y para el caso de la biomasa superficial los sistemas que mayores cantidades de carbono presentaron fueron los agroecosistemas de café, valores por encima del ecosistema natural (BMM).

Palabras clave: carbono, efecto invernadero, calentamiento global, sistemas agroforestales.

5.17 Producción de metano a partir de desperdicios vegetales y de nopal verdura por producción de gas *in vitro*

Almaraz-Buendía Isaac¹; Del Razo-Rodríguez Oscar E.¹; Campos-Montiel Rafael G.²; Soriano-Robles Ramón³; Ramírez-Bibriesca Efrén⁴; Buendía-Rodríguez G.⁵; Salinas-Martínez Jesús A.¹ y Espinoza-Muñoz Verónica¹

¹Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Rancho Universitario Km. 1, Ex-Hacienda de Aqutezalapa, AP32, CP 43600, Tulancingo, Hidalgo. Autor para correspondencia: isac@xanum.uam.mx

²Ingeniería Agroindustrial, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Rancho Universitario Km. 1, Ex-Hacienda de Aqutezalapa, AP32, CP 43600, Tulancingo, Hidalgo.

³Departamento de Biología de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, CP 09340, Ciudad de México.

⁴Ganadería, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Montecillo, Estado de México, México.

⁵CENID-Fisiología. Km. 1, Carretera a Colón, CP 76280, Ajuchitlán, Colón, Querétaro.

Resumen

Los desperdicios de vegetales que se generan en las grandes ciudades debido a la distribución, consumo y almacenamiento de alimentos, son sustratos biodegradables, ricos en materia orgánica, y además son recursos renovables. Muchos de estos desperdicios se depositan en vertederos donde por digestión anaerobia contribuyen a la emisión de gases efectos invernadero. El objetivo de este estudio fue cuantificar la producción de metano (CH₄) a partir de desperdicios vegetales usando líquido ruminal como inóculo. Las muestras se colectaron en un mercado de alimentos donde el criterio de selección fue el volumen de desecho. Las muestras se deshidrataron y se molieron para su fermentación *in vitro*. Se usó líquido ruminal como inóculo y la producción de gas se midió por desplazamiento de volumen durante 48 h. Muestras de este gas se capturaron a las 9, 12, 24, 34 y 48 h de incubación; las cuáles se analizaron para su contenido de CH₄. El diseño fue completamente aleatorio y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey. Los resultados muestran que las hojas de elote producen CH₄ en forma constante en comparación con los demás sustratos. Las hojas de col y de coliflor, así como el nopal verdura, producen cantidad similar de CH₄ pero sólo a las 9 h y 12 h de incubación. Estos resultados sugieren que la digestión anaerobia de hojas de maíz, coliflor, col; así como el nopal verdura no comercializado es una opción para su manejo.

Palabras clave: *Opuntia ficus-indica*, hortalizas, residuos orgánicos, biogás, vertederos.

5.18 Carbono edáfico y su relación económica con los sistemas agropecuarios de la Ciénega de Chapala, Michoacán

Medina-Orozco Lenin E.¹; Montores-Rodríguez Joel² y Zepeda-Jazo Isaac²

¹Instituto Tecnológico del Valle de Morelia-Tecnológico Nacional de México. Carretera Morelia Salamanca km 6.5, Los Ángeles, CP 58100, Morelia, Michoacán. Autor para correspondencia. leninmed@gmail.com

²Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo. Avenida Universidad 3000, Col. Lomas de la Universidad, CP 59103, Sahuayo, Michoacán.

Resumen

En los sistemas de producción agropecuaria el factor antrópico es considerado en la actualidad, como el principal reformador de las características y funciones de los suelos, causando eventualmente problemas de degradación y reducciones significativas en la fertilidad edáfica, con el subsecuente detrimento del almacén del carbono en los ecosistemas terrestres. Los sistemas de producción agropecuarios dominantes en el valle de la Ciénega en el estado de Michoacán, son de tipo intensivo convencional. El objetivo del presente estudio fue comparar entre diferentes coberturas agrícolas y nativas, el almacén del carbono del suelo, con la finalidad de determinar el impacto que presenta cada uno sobre el mismo. Para el presente estudio se seleccionaron 73 sitios bajo diferentes cubiertas del suelo y se colectaron muestras compuestas de la capa superficial. Se determinó de cada una el contenido de carbono orgánico. Los resultados sugieren que los almacenes superficiales de carbono en la región se distribuyen de la siguiente manera: caña de azúcar 19.0, hortalizas 19.1, granos básicos 25.1, frutales 30.0, humedales 33.5, reforestación 33.6, matorral subtropical 41.9 y el pastizal natural o inducido con un contenido de 42.7 toneladas por metro cúbico de suelo. Se concluye que los sistemas con menor conservación de carbono, son los sistemas intensivos de hortalizas y caña de azúcar, por el contrario los sistemas de producción de frutales, de alfalfa y de ganadería extensivo, son modos de producción que mantienen relativamente altos los almacenes carbono, similares a la vegetación nativa. Se encontró que el precio medio rural (PMR), mayor en los cultivos que pierden carbono del suelo, respecto a los que mantienen contenidos altos de carbono edáfico.

Palabras clave: agrogénesis, metaedafoogénesis, cambios globales del suelo.



5.19 Estimación de la tasa anual de acumulación de carbono en cafeto (*Coffea arabica* L.) en Huatusco, Veracruz, México

Tinoco-Rueda Juan A.¹; Escamilla-Prado Esteban¹; Monterroso-Rivas Alejandro I.²; Gómez-Díaz Jesús D.² y Carrillo-Negrete Iris J.³

¹Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo. Km 6 Carretera Huatusco-Xalapa, CP 94100, Huatusco, Veracruz. Autor para correspondencia: tinoco@correo.chapingo.mx

²Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, CP 56230 Texcoco de Mora, Estado de México.

³GEONATURE, S.C.. Huatusco, Veracruz.

Resumen

Los sistemas agroforestales de café bajo sombra forman parte de los sistemas de producción con la más alta cantidad de carbono almacenado. Estrategias nacionales e internacionales han creado sistemas de pago por servicios ambientales en cafetales bajo sombra, sin embargo, es poca la información referida a la capacidad de los cafetales para secuestrar carbono anualmente. El objetivo de la presente investigación fue estimar la tasa anual de acumulación de carbono en plantas de café en Huatusco, Veracruz, México. Se utilizó una metodología para simular diariamente el crecimiento del cafeto y su respectiva producción de biomasa con base en la demanda evapotranspirativa del cultivo y la cantidad de agua disponible en el suelo. La biomasa obtenida fue multiplicada por el factor 0.41 para obtener el carbono diario. Finalmente se cuantificó el carbono acumulado durante el año de simulación. Como resultado se obtuvo una tasa de acumulación de 5.1 MgC ha⁻¹ año⁻¹. Se identificó a las condiciones ambientales temperatura y precipitación, así como a las características edáficas de textura y profundidad como las principales variables que determinan el crecimiento de la planta y por ende la acumulación de biomasa y carbono. La información generada permite identificar el potencial que registran los cafetales como opciones para la mitigación del cambio climático, así como monitorear los flujos de secuestro de carbono en cada periodo.

Palabras clave: simulación de crecimiento vegetal, fenología cafeto, cafetales bajo sombra.

5.20 Efecto de los escarabajos coprófagos en las emisiones de metano durante la descomposición de excretas bovinas, bajo condiciones controladas

Hernández María E.¹; Huerta-Crespo C.² y Rosales M.²

¹Red de Manejo Biotecnológico de Recursos- Instituto de Ecología A.C.. Carretera Antigua a Coatepec No. 351, El Haya, CP 91070, Xalapa, Veracruz. Autor para correspondencia: elizabeth.hernandez@inecol.mx

²Red de Ecoetología-Instituto de Ecología A.C.

Resumen

Los escarabajos que se alimentan de estiércol, prestan importantes servicios ambientales al remover el estiércol de los potreros. Este servicio podría ir más allá, al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. El objetivo de este trabajo fue investigar las emisiones de metano en presencia o ausencia de dos géneros de escarabajo coprófagos, durante la descomposición de excretas bovinas bajo condiciones ambientales controladas. Se utilizaron dos géneros de escarabajos (*Onthophagus incensus* (O) y *Dichotomius colonicus* (D)) en dos abundancias, para O se utilizó 10 y 20 y para D 1 y 3 también se utilizó una mezcla de 10 O y 1 D. Para el género *Onthophagus*, la abundancia de los escarabajos, tuvo una fuerte influencia en las emisiones de metano pues en una abundancia de 10, las emisiones fueron semejantes a las del estiércol sin escarabajos, pero cuando se duplicó la abundancia se observó que las emisiones disminuyeron en aproximadamente 40% respecto de las del control. En el caso del género *Dichotomius*, la abundancia no tuvo efecto en las emisiones, pero en este caso aún la baja abundancia (1) ocasionó que las emisiones de metano fueran 40% más bajas que las del control, y la presencia de *Dichotomius* con *Onthophagus* en una abundancia baja ocasionó una reducción de las emisiones de metano de aproximadamente 35%. Las mayores reducciones de las emisiones de metano coincidieron con mayor pérdida de peso de la boñiga de estiércol.

Palabras clave: gases de efecto invernadero, ganadería, boñiga, potreros.



5.21 Reservorios de carbono en un bosque tropical seco en el noroeste de México

Nevescanin-Moreno Lucia¹; Yépez Enrico A.¹; Villanueva-Hernández Dulce¹; González-Pelayo Marco A.¹; Johnson Kristofer²; Garatuzza-Payan Jaime¹ y Vargas Rodrigo³

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Centro. 5 de Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora.

Autor para correspondencia: lucia.nevescanin@gmail.com

²US Forest Service. 11 Campus Blvd., Ste. 200, Newtown Square, PA 19073, USA.

³University of Delaware. 531 South College Ave. Newark, DE 19716 USA.

Resumen

Este trabajo se enfoca en llevar a cabo una estimación de carbono (C) en distintos reservorios en diferentes estados de sucesión de un bosque tropical seco: un bosque maduro (BM), un bosque secundario (BS) y un sitio de sucesión temprana dominado por *Acacia cochliacantha* (BAC). La productividad primaria neta (PPN) se obtuvo a partir de la producción de hojarasca, la tasa de descomposición se calculó con un balance de masa. El muestreo para la biomasa aérea/subterránea y suelo fue con base en la metodología del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS). La producción de hojarasca y la tasa de descomposición en BM fue de 4.03 Mg ha⁻¹ año⁻¹ y 0.01 Mg C ha⁻¹ día⁻¹ respectivamente. La PPN en BM fue de 10.77 Mg ha⁻¹ año⁻¹, en BAC de 11.86 Mg ha⁻¹ año⁻¹ y en BS de 7.61 Mg ha⁻¹ año⁻¹. El contenido de C en la biomasa aérea fue de 43.93 Mg C ha⁻¹ ± 3.09 en BM y de 27.48 Mg C ha⁻¹ ± 5.74 en BAC, el contenido de C en el sotobosque en BM fue de 0.47 Mg C ha⁻¹ ± 0.06 y en BAC de 0.67 Mg C ha⁻¹ ± 0.2, el contenido de C en la biomasa subterránea en BM fue de 42.28 Mg C ha⁻¹ ± 9.47 y de 29.71 ± 14.25 Mg C ha⁻¹ para BAC. El contenido de C en suelo para BM fue de 23.31 Mg C ha⁻¹ ± 3.06, en BAC fue de 21.74 Mg C ha⁻¹ ± 6.52.

Palabras clave: hojarasca, descomposición, biomasa vegetal, carbono en suelo, estado de sucesión.



5.22 Biomasa afectada en un incendio forestal y regeneración natural de *Pinus* y *Quercus* en Valle de Bravo, Estado de México

García-Martínez René¹; Martínez-Gómez Omar¹; Gómez-Miraflor Alondra¹ y Aguilar-Hernández Lucía¹

¹División de Ingeniería Forestal, Tecnológico de Estudios Superiores de 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: rene.garcia.martinez@hotmail.com.

Resumen

Los incendios forestales son fuente importante en emisión de gases de efecto invernadero porque durante la combustión del tejido leñoso se libera el carbono acumulado durante el crecimiento del individuo. El objetivo del trabajo fue estimar la cantidad de biomasa perdida en un incendio ocurrido, en abril de 2014, en el bosque del Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo. Para ello se realizó un censo de árboles vivos y muertos (quemados). Con una cinta métrica Truper® se midió, de cada individuo, el diámetro normal y, en algunos casos, el diámetro a la base. La biomasa aérea para *Pinus* se estimó con la ecuación “ $B = \text{Exp}[-2.818] * [\text{DBH}^{2.574}]$ ” y para *Quercus* se usó el modelo “ $B = [0.0342] * [\text{DBH}^{2.759}]$ ”. El análisis de datos se llevó a cabo con el paquete estadístico Minitab 17®. El total de biomasa perdida fue de 56.87 Mg, para toda la superficie afectada (12.32 ha), de los cuales 21% fue de *Quercus* y 79% de *Pinus*. De acuerdo con el número de árboles, la categoría más baja (diámetro < 10 cm), acumuló la mayor proporción de daño en los dos géneros pero los árboles de la categoría más alta (diámetro > 40 cm) acumularon la mayor proporción en biomasa afectada. Finalmente, después de un año de suscitarse en incendio, el género *Quercus* presentó mayor capacidad de regeneración con respecto a *Pinus* en cuanto al número de plantas y tasa de crecimiento.

Palabras clave: incendio forestal, inventarios de biomas, biomasa aérea.



5.23 Niveles de carbono y fertilidad debido al cambio de uso del suelo en sistemas agroforestales de cacao en Tabasco México

Sánchez-Gómez Delfino¹; Sánchez-Hernández Rufo²; Salvador-Morales Pedro¹; López-Noverola Ulises²; Alejo-Santiago Gelacio³ y Valdés-Velarde Eduardo⁴

¹Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca (ITZO). Prolongación Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapotlán, Centro, CP 86720, Tabasco.
Autor para correspondencia: rusaher@hotmail.com

²División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Carretera Villahermosa-Teapa km 25, R/A La Huasteca Segunda Sección, CP 86280, Villahermosa, Tabasco.

³Unidad Académica de Agricultura, Universidad de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela km 9, CP 63780, Xalisco, Nayarit.

⁴Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, CP 56230, Texcoco de Mora, Estado de México.

Resumen

Se realizó una investigación con el objetivo de evaluar el impacto del cambio de uso de suelo que registran los Sistemas Agroforestales de Cacao (SAFC) sobre los niveles de carbono orgánico del suelo (COS) y otras variables indicadoras de la fertilidad edáfica. En una primera etapa se identificó que el cambio de uso de suelo más frecuente en los SAFC es el pastizal; por lo que se seleccionaron sitios de muestreos en pastizales de 1-5, 6-10 y 11-20 años de establecimiento. Como referencia se consideró un SAFC de 20-35 años. Se tomaron muestras compuestas de suelo a una profundidad de 0-30 cm y se evaluaron las variables: COS, macronutrientes (N, P, K), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables (Na, K, Ca, Mg); asimismo se infirió sobre el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) y la relación C/N. Los resultados indicaron que el cambio de uso de suelo de SAFC a pastizal no representó una pérdida en la cantidad de COS almacenado durante los primeros 10 años de establecimiento; inclusive los pastizales recientemente establecidos (1-5 años; 6-10 años) registraron una tendencia a acumular más COS con respecto al SAFC. Sin embargo, los suelos de pastizales más viejos (11-20 años) pierden su capacidad de almacenamiento. En el SAFC se registró una mayor cantidad de N, que ocasionó una ligera reducción en la relación C/N, lo que favorece a una mayor tasa de mineralización de materia orgánica, que reduce la durabilidad del COS, evitando su acumulación e incrementando la CIC.

Palabras clave: pastizal, cacaotal, fertilidad del suelo, materia orgánica.

5.24 Productividad primaria bruta en ecosistemas sonorenses

Vega-Puga Masuly¹; Garatuza-Payán Jaime¹; Yépez Enrico A. ¹; Sánchez-Carrillo Salvador²; Watts Christopher J.³ y Rodríguez Julio C.⁴

¹Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 Sur, Col. Centro, CP 85000, Cd. Obregón Sonora. Autor para correspondencia: mazuly_88@hotmail.com

²Museo Nacional de Ciencias Naturales. Calle de José Gutiérrez Abascal 2, CP 28006, Madrid, España.

³Departamento de Física, Universidad de Sonora. Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, Hermosillo, Sonora.

⁴Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora. Carretera Bahía Kino km 21, Apdo. Postal 305, Hermosillo, Sonora.

Resumen

La productividad primaria bruta (PPB) es un parámetro utilizado para indicar la funcionalidad de la vegetación. Su estimación a diversas escalas, es fundamental para lograr un conocimiento sobre almacenamiento de carbono, generación de biomasa y ciclo de nutrientes. LUE en los ecosistemas explica de manera apropiada los cambios en la PPB, ya que este parámetro representa la cantidad de biomasa producida por unidad de energía recibida en la vegetación e integra todos los procesos fotosintéticos y respiratorios, por lo que se han desarrollado o calibrado modelos de LUE para la estimación de PPB. En este trabajo se utilizó información de sistemas de covarianza de vórtices (EC) para estimar PPB de tres ecosistemas de Sonora: un bosque de encino (BE), un matorral subtropical (MS) y una selva baja caducifolia (SBC). Se desarrollaron modelos empíricos de LUE para el escalamiento de PPB con imágenes satelitales de MODIS. Las estimaciones promedio de PPB que presentaron los ecosistemas fue de 5.26, 1.46 y 2.49 g C MJ m⁻² por año en BE, MS y SBC, respectivamente. Los mapas generados a partir de nuestro modelo de PPB para los tres ecosistemas, muestran que los sitios representan el 27% del estado, obteniendo la mayor actividad de productividad en el mes de agosto.

Palabras claves: captura de carbono, ecosistemas estacionales, modelo de LUE, PPB.



5.25 Estimación de la captura de carbono *ex-ante* en plantaciones de manglar establecidas en la costa de Chiapas y sur de Oaxaca

Covaleda-Ocón Sara¹; Bejarano-Castillo Marylin¹ y Balderas-Torres Arturo²

¹Pronatura Sur. Franz Bloom 4, CP 29230, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Autor para la correspondencia: scovaleda@pronatura-sur.org

²Centro de Investigación y Proyectos en Ambiente y Desarrollo, CIPAD, A.C.. Cd. Del Sol, CP 45050, Zapopan, Jalisco.

Resumen

La implementación de proyectos de carbono forestal es una forma de incentivar la valoración de los bosques en pie por parte de comunidades rurales que centran su actividad en las prácticas agrícolas y ganaderas, aunque su implementación requiere el cumplimiento de los requisitos de calidad y transparencia contemplados en estándares internacionales. Los proyectos de forestación/reforestación (F/R) son los proyectos de carbono forestal más tradicionales, aunque la F/R de manglares implica retos propios y la experiencia a nivel internacional es escasa. Uno de los componentes básicos de este tipo de proyectos es la estimación de la captura de carbono *ex-ante* para conocer el número de créditos de carbono que, *a priori*, ofrecerá el proyecto. El proyecto Iniciativa Corredor de Manglares y Cambio Climático de Pronatura Sur A.C. pretende establecer plantaciones de mangle (especies: *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*) en 604 ha en la costa de Chiapas y sur de Oaxaca (154 ha fueron ya establecidas en 2014). Este proyecto busca ser validado por el *Gold Standard* y los cálculos de carbono *ex-ante* se llevaron a cabo siguiendo la metodología indicada en el documento Requisitos Forestación/Reforestación, versión 0.9. Los resultados obtenidos señalan que, en 30 años, bajo un enfoque conservador, el proyecto generaría 149 222 créditos de carbono. Las principales limitaciones encontradas al realizar estos cálculos fueron la ausencia de ecuaciones alométricas y de información regional de los factores necesarios para los cálculos, así como la falta de información sobre las tasas de crecimiento y mortalidad anual de las especies.

Palabras clave: proyecto de carbono, plantación de mangle, créditos de carbono.



5.26 Digestibilidad y emisión de gas en un cultivo ruminal *in vitro* usando bagazo de caña de azúcar y un subproducto energético obtenido de la producción de etanol

Ramírez-Bribiesca Efrén¹; Sandoval-Romero Domingo¹; Cabañas-Martínez Omar¹; Sosa-Montes Eliseo²; Meneses-Mayo Marcos³; del Razo-Rodríguez Oscar E.⁴; Almaraz-Buendía I.⁴ y Campos-Montiel Rafael⁴

¹Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, CP 56227 Texcoco de Mora, Estado de México.
Autor para correspondencia: efrenrb@colpos.mx

²Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México-Texcoco Km 38.5, Chapingo, CP 56230, Texcoco de Mora, México.

³Universidad Anáhuac. Av. Universidad Anáhuac 46, Lomas Anahuac, CP 52786, Naucalpan de Juárez, Estado de México.

⁴Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Av. Universidad Km. 1, Ex Hacienda de Aquetzalpa AP 32, CP 43600, Tulancingo, Hidalgo.

Resumen

Se realizó una prueba de fermentación *in vitro*, utilizando como sustrato el bagazo de caña, para evaluar un subproducto energético obtenido de la producción de etanol (SEE). La melaza tuvo mayor porcentaje de materia seca y energía ($P < 0.05$) que el SEE, el contenido de proteína, minerales y extracto etéreo del SEE fueron más alto que en la melaza ($P < 0.05$). En la prueba de fermentación de gas *in vitro*, los dos subproductos energéticos, sustituyendo al bagazo de caña de 0 a 25, 50, 75 y 100%; los tratamientos con melaza produjeron más cantidad de gas ($P < 0.05$) que los tratamientos con SEE. Sin embargo, la digestibilidad fue mayor en los tratamientos con 75 y 100% de SEE ($P < 0.05$). En la simulación de una dieta integral para bovino con 12% de proteína y 1.2 Mcal ENg, incluyéndose cantidades de 0, 7, 14, 21, 28% de los dos subproductos energéticos, se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los tratamientos con 7 y 21% para SEE y melaza, respectivamente. Conclusión, el SEE presentó mayor contenido de proteína que la melaza, la cantidad de energía fue similar a la melaza. Se concluye que SEE se puede incluir hasta en un 28%, produciendo una cantidad moderada de gas en las dietas integrales, con una densidad energética que puede sustituir el grano en la dieta para rumiantes.

Palabras claves: subproducto, dieta, bagazo, melaza, subproducto energético etanol.



5.27 Contenido de C y N total del suelo a diferentes profundidades y diferentes tipos de uso de suelo, en el centro de Veracruz, México

Romero-Uribe Humberto M.¹; Manson Robert H.¹; Barois Isabelle¹ y de Jong Bernardus H. J.²

¹Instituto de Ecología A.C. Carretera Antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, CP 91070, Xalapa, Veracruz. Autor para correspondencia: hm_rour@hotmail.com

²El Colegio de la Frontera Sur. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial Lerma, CP 24500, Campeche, Campeche.

Resumen

Los suelos juegan un papel importante en el almacenamiento de CO₂. Cambios en el uso de suelo, pueden afectar este papel y provocar la emisión de gases traza como CO₂, CH₄ y N₂O, los cuales propician el calentamiento global. En este estudio se estimó el contenido de carbono y de nitrógeno a diferentes profundidades del suelo, en sitios con ocho diferentes tipos de uso de suelo (bosques en tres estados sucesionales, dos intensidades de manejo de cafetales y pastizales, cultivos de caña), en el centro del estado de Veracruz. Se tomaron muestras compuestas en cada uso de suelo hasta 1 m de profundidad (seis diferentes estratos) y la determinación se realizó con un analizador de C/N por combustión seca. Se encontró que los usos de suelo con mayor contenido de C son los bosques maduros (1052 tC/ha) y los que menos tienen son los cultivos de caña (160 tC/ha). En el caso del contenido de N, los más altos se presentan en los pastizales extensivos (73.36 tN/ha) y los más bajos en los cultivos de caña (15.57 tN/ha). En todos los usos de suelo, las capas más superficiales presentan mayor contenido de C y N, el cual va decreciendo con la profundidad. Se encontró también que la densidad aparente del suelo va desde 1 g/cm³ (pastizal extensivo) hasta 1.33 g/cm³ (cafetales tecnificados y cultivos de caña). La relación C:N fue más alta en bosque maduro (16.14) y la más baja en cafetal tecnificado (10.92). Con estos resultados se puede observar el efecto que tiene el cambio de uso de suelo afectando principalmente el contenido de C y N en las capas superficiales del suelo.

Palabras clave: carbono del suelo, nitrógeno del suelo, usos de suelo.



5.28 Respiración de suelo y descomposición en sitios de sucesión ecológica dentro de un bosque tropical seco

Sandoval-Aguilar Maritza¹; Yepez Enrico A.²; de los Santos-Villalobos Sergio²⁻³; Robles-Zazueta Carlos A.⁴ y Jaime Garatuza-Payán²

¹Maestría en Ciencias en Recurso Naturales, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora. Autor para correspondencia: yepezglz@gmail.com

²Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora.

³Catedrático CONACYT-Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora.

⁴Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, Centro, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

Resumen

El suelo es la principal fuente terrestre de flujo de CO₂ hacia la atmósfera, regulada por diversos factores entre los que destacan los procesos biológicos y las condiciones ambientales. En el bosque tropical seco (BTS) esta dinámica es regulada por las variaciones estacionales de la precipitación y el cambio de uso de suelo. Los objetivos fueron (i) cuantificar la respiración de suelo (R_s) y su correlación con variables ambientales, y, (ii) estimar pérdida de masa asociada a la descomposición de hojarasca, en sitios de sucesión ecológica de un BTS. Los sitios de estudio corresponden a: (i) BTS primario (Pr), (ii) BTS secundario (Sc), (iii) sitio dominado por *Acacia cochliacantha* (Ac) y, (iv) sitio desmontado y abandonado (Ab). En cada sitio se midieron los flujos de CO₂ empleando un sistema de cámara dinámica cerrada y se empleó la técnica de bolsas de descomposición para cuantificar la diferencia de pesos. La R_s promedio anual para los sitios fue de: 0.66 ± 0.6 (Pr), 0.46 ± 0.6 (Sc), 0.37 ± 0.07 (Ac) y 0.77 ± 0.14 (Ab) $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. La R_s es sensible a los cambios de uso de suelo bajo la influencia de la precipitación, y dependiente de los factores ambientales como humedad y temperatura del suelo, estos a su vez controlan procesos edáficos como la descomposición de la materia orgánica, importante para el flujo de carbono en el ecosistema.

Palabras clave: Sierra de Álamos, precipitación, humedad de suelo.



5.29 La respiración del suelo desde la perspectiva de los sistemas complejos

Ramírez-Carrillo Elvia¹; de León-González Fernando¹ y Vela-Correa Gilberto²

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calzada del Hueso No. 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México. Autor para correspondencia: elviarc@gmail.com

²Departamento de El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Calzada del Hueso No. 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México.

Resumen

El suelo es reconocido como el reservorio terrestre más grande de carbono orgánico y su alteración impacta significativamente la concentración de carbono en la atmósfera. Se analizó tanto una serie de tiempo de respiración del suelo en Oklahoma, USA; como una base planetaria para comenzar a entender la interacción de este proceso biogeoquímico con diferentes variables ambientales. Se encontró que la respiración del suelo en el sitio de estudio se comporta como un sistema complejo auto-organizado caracterizado por una señal de ruido $1/f$ con coeficiente de autosimilitud de 1.14 calculado por un análisis de Fourier y de 1.141 obtenido por DFA. Mediante el uso del paquete estadístico RobPer implementado en R, se encontraron periodicidades mensuales y anuales, así como otras dos de 112 y 427 días atribuibles a la propia complejidad del proceso. Mediante un árbol de clasificación aplicado a la base de datos “SRDB” se encontró que las principales variables explicativas de la respiración del suelo planetaria son el tipo de drenaje del suelo, el bioma, el tipo de ecosistema y la temperatura y precipitación media anual. El análisis de minería de datos muestra que las diferencias metodológicas en la adquisición de datos sí influyen en los resultados obtenidos, de tal forma que una gran base de datos como la analizada, pierde poder de inferencia estadística al no tener una homogeneidad metodológica.

Palabras clave: variables indicadoras, ecuaciones alométricas, Oaxaca.



5.30 Estimación de reservorios de C en biomasa aérea de la selva baja caducifolia en zonas semiáridas del noroeste de México

López-Verdugo Luz I.¹; Barreras-Apodaca Aylin C.¹; Díaz-Sánchez Eduardo¹; Barceló-Basañez A.¹; Medina-López Ana V.¹; Sánchez-Cervantes Daniela G.¹ y Sánchez-Mejía Zulia M.¹

¹Departamento de Ciencias del Agua y Medioambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora. Autor para correspondencia: zulia.sanchez@itson.edu.mx

Resumen

El 40% de la superficie terrestre es categorizada con un rango de aridez, el 28% de la población mundial depende de los servicios ecosistémicos que esta región provee. Las selvas bajas caducifolias (SBC) se distribuyen desde el norte de México hasta Centroamérica. Las SBC contribuyen a los flujos de C (*i.e.* época de lluvia), y almacenan C en biomasa aérea (B_A) contribuyendo al secuestro de C en zonas semiáridas. A pesar del papel que juegan en el ciclo del C, poco ha sido documentado en cuanto al almacenamiento de C en el noroeste de México. Las ecuaciones alométricas (EA), son modelos empíricos empleados para obtener una estimación de biomasa y calcular el contenido de C almacenado. El objetivo de este estudio fue estimar la cantidad de C en B_A por medio del uso de EA generadas para SBC, e implementadas en Álamos, Sonora. Se generó una base de datos de las especies en Álamos usando el método del cuadrante, en el cual se registraron alrededor de 50 especies distintas, de las que se destacan: *Pistacia* sp., *Bursera bipinnata*, *B. copallifera*, y *Ceiba* sp.. Se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (HT) de cada especie. Se utilizaron cinco EA (Brown, Chavel, Martínez, Convencional y Navar). La SBC secundaria de Álamos almacena entre 40 – 65 MgC ha⁻¹ en B_A , las EA empleadas no son significativamente diferente. Sin embargo, las ecuaciones de Brown, Convencional y Navar tienen correlaciones casi del 80%, mientras que el resto alrededor de 60%.

Palabras clave: ecuaciones alométricas, biomasa aérea, Álamos, bosque tropical caducifolio.



5.31 Carbono orgánico total en suelos con diferente cobertura vegetal en San José Villa de Allende, Estado de México

Vela-Correa Gilberto¹; Reyes-López Aurora¹; Robledo-Hernández Edmundo²; Cano-Flores Oscar¹; López-Blanco Jorge³ y Rodríguez-Gamiño Ma. de Lourdes¹

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento El Hombre y su Ambiente. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, CP 04960, Ciudad de México Autor para correspondencia: gvla@correo.xoc.uam.mx

²Comisión de Recursos Naturales (CORENA). Gobierno de la Ciudad de México. Vivero Netzahualcóyotl, Av 16 de Septiembre 3, CP 16600, Ciudad de México.

³Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Periférico Sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán, C P 04530, Ciudad de México.

Resumen

Los suelos forestales, contienen más carbono que cualquier otra forma de uso del suelo, sin embargo, el crecimiento de las zonas agrícolas y los asentamientos humanos ha causado problemas como: sobreexplotación de los mantos acuíferos, contaminación, deforestación, erosión y pérdida de la vegetación. A raíz de lo anterior, se estimó la cantidad de carbono orgánico total en los suelos (COS) de las áreas forestales del municipio de San José Villa de Allende, a efecto de generar una línea base que sirva de apoyo para la estimación del pago de bonos de carbono a los usuarios forestales y sea menos atractivo el cambio de uso de suelo. Se realizó un muestreo en 18 sitios, considerando tres repeticiones por tipo de cobertura vegetal (bosque de *Abies religiosa*, *Pinus* sp., *Pinus-Quercus*, *Quercus*, *Abies-Pinus* y *Cupressus lusitanica*). El carbono orgánico en suelos (COS) se calculó con base en la ecuación: $COS = CO (Da) (Ps)$ donde: COS= Carbono Orgánico de Suelos ($t\ ha^{-1}$), CO= Carbono orgánico total (%), Da= Densidad aparente ($g\ cm^{-3}$), Ps= Profundidad del suelo (m); Sup= Superficie (m^2). Los suelos con cobertura de *Abies religiosa* presentan las mayores concentraciones de COS, pero se encuentran en lugares poco accesibles y en altitudes mayores a 3000 m s.n.m.. Los suelos entre los 2500 a 3000 m s.n.m., cubren en su mayoría los bosques de pino, encino, pino-encino, oyamel-pino y cedro, con un COS de $69.48\ t\ ha^{-1}$ mientras que los suelos de altitudes menores a los 2500 m s.n.m. se destinan al cultivo de maíz, con una concentración de COS de $45.42\ t\ ha^{-1}$

Palabras clave: carbono orgánico total (COS), suelos forestales, captura de carbono.



5.32 Los manglares como almacenes de carbono en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas

Valdés-Velarde Eduardo¹; Salgado-Campuzano Ana P.¹; Vázquez-Rodríguez José C.¹; Ayala-Arreola Juan¹ y Sánchez-Hernández Rufo²

¹Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera Federal México-Texcoco S/N, Col. Chapingo, CP 56230, Texcoco, Estado de México. Autor por correspondencia: evaldesv@yahoo.com.mx

²División Académicas de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Av. Universidad S/N, Centro, Magisteria, CP 86040, Villahermosa, Tabasco.

Resumen

En los manglares de la Reserva de la Biósfera La Encrucijada, Chiapas, se determinaron carbono y fósforo en 72 muestras de suelo de 24 tratamientos con tres repeticiones cada uno, en tres geoformas presentes: Borde, Cuenca y Ribera, cuatro tipos de manglar: *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*, y dos orientaciones: norte y sur, en dos profundidades (0-10 y 40-50 cm). Se presentaron diferencias significativas en el contenido de carbono, encontrándose mayor contenido (21.45 Mg C ha⁻¹) en la geoforma Borde y la profundidad de 40-50 cm. En cuanto al tipo de manglar, el mixto presentó el mayor contenido (18.31 Mg C ha⁻¹) en ambas profundidades muestreadas. Los mayores contenidos de fósforo se presentaron en la combinación de la geoforma Borde y manglar monoespecífico con *Laguncularia racemosa*. Con esto se concluye que los manglares de La Encrucijada pueden contribuir a disminuir la cantidad de CO₂ atmosférico, por su capacidad para almacenar carbono en el suelo.

Palabras clave: clase de geoforma, tipo de manglar, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*.

5.33 Almacén de carbono en el suelo de un bosque húmedo de niebla del Eje Neovolcánico Transversal

Olivares-Martínez Luis D.¹; Anaya Carlos A.^{2,3}; Mendoza Manuel²; Rivera Mercedes⁴ y Páez Rosaura²

¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Michoacán. Antigua carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP 58190, Morelia, Michoacán. Autor para correspondencia: ldolivares@enesmorelia.unam.mx

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP 58190, Morelia, Michoacán.

³Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP 58190, Morelia, Michoacán.

⁴Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio "R", Ciudad Universitaria, Gral. Francisco J. Mugica S/N, Ciudad Universitaria, CP 58030, Morelia, Michoacán.

Resumen

Los bosques húmedos de niebla (BHN) están expuestos a una fuerte presión de extracción forestal y de cambio de uso de suelo a agricultura, las cuales pueden afectar las funciones ecológicas de los suelos. En el presente estudio se identificaron los principales suelos de un BHN en Michoacán, México, y se evaluaron sus contenidos de carbono orgánico (COS). El diseño del muestreo fue estratificado, considerando diferentes posiciones de ladera, con ocho perfiles de suelo de hasta 1 m de profundidad caracterizados con métodos estándar. Los grupos de suelo identificados, Andosol, Alisol, Umbrisol, mostraron un grado de lixiviación relativamente alto: acidez de alta a neutra y saturación de bases baja. El contenido de COS osciló entre 92 y 152 Mg ha⁻¹; el 55% de éste se distribuyó en los primeros 30 cm, y no se observaron marcadas diferencias de contenido entre grupos de suelo. El trabajo confirma la importancia del BHN en el almacenamiento de COS y complementa la información edafológica para el BHN en México. Con este trabajo se contribuye a mejorar la representación cartográfica de la distribución del suelo en Michoacán. Dada la acumulación de COS en los horizontes de suelo superficiales, la retención de carbono puede ser muy sensible a las perturbaciones antropogénicas.

Palabras clave: bosque mesófilo de montaña, carbono orgánico del suelo, servicios ecosistémicos, Andosol, Alisol.

5.34 Metano producido durante la fermentación ruminal *in vitro* de heno de avena con alta concentración de selenio

Del Razo-Rodríguez Oscar E.¹; Almaráz-Buendía Isaac¹; Ramírez-Bribiesca Efrén²; Campos-Montiel Rafael¹; Espinoza-Muñoz Verónica¹ y Salinas-Martínez Jesús A.¹

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Rancho Universitario, Av. Universidad km 1, Ex Hacienda de Aquetzalpa AP 32, CP 43600. Tulancingo. Hidalgo. Autor para correspondencia: oscar@uaeh.edu.mx

²Posgrado en Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Resumen

La metanogénesis es un proceso que requiere enzimas microbianas dependientes de selenio, pero éste también puede ser tóxico para los microorganismos. Se utilizó la técnica de producción de gas para evaluar el efecto de selenio adicional (0 o control, 20, 40, 60 y 80 mg kg⁻¹ MS) sobre la producción de metano y otras características de la fermentación ruminal. Se incubó heno de avena en frascos de vidrio a 39°C por 72 h, con líquido ruminal y una solución amortiguadora con minerales. Se registró el volumen de gas a diferente tiempo y se analizó metano (CH₄) a las 9, 12, 24, 32 y 48 h. Se obtuvo el volumen máximo (*V*), la velocidad (*S*) y tiempo de retardo (*L*), de la producción de gas. Se registró *pH*, se determinó digestibilidad de la materia seca (*DMS*) y se analizó la concentración de ácidos grasos volátiles (*AGV*). Se usó el procedimiento MIXED de SAS con LSMEANS para obtención de las medias. Todas las variables disminuyeron linealmente con mayor concentración de selenio, excepto *pH* que incrementó. La *DMS*, *AGV*, butirato y CH₄ fueron menores ($P \leq 0.05$) con 80 mg kg⁻¹ MS, respecto al control. Destacó la disminución de CH₄ en poco más del 30%. La producción de gas total disminuyó a partir de las 24 h de incubación con 60 y 80 mg de selenio ($P \leq 0.05$). Los resultados muestran un efecto inhibitorio en la actividad microbiana a partir de 60 mg de selenio.

Palabras clave: selenito de sodio, líquido ruminal, producción de gas, ácidos grasos volátiles, digestibilidad.



5.35 Variabilidad espacial de la biomasa aérea en un bosque templado manejado

Soriano-Luna María de los A.¹; Ángeles-Pérez Gregorio¹; Guevara Mario²; Vargas Rodrigo²; Vaquera-Huerta Humberto¹; Valdez-Lazalde José R.¹; Birdsey Richard³ y Pan Yude³

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56239, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: maryan1sluna@gmail.com

²Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware. 531 South College Avenue 152 Townsend Hall, Newark, DE 19716, USA.

³Northern Research Station, US Forest Service. 11 Campus Blvd Suite 200, Newtown Square, Pennsylvania.

Resumen

Estimar adecuadamente los almacenes de biomasa aérea es fundamental para determinar el potencial de mitigación del cambio climático global por los bosques, sin embargo el entendimiento de su variabilidad espacial es un reto vigente para la ciencia del ciclo del carbono en México. El objetivo del estudio fue analizar la variabilidad espacial de la biomasa aérea en un paisaje forestal manejado, identificando su relación con variables de manejo, topografía y clima. Los datos de campo provienen de 148 parcelas permanentes de 400 m² en el sitio de monitoreo intensivo de carbono en Atopixco, Hidalgo. Se ajustó una secuencia de modelos lineales multivariados (paramétricos), modelos aditivos generalizados (semiparamétricos) y árboles de regresión (no paramétricos) para relacionar estos datos con sus factores predictivos. La edad, la humedad del suelo y la topografía explicaron hasta un 70% de la variabilidad espacial. Con esta información se generaron mapas base (píxeles de 15 m) de biomasa aérea útiles para tomar decisiones sobre manejo forestal en sitios sin información disponible. Se concluye que el uso de los modelos digitales de elevación para la caracterización espacial de los almacenes de biomasa aérea abre nuevas posibilidades para la síntesis de datos de inventario forestal a diversas escalas espaciales.

Palabras clave: biomasa forestal, *Pinus patula*, GAM, árboles de regresión, modelación espacial.



5.36 Biomasa aérea en vegetación secundaria de la cuenca baja del Usumacinta, Tabasco, México

Cabrales-Cámara Luisa del C.¹; García-Domínguez Antonio¹ y Van DerWalCornelis J.²

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol). Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5 entronque a Bosque de Saloya, Villahermosa, Tabasco. Autor para correspondencia: lcamara27@hotmail.com
²El colegio de la frontera sur (Ecosur), Unidad Villahermosa. Carretera a Reforma km 15.5 S/N., Ra. Guineo 2da. Sección, CP 86280, Villahermosa, Tabasco.

Resumen

La vegetación secundaria almacena carbono en su biomasa aérea; y, en diferentes estados sucesionales (acahuales en el sureste del país), representa un mosaico en aumento, variable en edad y en extensión según los usos de los productores. El cálculo de la biomasa a través de ecuaciones alométricas o método indirecto coadyuva a la generación de información de manera pronta y práctica del potencial que presentan los ecosistemas para almacenar carbono. Se muestreó en tres conglomerados con cuatro parcelas de 400 m² cada uno en tres unidades ecogeográficas: Terrazas (lomeríos) en el municipio de Balancán, Planicies fluviales (2) en el municipio de Emiliano Zapata y Laderas en Tenosique (3) de la región de los Ríos, en la cuenca baja del Usumacinta. Para calcular la biomasa se usó la ecuación alométrica de Chave *et al.* (2005) para bosque húmedo y para raíz Cairns *et al.* (1997). La comparación múltiple para biomasa viva (Mg ha⁻¹) por región ecogeográfica no presentó diferencias significativas (Prob > F= 0.1546) debido a la variación de los conglomerados, sus medias y desviación estándar fueron, para terrazas o lomeríos de 97.7 ± 51.2, planicie fluvial 104.4 ± 77.9 y laderas de 143.6 ± 111.2; éste último con los mejores índice de diversidad de Shanon, H':3.68 y 4.02, con 80 y 93 especies, 571 y 595 individuos. La vegetación en sucesión presento contenidos de biomasa equivalente a vegetación de selva y a otros sistemas de producción, lo que representa una alternativa para su manejo.

Palabras claves: acahual, carbono, ecogeografica.



5.37 Acuerdo nacional de laboratorios institucionales para análisis de carbono en material edáfico

Padilla J.¹; Etchevers J. D.¹; Hidalgo C.¹; Saynes V.¹; Guerrero A.¹; Cueto J.²; González I. J.²; Báez A.²; Quiñones N.²; Anaya M.³; Jarquín A.³; Martínez M.⁴; Cruz C. O.⁴; Piña A.⁴; Cuevas R.^{5,6} y Maldonado V.^{5,6}

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

Autor para correspondencia: jpadic@colpos.mx

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío, km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, CP 38110, Celaya, Guanajuato.

³El Colegio de la Frontera Sur, Unidad San Cristóbal. Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, Barrio Ma. Auxiliadora, CP 29290, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

⁴Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Av. Héroe de Nacozari Sur No. 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, CP 20276, Aguascalientes, Aguascalientes.

⁵Comisión Nacional Forestal, Proyecto Fortalecimiento de la Preparación REDD+ en México y fomento de la Cooperación Sur-Sur. Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán, CP 45019, Zapopan, Jalisco.

⁶Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Montes Urales No. 440, Col. Lomas de Chapultepec, CP 11000, Ciudad de México, Distrito Federal.

Resumen

En octubre de 2014 la CONAFOR convino una colaboración con laboratorios institucionales: INIFAP (3), ECOSUR (1), INEGI (1) y COLPOS (2) para crear una Red Nacional para determinar carbono (C) en muestras de suelos (mantillo, hojarasca y material edáfico fermentado); fortalecer sus capacidades con equipamiento, homologar metodologías, capacitar para estandarizar el control de calidad, formular protocolos para el estudio de ecosistemas terrestres en el país, así como otras determinaciones analíticas asociadas. Es necesario que en México, y en el mundo, los científicos puedan incidir generando resultados confiables para la estimación de reservas de C, formulación de políticas públicas y planes de desarrollo. Se generó un manual con técnicas específicas para los estudios de C que demanda CONAFOR y éstos se entregaron como sugerencia, para modificar la NOM-021-RECNAT-2000 (que establece especificaciones para análisis de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos) ya que ésta debe actualizarse. Los laboratorios analizan conglomerados muestreados por CONAFOR en 2015, para generar recomendaciones y mejoras al INFyS y están distribuidos en las zonas norte, centro y sur de México. Las muestras colectadas están resguardadas en estos laboratorios. Actualmente se aborda los clasificados como primera prioridad (C, Da, más otras características definidas por CONAFOR. Los recursos para realizar el diagnóstico del estado actual de los laboratorios del país y el desarrollo de la estrategia de fortalecimiento fueron financiados por el Gobierno de Noruega y administrado por CONAFOR-PNUD, en el marco del Proyecto “Fortalecimiento del proceso de preparación REDD+ y fomento de la Cooperación Sur-Sur”. La red de laboratorios ha sido propuesta para ser incluida en la red de redes de CONACYT a fin de mantener el esfuerzo de las instituciones para hacer trabajos conjuntos de utilidad para el país.

Palabras clave: redes de laboratorios, carbono, fortalecimiento de laboratorios, homologación metodologías de C, inventarios de C.



5.38 Biochar: historia, naturaleza, usos y producción

Escalante-Rebolledo Ariadna^{1,4}; Pérez-López Guadalupe^{1,5}; Hidalgo-Moreno Claudia²; López-Collado Jorge²; Campo-Alves Julio³ y Etchevers-Barra Jorge D.²

¹Programa de Edafología del Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: hidalgo@colpos.mx

²Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

³Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria S/N, Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, Distrito Federal.

⁴Universidad Veracruzana. Av. de las Culturas Veracruzanos No. 101, Col. Emiliano Zapata, CP 91090, Xalapa, Veracruz.

⁵Colegio de Postgraduados Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, CP 24450, Sihochac, Champotón, Campeche.

Resumen

Existen tecnologías recientes para contrarrestar la degradación del suelo y el secuestro de carbono, como la aplicación de biocarbón (*biochar*). El biocarbón es un material producido por pirólisis de biomasa residual o residuos orgánicos urbanos. Los suelos de México exhiben fuerte degradación física, química y biológica, problema escasamente valorado. La aplicación de biocarbón al suelo genera mejoría de esas propiedades, que provocan aumento de productividad de los cultivos. El biocarbón, forma recalcitrante de carbono, actúa como reservorio de larga duración en el suelo, retardando su retorno a la atmósfera como CO₂ y contribuye a mitigar el cambio climático. La materia prima para su producción proviene de fuentes renovables y residuos orgánicos urbanos que contaminan el ambiente. La generación y aplicación al suelo es una alternativa tecnológica reciente poco o no empleada en México. Conocer más acerca del biocarbón y sus beneficios es necesario. Cuál es el efecto del tipo de materia prima empleada para su producción, el tipo de pirólisis, su efecto en las plantas y la presencia de sustancias tóxicas para los microorganismos edáficos o las plantas, no se conocen. Las respuestas a las interrogantes anteriores y al efecto que tiene la aplicación de biocarbón a los suelos de México servirán de bases sólidas para proponer su uso como práctica para su mejoramiento y como un mecanismo para el secuestro de carbono en ese medio. Adicionalmente, desarrollar procesos tecnológicos para elaborar biocarbón en México, constituye un desafío para los tecnólogos locales y una posible fuente de trabajo no convencional, que puede generar ingresos extras a productores y entidades municipales dándole valor comercial a la basura orgánica.

Palabras clave: biochar, pirólisis, caracterización, secuestro de carbono, bioenergía.

5.39 Explosión de calderas del Oligoceno ligada a la fertilidad de suelos modernos

de la Peña-Jiménez Mario¹; Aguirre-Acosta Brenda S.¹ y Carrasco-Aguilera Edgar S.²

¹Departamento de Investigación del Museo del Desierto Chihuahuense. Calle 7 Sur, Av. Nuestra Gente S/N, CP 33000, Delicias, Chihuahua.

Autor para correspondencia: Ihuita.siyonami@gmail.com

²Carrasco Ingeniería Industrial y Sistemas en Telecomunicaciones (CIIST). Delicias, Chihuahua.

Resumen

El hallazgo de dos blemas geológicos de 2 km de diámetro cada uno en el margen norte del lago de la Presa Francisco I. Madero llevó a un análisis geológico y geográfico de la Región de Delicias y su desarrollo agrícola de los últimos 80 años. Se trata de dos explosiones volcánicas del oligoceno cuyas cenizas se distinguen de las típicas halladas en erupciones de la Sierra Madre Occidental de tipo ácido. Se encuentra que en el pasado existió una plataforma de cenizas derivada de las explosiones volcánicas y que fue sometida a erosión por 34-37 millones de años, de acuerdo a los estratos geológicos en los que se encuentra. Esta ceniza tuvo su origen en material orgánico subyacente de épocas en las que en esta misma región se encontraron mares de poca profundidad habitados por fauna y flora marina de entre 500 a 250 millones de años, y fauna y flora terrestre desde hace 250 millones de años. Esta acumulación de restos bióticos terminó enterrada y sometida a calor magmático por la deriva continental del cratón de Norte América y los terrenos que se anexaron a la región, provenientes de la Placa Farallón terminando con la formación de amplias calderas entre las cuales en uno de sus extremos se presentaron las explosiones que iniciaron el estudio. La presencia de los restos de este material aunado al desarrollo del Distrito de Riego de la Región de Delicias, Chihuahua, en los años 30's tuvo consecuencias sobre la fertilidad de la región agrícola actual y la historia natural de la región que no fueron ponderados anteriormente y que se rescatan para explicar la historia natural del Desierto Chihuahuense y que hace destacar el origen de su diversidad florística y faunística actual y remota y que son el motivo del Museo del Desierto Chihuahuense en Ciudad Delicias.

Palabras clave: Desierto Chihuahuense, Distrito de Riego de Ciudad Delicias, Chihuahua, Calderas volcánicas del oligoceno, Museo del Desierto Chihuahuense en Delicias.

5.40 Clasificación no supervisada de las características funcionales y climatológicas de México

Villarreal Samuel¹; Guevara Mario¹; Alcaraz-Segura Domingo² y Vargas Rodrigo¹

¹*Departamento de Ciencias de Plantas y Suelos, Universidad de Delaware. Newark 1976, DE, USA.*

²*Departamento de Botánica, Universidad de Granada. 18701, Granada, España.*

Resumen

Las características de los procesos ecosistémicos de flujo de energía, ciclo de nutrientes y balance de agua se ven reflejadas en las propiedades edáficas, de vegetación y climatológicas del ecosistema. En el presente trabajo se generó una estrategia analítica para clasificar las propiedades climáticas y de vegetación en grupos funcionales, mediante el uso de una clasificación no supervisada basada en estadística multivariada y el empleo de clúster computacionales. Los resultados obtenidos muestran que los grupos funcionales obtenidos son similares a las ecorregiones descritas para México. Esta metodología fue generada como una primera aproximación para entender la relación espacial entre las características de la vegetación y del clima, con las propiedades funcionales del ecosistema.

Palabras clave: clasificación no supervisada, clúster computacionales, estadística multivariada, propiedades funcionales del ecosistema, grupos funcionales.



5.41 Carbono estimado en biomasa aérea de plantas leñosas de la Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes

Ramírez-Flores Felipe H.¹; Bluhm-Gutiérrez Jorge²; Valle-Rodríguez Santiago³ y Serra-Ortiz Mario A.⁴

¹Licenciatura en Ciencias Ambientales de la Unidad Académica de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Calzada de la Universidad No. 108, CP 98058, Zacatecas, Zacatecas. Autor para correspondencia: bacbolec@gmail.com

²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Calzada de la Universidad No. 108, CP 98058, Zacatecas, Zacatecas.

³Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Preparatoria, Hidráulica, CP 98068 Zacatecas, Zacatecas.

⁴Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería del Instituto Politécnico Nacional Campus Zacatecas. Cerro del Gato Ejido la Escondida, Boulevard El Bote S/N, Col. Ciudad Administrativa, CP 98160 Zacatecas, Zacatecas.

Resumen

Los estudios de carbono son importantes para saber cuánto carbono puede capturar un ecosistema, mitigando los gases de efecto invernadero y la regulación del cambio climático. El propósito del estudio fue la estimación del carbono almacenado en plantas leñosas del bosque de encino de la Sierra del Laurel. Se calculó el carbono almacenado en la biomasa aérea de las plantas leñosas encontrado en 20 parcelas, utilizando como parámetros de medición: el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), la altura total de los árboles, el porcentaje de follaje en plantas y una fórmula alométrica, las parcelas se establecieron en 1000 m² de forma circular, donde la estimación del carbono se basó en el 50% de la biomasa total calculada. Los resultados señalaron una biomasa aérea de 100.67 ton. En cuanto al carbono estimado, se calculó un total de 50.33 tC en las 20 parcelas, del cual 16.61 corresponden a especies arbustivas y juveniles, y 33.61 ton a individuos con un diámetro mayor a 10 cm, obteniendo 25.16 ton de carbono por hectárea (tC/ha), donde finalmente se estimó un total de 175 138.76 tC dentro de las 6961 ha del área de estudio, con 25.12 tC/ha y 72.31 kg por planta en promedio. Se concluyó que entre mayor densidad de la madera y talla tengan los árboles, más capacidad de almacenamiento de carbono tendrán, también que las especies dominantes como el *Quercus potosina* y *Artostaphylos pungens* ayudaron a indicar que la Sierra del Laurel cuenta con algún grado de disturbio.

Palabras clave: bosque de encino, efecto invernadero, almacenamiento.



5.42 Agro-diversidad de la milpa: potencial en la estabilidad del ciclo del C y autonomía alimentaria

Macedas-Jiménez Juan U.¹; Rodríguez-Sánchez Luis M.² y Fuentes-Ponce Mariela H.²

²Programa de Investigación Sierra Nevada, Universidad Autónoma Metropolitana. Autor para correspondencia: mictlax@yahoo.com.mx

¹Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso No. 1100, Delegación Coyoacán, Ciudad de México.

Resumen

Se ha incluido a la agricultura en los mercados de carbono en un contexto de seguridad alimentaria y cambio climático, tratando de re-posicionar a la agricultura industrial como climáticamente amigable, incluyendo la agricultura de conservación, sin considerar sistemas locales como la milpa. El objetivo de esta investigación fue cuantificar flujos de CO₂ y C orgánico del suelo, y humedad en sistemas de producción de maíz, incluyendo agricultura de conservación (AC), convencional y milpa, con insumos orgánicos y sintéticos. El sitio experimental fue en Cocotitlán, Estado de México. Se realizó un muestreo sistémico los años 2013, 2014 y 2015 para medir respiración y humedad del suelo, analizador de gases infrarrojo no-dispersivo y TDR, respectivamente. En 2013 los sistemas más emisores fueron con labranza y AC con insumos químicos, los menores milpa y AC orgánica. En 2014 el mayor emisor fue milpa orgánica y en el 2015 los sistemas con labranza y milpa orgánica. La humedad del suelo fue similar entre tratamientos. Los suelos con mayor captura de C orgánico fueron los tratados con labranza mínima (AC y milpa orgánica). La milpa orgánica en dos años fue uno de los tratamientos con mayores emisiones anuales, sin embargo, se debe considerar que tuvo mayor agrodiversidad (cuatro cultivos) por mayor tiempo (12 meses), asimismo, presentó mayor contenido de C orgánico en el suelo, esto lo podría convertir en un sistema resiliente ante el cambio climático, en cuanto alimentos, reducción de erosión e infiltración (cubierta vegetal anual), tendiendo a una estabilidad del ciclo del C.

Palabras clave: emisiones de CO₂, C orgánico del suelo, agrosistemas.



5.43 Producción y caracterización de biocarbón a partir de residuos orgánicos urbanos

Chávez-García Elizabeth^{1,2} y Siebe-Grabach Christina²

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica S/N Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México. Autor para correspondencia: eliza@ciencias.unam.mx

²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Circuito de la Investigación Científica S/N Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México.

Resumen

El biocarbón es ampliamente reconocido como una herramienta eficaz para la captura de C y la fertilidad del suelo. El entendimiento de sus propiedades físicas y químicas, fuertemente relacionadas con la materia prima y las condiciones de producción, es crucial para identificar la aplicación más adecuada del biocarbón. El objetivo de este estudio fue caracterizar el biocarbón producido a partir de residuos orgánicos urbanos (cáscaras de naranja y piña) en condiciones de pirólisis. Los análisis preliminares muestran que el biocarbón puede ser usado como mejorador de suelos debido a su contenido de nutrientes (*i.e.* Ca, Mg, P, etc.) y bajo contenido de metales pesados. No obstante, el pH y la cantidad de sales podrían tener efectos adversos en el suelo o la vegetación dependiendo de las dosis empleadas y del tipo de suelo.

Palabras clave: pirólisis, mejoramiento del suelo, biomasa.



5.44 Producción neta del ecosistema en un gradiente sucesional de bosque tropical seco en el Noroeste de México

Rojas-Robles Nidia E.¹; Villagran-Gonzalez Dolores¹; Sadoval-Aguilar Maritza¹; Gámez-Badouin Isaac¹; Nevescanin-Moreno Lucia¹; Rivera Miguel A.¹; Coronel Claudia²; Madrigal José M.²; Vargas Rodrigo³; Robes-Morua Agustín¹; Garatuza-Payán Jaime¹ y Yepez Enrico A.¹

¹*Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora. Autor para correspondencia: yepezglz@gmail.com*

²*Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo A.C.. Calle Contoy 137, Tlalpan, Lomas de Padierna, CP 14240, Ciudad de México.*

³*University of Delaware. 531 South College Avenue, Newark, DE, 19716, USA.*

Resumen

En el noroeste de México, como en otras regiones áridas y semiáridas del planeta, las variaciones de temperatura presentan un patrón predecible por su latitud, longitud y altitud, pero las entradas de agua por precipitación ocurren principalmente en eventos esporádicos o pulsos impredecibles. Estas entradas intermitentes de agua al ecosistema controlan la dinámica de intercambio de energía y carbono en los ecosistemas al regular la productividad primaria bruta, la respiración del ecosistema y la evapotranspiración. Modelos de circulación general proyectan cambios en los patrones de lluvia en esta región del planeta, por lo tanto es imprescindible tener información sobre la respuesta de estos flujos a la variación de la lluvia. La respuesta a la lluvia de los flujos de carbono y agua depende de la condición del ecosistema, la cual es contrastante en diferentes etapas sucesionales. Si bien existen algunos estudios en México sobre la dinámica estacional del agua en el suelo, y cómo esta afecta la funcionalidad de ecosistemas semiáridos y subtropicales, son ausentes aquellos que incluyen mediciones continuas de flujos de agua y carbono en diferentes etapas de sucesión ecológica de un mismo ecosistema. En este trabajo se presentan resultados preliminares de un programa de monitoreo continuo del intercambio de carbono y agua con la técnica de covarianza de vórtices en un gradiente sucesional del bosque tropical seco del noroeste de México.

Palabras clave: biogeociencias, productividad neta del ecosistema, productividad primaria bruta, respiración ecosistémica, variabilidad climática.



5.45 Cambios en el almacén de carbono del suelo posterior al sistema agrícola roza-tumba y quema en un bosque secundario, Selva Lacandona, Chiapas, México

Navarrete-Segueda Armando¹; Siebe-Grabach Christina D.¹; Ibarra-Manríquez Guillermo²; Vázquez-Selem Lorenzo³

¹Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, Distrito Federal. Autor para correspondencia: anavarretesegueda@yahoo.com.mx

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda San José de la Huerta, CP 58089, Morelia, Michoacán.

³Instituto de Geografía, UNAM, Ciudad Universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, Distrito Federal.

Resumen

Los bosques tropicales perennifolios brindan una gran cantidad de recursos y servicios ecosistémicos. Debido a sus elevadas tasas de fijación de carbono y de descomposición de la materia orgánica del suelo, estos bosques participan en una gran proporción del ciclo global terrestre de este bioelemento y de su almacenamiento. Sin embargo, la deforestación y cambio de uso de suelo generan cambios que contribuyen a la pérdida del carbono almacenado en el suelo. Con el objetivo de evaluar los cambios en el almacén de carbono en el perfil de suelo (0-100 cm) posterior a la práctica del sistema agrícola roza-tumba y quema, se evaluaron los contenidos de carbono en una cronosecuencia establecida en un bosque secundario dentro de la región de la Selva Lacandona Chiapas. Para lo cual se empleó la fórmula del IPCC (2003) que considera el carbono, obtenido en laboratorio a partir de muestras por horizonte, y el volumen del suelo obtenido a partir del espesor del horizonte, la densidad aparente y el contenido de rocas. Los cambios en los almacenes de carbono del suelo son significativos dentro de los primeros 30 cm de profundidad, el análisis de correlación (P 0.001) muestra una relación positiva entre el tiempo y el almacén de carbono en la capa superficial. En 30 años de recuperación de la cobertura forestal, el almacén de carbono dentro de los primeros 30 cm llega a estar dentro del intervalo del bosque maduro.

Palabras clave: carbono en suelo, bosque secundario, selva Lacandona.



5.46 Determinación de la productividad primaria bruta a escalas amplias en el bosque tropical seco en el noroeste de México

Villagran-González M. Dolores¹; Yépez-González Enrico A.¹; Garatuza-Payan Jaime¹ y Rivera-Díaz Miguel A.¹

¹Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, Col. Centro, CP 85000, Cd. Obregón Sonora. Autor para correspondencia: lolsvgon@gmail.com.

Resumen

La productividad neta del ecosistema de los bosques tropicales secos es un componente clave para conocer el ciclo del carbono en México. En el noroeste de México los procesos biogeoquímicos del bosque tropical seco están fuertemente ligados con la disponibilidad de agua asociada con el Monzón de Norte América. En este trabajo se muestra un análisis temporal de la productividad primaria bruta (GPP) y el índice de vegetación (NDVI) de un bosque tropical seco conservado (referencia) y un área natural protegida de 93 000 km². Las estimaciones de GPP se llevaron a cabo: (i) utilizando imágenes de LANDSAT (30 m de resolución), estimaciones de radiación de NLDAS y un modelo empírico de Eficiencia de Uso de Luz desarrollado en un bosque tropical seco instrumentado con una torre de correlación de vórtices y (ii) utilizando el producto MOD17 de MODIS que cuenta con una escala de resolución espacial de 1 km². Resultados muestran que en 2014, el patrón de variación de GPP basada en LANDSAT y MODIS fue similar, sin embargo MODIS mostro crónicamente valores menores de GPP. Por ejemplo, GPP alcanzo valores de hasta 8.9 g C m⁻² dia⁻¹ para la escala de referencia con el producto de LANDSAT y de 7.4 g C m⁻² dia⁻¹ con el producto de MODIS durante la temporada de crecimiento en el verano. Con base en estas diferencias, se propone un ajuste incremental del 20% en las estimaciones de GPP basadas en MODIS para el TDF del Noroeste de México, lo cual es un ajuste significativo para la estimación de GPP a escalas amplias.

Palabras claves. biogeociencias, ciclo del carbono, Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Alamos-Rio Cuchujaqui.



5.47 La diferente calidad del carbono secuestrado por los sistemas empleados en el cultivo del café

Valera-Pérez Miguel A.^{1,2}; García-Barragán A. B.²; Sánchez-Ramírez Karla³; Ticante-Roldán J. A.¹; Fuentes-Andrade M. del Socorro⁴ y Tenorio-Arvide M. Guadalupe^{1,2}

¹Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida 14 sur 6301, CP 72570, Puebla, Puebla.

Autor para correspondencia: valeraperezmiguelangel@gmail.com

²Maestría en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida 14 sur 6301, CP 72570, Puebla, Puebla.

³Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida 14 sur 6301, CP 72570, Puebla, Puebla.

⁴Unidad Académica de Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma de Guerrero. CP 40900 Tecpan de Galeana, Guerrero

Resumen

El sistema agroforestal es el ambiente ideal para el cultivo del café al combinar diferentes estratos vegetales en su estructura, siendo un excelente sumidero ambiental de carbono. Los productores minifundistas de México siempre han asociado al cultivo del café con otras especies de plantas, sólo en fechas relativamente recientes se comenzaron a utilizar sistemas “modernos”, sin cubierta forestal. Los sistemas de producción considerados en este trabajo son el rusticano, el jardín de café, el policultivo comercial, el monocultivo bajo sombra y el cafetal a cielo abierto. Con respecto al concepto de Calidad de Carbono Secuestrado en suelos, resulta del hecho de que los modelos bio-geoquímicos sobre el ciclo del Carbono requieren de la evaluación, no sólo de la cantidad total, sino también de la naturaleza, origen y resiliencia de la materia orgánica secuestrada. Características cualitativas de las formas en que se ha estabilizado el Carbono en los suelos y que se denominan como Calidad del Carbono Secuestrado. Los objetivos del trabajo fueron: analizar los cambios cualitativos de los ácidos húmicos en función del sistema empleado para el cultivo del café y considerar al Grado de Humificación, Índice Melánico y Umbral de Coagulación como propiedades indicadoras de Calidad de Carbono Secuestrado en Suelos. Se concluyó que sí ocurren cambios cualitativos en los ácidos húmicos en función del sistema empleado. El Grado de Humificación, Índice Melánico y Umbral de Coagulación, son propiedades indicadoras de Calidad de Carbono Secuestrado en Suelos. Los sistemas agroforestales que conservan mejor las características del suelo forestal son el rusticano y el jardín de café. El sistema agroforestal que está provocando una degradación biológica del suelo es el de cafetal a cielo abierto.

Palabras clave: humificación, degradación biológica de suelos, propiedades indicadoras.



5.48 Estimación de variables dasométricas mediante imágenes de satélite de la selva baja caducifolia en el Estado de México

Pérez-Miranda Ramiro¹; Acosta-Mireles Miguel²; González-Hernández Antonio¹; Romero-Sánchez Martín E.¹ y Luis-Martínez Ángel³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, CENID-COMEF. Av. Progreso No. 5. Col. Santa Catarina, Coyoacán, Ciudad de México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km. 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco, CP 56250, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México.

³Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle de México. Km. 13.5 Carretera Los Reyes-Texcoco, CP 56250, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México.

Resumen

Los sensores remotos permiten estimar con mayor precisión el área basal, volumen y biomasa con apoyo de datos del inventario forestal. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue estimar el área basal (AB), volumen (V) y biomasa (B) empleando como variable auxiliar las bandas espectrales e índices de vegetación obtenidas con imagen Landsat 7. Se utilizaron datos provenientes de 17 conglomerados con información obtenida en campo (AB, V y B) y la banda espectral e índice de vegetación se ajustaron modelos de regresión múltiple, el mejor modelo para estimar AB, V y B emplea como variables independientes la banda espectral rojo (banda 3) y el índice de vegetación de la diferencia normalizada del verde (GNDVI). Los resultados estadísticos indican que los modelos de regresión ajustados presentaron excelentes bases estadísticas para estimar con precisión el AB, V y B. Todos los modelos de regresión fueron altamente significativos al 5%, con coeficiente de determinación $R^2 = 0.65$.

Palabras clave: área basal, volumen, biomasa, Landsat 7.



5.49 Transformación de C en un bosque de niebla: comparación entre un bosque natural y urbanizado

Domínguez-Eusebio Carlo¹; Perroni-Ventura Yareni²; Pineda-López Rosario² y Briones Oscar³

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana. Lomas del Estadio S/N, Zona Universitaria, CP 91000 Xalapa, Veracruz. Autor para correspondencia: cardomingueze@gmail.com

²Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana. Lomas del Estadio S/N, Zona Universitaria, CP 91000 Xalapa, Veracruz.

³Instituto de Ecología A.C.. Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, CP 91070, Xalapa, Veracruz.

Resumen

La urbanización es un fenómeno en crecimiento y poco se sabe respecto a su efecto en el funcionamiento de ecosistemas inmersos en esta. Este trabajo explora el efecto de la urbanización mediante la comparación de la mineralización neta potencial de carbono (C) en un fragmento de bosque de niebla urbano y un bosque natural aledaño. La mineralización es un proceso de transformación de elementos orgánicos a formas inorgánicas y es útil para conocer las habilidades de los microorganismos del suelo en la transformación de materia y energía. El bosque natural mineralizó 0.04 mg de C/m², mientras que el bosque urbano duplicó esa cantidad. Posiblemente la mayor deposición de nutrientes y disponibilidad de agua del suelo favoreció la actividad microbiana y aumentó el flujo de C a la atmósfera en el bosque urbano.

Palabras clave: montane cloud forest, bosque de niebla, mineralización de C, ecología urbana.



5.50 La materia orgánica como indicador de sostenibilidad en bosques con aprovechamiento

Saynes-Santillán Vinisa¹; Campo-Alves Julio¹; Galicia-Sarmiento Leopoldo¹; Etchevers-Barra Jorge D.¹

¹Postgrado en Edafología, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, CP 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: vinisa.saynes@colpos.mx

Resumen

Estrategias de manejo forestal como la extracción selectiva de árboles, frecuentemente son consideradas sostenibles por no ser intensivas. Sin embargo, sus efectos sobre el suelo y específicamente sobre la cantidad de C que almacenan están poco documentados. En México, algunas comunidades ejemplares en el uso de los bosques, poseen empresas forestales comunitarias, practican la extracción selectiva y viven de los bosques. Actualmente prevalece la carencia de evidencias sólidas que documenten los impactos de la extracción selectiva en de los bosques, particularmente de estos impactos en los suelos. Esta investigación se enfocó en evaluar los efectos de la extracción selectiva, de la cantidad de lluvia anual y de la estacionalidad de las lluvias sobre los almacenes de C en el piso forestal y en el suelo de bosques templados en Ixtlán de Juárez (Sierra Norte de Oaxaca). Para ello se midió el carbono asociado a las fracciones finas y leñosas del mantillo y del horizonte de fermentación. También se determinó el almacén tota de carbono y se aisló la materia orgánica particulada del suelo utilizando un fraccionamiento por tamaño de partícula y densidad. Con base en los resultados de este trabajo se concluyó que el carbono almacenado en el piso forestal fue un indicador sensible de cambios derivados de la cantidad de lluvia anual. El carbono asociado y su proporción en las fracciones finas y leñosas del piso forestal se consideraron los mejores indicadores de sostenibilidad y de resiliencia en los bosques de Ixtlán de Juárez.

Palabras clave: mantillo, horizonte de fermentación, materia orgánica lábil, Oaxaca.



5.51 Variaciones climáticas inter-anales como determinantes en la concentración de carbono orgánico en el suelo

López-Teloxa Leticia C.¹; Castelán-Vega Rosalía²; Cruz-Montalvo Abel²; Tamaríz-Flores José V.² y Chediak Sandra³

¹Posgrado en Ciencias Ambientales, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. Sn Claudio y Río Verde S/N, Col. Sn. Manuel, CP 72570, Puebla, Puebla. Autor para correspondencia: citlaly_lo@hotmail.com

²Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 14 sur 6301, Col. Sn. Manuel, CP 72570, Puebla, Puebla.

³Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur. Carretera Panamericana, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Resumen

El clima y los suelos son reconocidos como los principales motores de casi todas las propiedades de los ecosistemas y comunidades. Con base en esto, es importante entender los efectos de la disponibilidad del agua en las tasas de los procesos químicos y biológicos que afectan la formación del suelo. Así como a la acumulación de carbono orgánico en suelo (COS); que además es un proceso importante para mitigar efectos del cambio climático, ya que este, además de ser un sumidero, es un reservorio de carbono estabilizado. El objetivo de este trabajo es conocer las relaciones entre las variaciones interanuales y estacionales en las precipitaciones y cómo influyen en la humedad acumulada y el contenido de carbono orgánico en el suelo en diferentes usos de suelo. Se realizaron tres muestreos, en temporada de sequía y lluvia (2014) y el tercero en temporada de sequía del siguiente año. Se seleccionaron un total de 40 puntos de muestreo. La extracción de muestras de aproximadamente 1 kg de masa consistió en tomar una porción del suelo a dos profundidades 0-10 y 10-20 cm. A las muestras, se les determinó carbono orgánico mediante el método de Walkley-Black, nitrógeno total por el método de micro-Kjeldahl, y densidad aparente por el método de cilindro. En las diferentes temporadas de muestreo, se presentaron cambios significativos en la humedad acumulada y el contenido de carbono orgánico en el suelo.

Palabras clave: almacenamiento de carbono, precipitación, usos de suelo.



5.52 Monitoreo de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O durante un evento de riego en una parcela regada con agua residual

Cayetano-Salazar Mario¹ y Siebe-Grabach Christina²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.

²Departamento de Edafología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Delegación Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México.

Resumen

El uso del agua residual para riego agrícola es una práctica que se lleva a cabo en varias regiones del mundo desde hace varias décadas. Entre sus ventajas se encuentra la optimización del uso del agua y los aportes de nutrientes que incrementan la productividad agrícola y bajan los costos del uso de los fertilizantes. Sin embargo, esta práctica también aporta diversos contaminantes como sales solubles, metales pesados, compuestos orgánicos, gases de efecto invernadero, patógenos, etc. En México la zona más importante regada con agua residual es el Valle del Mezquital, en el Estado de Hidalgo, donde se riega con esta agua proveniente de la Ciudad de México desde hace aproximadamente un siglo. El sistema de riego es el rodado en donde se aplican grandes láminas de riego (20-30 cm, BGS, 1998), con la finalidad de lavar las sales y evitar que se acumulen en el suelo. El riego excesivo crea condiciones anóxicas que favorecen las emisiones de gases de efecto invernadero como el N₂O y CH₄. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue monitorear las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O durante un evento de riego. La cuantificación de las emisiones se hizo con un equipo de infrarojo (Gasmeter DX 4040) conectado a una cámara de PVC de 20 cm de diámetro y 15 cm de alto. Se tomaron lecturas, antes, durante y varios días después del riego. Antes del riego se tienen emisiones de 140 mg C m² h⁻¹, 0.03 mg C m² h⁻¹ y 0 mg N m² h⁻¹ para CO₂, CH₄ y N₂O respectivamente, durante el riego las emisiones se incrementan alcanzando valores de 240 mg C m² h⁻¹, 0.33 mg C m² h⁻¹ y 0.14 mg N m² h⁻¹

Palabras clave: agua residual, CO₂, CH₄, N₂O, Valle del Mezquital.

5.53 Los agroecosistemas ¿funcionan como sumidero de carbono?

López-Avendaño J. E.¹; Rodríguez J. C.²; Yepez-González E.³; Watts-Thorp C.²; Robles-Zazueta C.⁴; Félix-Lizárraga J. E.⁵; López-Higuera L.⁵ y Saiz-Rodríguez R.⁶

¹Postgrado en Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5, CP 80000, Culiacán, Sinaloa. Autor para correspondencia: jcrood@guayacan.uson.mx

²Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

³Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de Febrero 818 sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora.

⁴Posgrado en Biociencias, DICTUS, Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, CP 83000, Hermosillo, Sonora.

⁵Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-El Dorado, km 17.5, CP 80000, Culiacán, Sinaloa.

⁶Posgrado en Geología, Universidad de Sonora. Luis Encinas y Rosales S/N, 83000, Hermosillo, Sonora.

Resumen

Entre el 2015 al 2017, un grupo de investigación de la MISTRAL, UNISON, UAS, ITSON y UABC realizará una serie de experimentos en cultivos anuales y perennes para analizar su eficiencia de conversión de agua en carbono. En esta primera etapa fueron realizados experimentos en maíz, trigo y sandía, en valles agrícolas de noroeste de México. En cada valle se instaló una torre micrometeorológica e instrumentada con un equipo de covarianza de Vórtices. Los resultados preliminares muestran que el maíz está acumulando dos veces más carbono que el trigo y cuatro más que la sandía. La evapotranspiración (ET) máxima entre los cultivos, no varió mucho entre ellos, lo que significa que este movimiento de agua hacia la atmósfera es fuertemente influenciado por la radiación y el resto de variables meteorológicas. Lo anterior permite concluir que el maíz será un cultivo más eficiente en el uso de agua.

Palabras clave: evapotranspiración, maíz, trigo, sandía.

5.54 Cambios recientes en el clima y vulnerabilidad de los ciclos de C, N y P en ecosistemas secos de México

Perroni Yareni¹; Briones Oscar²; Montaña Noé³; García-Oliva Felipe⁴; Tapia Yunuen⁵; Chávez Bruno⁶; Yepez Enrico⁷; Magaña Víctor⁸ y Campo Julio⁹

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada, Universidad Veracruzana. Av. de las Culturas Veracruzanas No. 101, Col. Emiliano Zapata, CP 91090 Xalapa, Veracruz. Autor para correspondencia: yareni.perroniventura@gmail.com

²Instituto de Ecología, A.C.. Carretera Antigua a Coatepec 351, Col. El Haya, CP 91060 Xalapa, Veracruz.

³Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Iztapalapa, Vicentina, CP 09340 Ciudad de México.

⁴Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP 58190, Morelia, Michoacán

⁵Instituto de Geofísica Unidad Morelia, UNAM. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, 58089 Morelia, Michoacán

⁶Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica, Copilco, CP 04360, Ciudad de México.

⁷Instituto Tecnológico de Sonora. 5 De Febrero 818 Sur, Centro, CP 85000, Ciudad Obregón, Sonora.

⁸Centro de Ciencias de Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito de la Investigación Científica, Copilco, CP 04360, Ciudad de México.

⁹Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, CP 04510, Ciudad de México.

Resumen

Modelos del calentamiento global predicen incrementos en la intensidad y frecuencia de las sequías y de eventos extremos. Estas alteraciones modificarían los flujos y reservorios de carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P) generando retroalimentaciones de diferente signo en el acoplamiento de sus ciclos. Estimaciones previas sugieren que los flujos anuales de N y de P aumentarían entre dos y cuatro veces en respuesta a la variabilidad en el régimen de lluvia, y los de C en 13%, siendo los ecosistemas limitados por la baja disponibilidad de agua los más vulnerables. Ante estos escenarios resulta imperativo para México comprender la vulnerabilidad de los ciclos biogeoquímicos ante la variación climática, considerando que 62% del territorio presenta ecosistemas secos y semi-secos con fuerte estacionalidad en las lluvias. Utilizando las iniciativas de la Red de Socioecosistemas y Sustentabilidad y del Programa Mexicano del Carbono, se ha reunido a un grupo de expertos para compilar información respecto a las tendencias del cambio climático y posibles efectos en los ciclos de C, N y P en ecosistemas desérticos de Sonora, Coahuila y Puebla, y en bosques secos de Michoacán, Sonora y Yucatán. Con la información se buscará responder las siguientes dos preguntas, (i) ¿cuáles son las consecuencias de la variabilidad climática en los ciclos de C, N y P en ecosistemas secos en México?; (ii) ¿qué ecosistemas serían más vulnerables en su funcionamiento a los cambios pronosticados en el clima?, y proponer hipótesis para entender la dinámica de bioelementos en función de las tendencias climáticas.

Palabras clave: biogeociencias, desiertos, bosques secos, sequía, estacionalidad.



5.55 Contenidos de carbono en suelos ribereños en una asociación de perfiles tipo del declive oriental de la región de los volcanes Iztaccíhuatl-Popocatépetl

Sandoval-Aparicio Juan C.¹; López-López Alma B.¹; Cruz-Flores G.¹ y Guerra-Hernández Eloísa A.¹

¹Laboratorio de Edafología y Fisiología de la Nutrición Vegetal, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de mayo S/N, esquina Fuerte de Loreto, Col Ejército de Oriente, CP 09230, Delegación Iztapalapa, Ciudad de México.
Autor para correspondencia: ecounamfz@outlook.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de carbono orgánico en perfiles de suelos tipo de ambientes ribereños en un gradiente altitudinal en el oriente de los volcanes centrales de México. La investigación se realizó en cuatro ambientes ribereños de un sistema fluvial de montaña alta en la Reserva de la Biósfera Los Volcanes (RBLV) distribuidos de 2400 a 4000 m s.n.m los cuales fueron seleccionados por su diferente tipo de vegetación y uso de suelo. Se delimitaron transectos de 30 m de largo y 1, 3 y 5 m de amplitud respecto al arroyo, donde se determinaron los contenidos de carbono orgánico del suelo superficial (COS) en las tres amplitudes señaladas y los contenidos de carbono orgánico total cuantificando los contenidos de carbono por horizonte en cada perfil de cada sitio. En los ecosistemas ribereños el COS varió de 30.3 hasta 135 t ha⁻¹ lo que da un promedio aproximado de 120 t ha⁻¹ dentro de los primeros 20 cm de suelo, encontrándose las cantidades más altas en suelos forestales. Respecto al COS total en los perfiles de suelo los contenidos de carbono superan a los suelos no ribereños de sitios adyacentes a ellos hasta en más de 100% en sus contenidos de COS.

Palabras clave: captura de carbono, gradiente altitudinal, Andosoles.



5.56 Diseño e implementación de un servicio web de cartografía temática del carbono en México

De la Cruz-Cabrera Julio C.¹ y Paz-Pellat Fernando¹

¹Programa Mexicano del Carbono. Calle Chiconautla No. 8 Interior A, Colonia Lomas de Cristo, CP 56225. Texcoco, Estado de México.
Autor para correspondencia: sistemas@pmcarbono.org

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma de servicio web de mapas temáticos relacionados al carbono en México, dicha plataforma permite visualizar todos los temas cartográficos referentes a la situación del carbono en el país. La plataforma mencionada es producto de un proyecto que abarca dos fases: (i) Construcción de un servicio web de mapas (WMS) con capacidad para conectarse a un cliente determinado dentro del modelo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) por el usuario (generalmente, un software de análisis y tratamiento de información geográfica), (ii) Implementación de un visor y gestor web de mapas con capacidad de consulta de información temática. En este trabajo se presenta la descripción de la parte concerniente a la fase primera, que consiste en el diseño e implementación del modelo relacional cliente-servidor que a su vez está fundamentado en los estándares abiertos de intercambio de información geográfica normados por el OGC (Open Geospatial Consortium) que es la base para la integración de datos geográficos abiertos (bases de datos geográficos), usuarios, software y hardware; con la finalidad de consultar y visualizar, eficazmente, la información cartográfica relacionada con el carbono en México, dentro de un servicio web de mapas. Se logró el desarrollo de un servicio web basado en un modelo cliente-servidor y que cumple con los estándares de calidad de datos abiertos del OGC.

Palabras clave: WMS, SIG, modelo cliente-servidor.



5.57 Métodos y cálculos del material leñoso caído (MLC) en el Estado de México

Wong-González Julio C.¹ y Paz-Pellat Fernando¹

¹Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla 8-A, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: juliowong@pmcarbono.org

Resumen

El MLC (material leñoso caído) además de formar parte de los principales almacenes de carbono en las comunidades vegetales, es considerado uno de los más importantes combustibles en los incendios forestales. Debido a lo anterior, el MLC puede ser una fuente de emisiones de carbono, lo cual dependerá de la cantidad y disponibilidad para incendiarse. El MLC comprende la madera muerta que se localiza por encima del suelo, como ramas, troncos, tocones y árboles muertos en pie. La cantidad o biomasa del MLC se refiere al peso que tienen por unidad de superficie del terreno y se expresa generalmente en tonelada por hectárea ($t\ ha^{-1}$) o en mega gramos por hectárea ($mg\ ha^{-1}$). La estimación del material leñoso caído (MLC), comprende diferentes técnicas y cálculos de acuerdo al tipo de vegetación así como de las condiciones ambientales de cada unidad de muestreo. Los enfoques de medición van desde la simple caracterización del material leñoso hasta la identificación de los parámetros debidamente aplicados en campo. En este trabajo, se analizaron las diferentes fórmulas aplicadas para obtener la biomasa del MLC, en un caso de estudio en el Estado de México. Se evaluaron 603 parcelas permanentes de muestreo, distribuidas en ocho regiones que muestran diferentes tipos de vegetación. Se aplicó la técnica de intersecciones lineales, y la estimación de biomasa con cinco fórmulas desarrolladas por varios autores y aplicadas en múltiples trabajos. Como resultado, se detectó una diferencia significativa en la estimación de biomasa entre las diferentes fórmulas así como las técnicas aplicadas al estudio del MLC. Se propone utilizar la metodología desarrollada por el Programa Mexicano del Carbono (PMC), para estandarizar una sola forma de estimación de la biomasa y que sea comparable con otros estudios. Esta metodología se encuentra desglosada en el manual de procedimientos de inventarios de carbono cuantitativos.

Palabras clave: almacén de carbono, métodos de muestreo, aplicación de fórmulas, inventarios e incendios forestales.

5.58 Parámetros de biodiversidad y carbono en bosques del Estado de México

Sánchez-Sánchez Cristóbal D.¹

¹*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco, CP 56227 Texcoco de Mora, Estado de México. Autor para correspondencia: crisdansanchez@gmail.com*

El Estado de México cuenta con una gran variedad de condiciones naturales que propician una biodiversidad significativamente rica con especies nativas, naturalizadas y estacionales. Sin embargo la actividad antropogénica que se han llevado a cabo en la entidad ha disminuido considerablemente la distribución, continuidad y el grado de conservación de los ecosistemas. En este sentido, es necesario desarrollar métodos de monitoreo que evalúen los atributos biológicos a una escala espacial determinada, para plantear modelos de aprovechamiento y conservación de la biodiversidad. Se presentan resultados del muestreo llevado a cabo en el proyecto “Reducción de emisiones de gases efecto invernadero de todos los usos del suelos con biodiversidad armonizada a servicios ecosistémicos y con impacto social en el Estado de México”. El objetivo fue establecer una referencia de parametrización para las métricas de biodiversidad (diversidad alfa) y carbono en los bosques de la entidad. Se calculó la cobertura proyectiva foliar mediante fotografías tomadas a zenit en las parcelas de muestreo y se evaluó la productividad de carbono, la riqueza de especies y tipos funcionales de plantas en cada tipo de vegetación bajo escala de una parcela de muestreo de 1000 m². Se documentaron 704 especies de plantas vasculares pertenecientes a 330 géneros y 111 familias, 50 especies de helechos, 18 de gimnospermas y 636 especies de angiospermas. La cobertura proyectiva foliar y contenidos de carbono presentaron la mayor variabilidad en los parámetros presentados.

Palabras clave: diversidad alfa, diversidad funcional, tipos de vegetación, cobertura proyectiva.

5.59 Simulación espacial de las propiedades del suelo en el Estado de México

Víctor Manuel Salas-Aguilar¹ y Fernando Paz-Pellat¹

¹Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, Km 36.5 Montecillo, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: vsalasaguilar@gmail.com

Resumen

Las propiedades del suelo son variables fundamentales en la modelación de diversos estudios medioambientales. En esta investigación se estimó en forma espacial las variables de profundidad del suelo y textura con la aplicación del método Markov-Bayes dentro del Estado de México. Los datos puntuales del suelo (datos duros) se obtuvieron del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, los datos blandos se obtuvieron de derivaciones morfométricas a partir de un modelo digital de elevación. El método de Markov-Bayes relaciona los datos duros y blandos mediante modelos lineales en n diferentes zonas. En cada zona se obtuvo distribuciones locales *a priori* mediante una distribución de probabilidad acumulada. Esto se realizó para encontrar la probabilidad de excedencia a cierto umbral predefinido (geo-estadística indicadora) de la variable primaria de interés. La calibración del método se realiza mediante una covarianza cruzada en cada umbral. El programa SGEMS fue empleado para realizar la simulación condicionada COSISIM, la cual integró los datos duros y blandos previamente calibrados y realizó cinco estimaciones para cada variable. Los resultados mostraron que las relaciones entre datos duros y blandos tienen alta incertidumbre. Aun así, dentro de la validación cruzada se observó que la mejor simulación para cada variable estima de manera razonable el dominio espacial de los datos medidos. En la relación 1:1 entre datos medidos y simulados, solo la simulación de la arcilla mostro una subestimación, las demás variables interpolaron sus valores en forma adecuada. Se recomienda aplicar una técnica que encuentre patrones específicos entre los datos blandos y duros, con el objetivo de incrementar la veracidad en la aplicación de este enfoque.

Palabras clave: interpolación, datos duros, datos blandos, co-variables.

5.60 Factores de expansión de biomasa para las ecoregiones de México

Rojas-García Fabiola¹

¹Programa Forestal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: fabiosxt01981@gmail.com

Resumen

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático liberó en 2013, el IPCC Inventory software 2.10, que permite efectuar inventarios de emisiones de GEI, para cada sector a diferentes escalas. El sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, requiere las mediciones de superficies que ocupa cada uso de suelo y las evaluaciones cambio de uso de suelo (ha) y conocimiento de las existencias reales de madera (m³ha), cuantificados en campo a través de inventarios forestales. Es por lo anterior que son necesarios los factores de expansión de biomasa (FEB). Se realizó una revisión exhaustiva de literatura especializada para compilar valores de densidad básica de la madera (480), ecuaciones de volumen (1511) y ecuaciones de biomasa aérea (478), propios de especies con distribución en México. Para los cálculos se utilizó los valores de altura y diámetro normal, de 80 mil árboles presentes en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2004-2009). Se obtuvo el producto del valor de densidad de la madera por el volumen y se dividió con la biomasa para conocer el FEB de las especies. Se obtuvo un FEB por tipo de vegetación, para ello se promedió el FEB de las especies que Rzedowski describió de acuerdo a su distribución en siete ecoregiones. Los FEB calculados por ecoregión pueden ser utilizados para conocer la biomasa y posteriormente el contenido de carbono removidos por la extracción de madera y para hacer estimaciones de biomasa en regiones o predios donde se conozca el volumen maderable de sus árboles.

Palabras clave: biomasa, densidad de la madera, inventario, tipos de vegetación, volumen.



5.61 Estimación de carbono en el almacén de biomasa muerta sobre el suelo en bosques del municipio de Texcoco, Estado de México

Bolaños-González Yunuen¹; Bolaños-González Martín A.² y Pulido-Ponce José I.¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: yunuenbg90@gmail.com

²Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No. 8-A, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

Resumen

En México, de los almacenes de carbono que recomienda considerar el IPCC en ecosistemas forestales, el correspondiente a madera muerta sobre el suelo es el menos estudiado, por lo cual, el presente trabajo pretende estimar el contenido de carbono de dicho almacén en los bosques del municipio de Texcoco, el cual se encuentra situado en el oriente del Estado de México. El muestreo se llevó a cabo por medio de parcelas cuantitativas de forma circular con área máxima de 1000 m², realizando el conteo de piezas leñosas por medio de transectos ubicados del centro del sitio hacia los puntos cardinales. También se tomaron muestras de material con diferente grado de putrefacción para medir la densidad de madera y contenido de carbono. La biomasa de los árboles muertos en pie se estimó usando ecuaciones alométricas específicas para cada especie y la de los tocones con la información de diámetro, altura total y densidad de madera de acuerdo al grado de putrefacción y especie. Los resultados mostraron que el contenido de carbono en este almacén es nulo o escaso en la mayoría de los sitios medidos, siendo importante únicamente para el tipo de vegetación de bosque de oyamel, en el que se encontró una densidad media de carbono de 20.65 Mg ha⁻¹, siendo el compartimento que más aporta el de material leñosos caído con una densidad media de 15.45 Mg ha⁻¹. En los usos de suelo y vegetación de control: bosque inducido y agricultura, no se encontró madera muerta sobre el suelo.

Palabras clave: madera muerta, material leñoso caído, contenido de carbono.

5.62 Descripción de las bases de datos del proyecto RETUS con BASES - EDOMEX

Pulido-Ponce José I.¹ y Bolaños-González Martín A.²

¹Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: ponce.tks@gmail.com

²Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No. 8, Col. Lomas de Cristo, CP56225, Texcoco, Estado de México.

Resumen

El proyecto Reducción de Emisiones en Todos los Usos del Suelo con Biodiversidad Armonizada a Servicios Ecosistémicos y con impacto Socioeconómico en el Estado de México (RETUS con BASES EDOMEX), integra una visión alterna de desarrollo rural, impulsada por la necesidad de otorgar compensaciones financieras a aquellos que desempeñen acciones que lleven a la reducción de emisiones, bajo esquemas basados en resultados y apegados a una estrategia en la que se genere información y conocimiento para el desarrollo de los mercados de carbono, a través del monitoreo e inventario actual de almacenes de carbono de los usos del suelo y vegetación, para lo cual se muestrearon 776 sitios en las ocho regiones forestales del Estado de México, en los que se tomaron muestras e información de todos los almacenes de carbono importantes en ecosistemas forestales de acuerdo a la guía de buenas prácticas del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés): suelo, mantillo, madera muerta, biomasa sobre el suelo y biomasa debajo del suelo (calculada por alometría), de biodiversidad (identificación e inventario de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas) y de cobertura vegetal. Toda esta información, colectada por brigadas de campo, más la generada por el personal de laboratorio, se compiló y organizó en una base de datos maestra, integrada por un total de once archivos .xlsx, cada uno de ellos conteniendo la información correspondiente a todos los sitios medidos para un determinado elemento muestreado.

Palabras clave: bases de datos, almacenes de carbono, Estado de México.



5.63 Síntesis Nacional del Conocimiento del Carbono Orgánico en los Suelos: Principales Resultados

Velázquez-Rodríguez Alma¹ y García-Oliva Felipe²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blanca km 15.5 Carretera Toluca-Ixtlahuaca, CP 50200, Toluca, Estado de México. Autor para correspondencia: almaver@uaemex.mx

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP 58190 Morelia, Michoacán.

Resumen

El conocimiento del estado actual de los suelos en los principales ecosistemas mexicanos, así como la dinámica del carbono asociada a cada uno de ellos, permite establecer actividades y políticas públicas para su conservación y manejo sustentable. En los bosques de clima templado, la capacidad de almacenamiento de carbono depende totalmente de la heterogeneidad orográfica y de la diversidad vegetal. En los suelos de climas tropicales, la intrínseca relación entre la acelerada dinámica del carbono y la cantidad de precipitación pluvial, los convierte en ecosistemas de notoria fragilidad ante el cambio en los patrones de precipitación. En los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, el suelo constituye el principal almacén de carbono y la productividad neta del sistema depende tanto de la variabilidad hídrica, como de la radiación solar y la temperatura, lo que los hace altamente susceptibles al cambio de uso. En los exuberantes, pero fuertemente amenazados, ecosistemas de manglar, los suelos tienen un papel preponderante como almacenes de carbono orgánico y como exportadores importantes de carbono orgánico disuelto y particulado, por lo que su conservación y protección resulta primordial. Finalmente, en los ecosistemas antropogénicos, los datos sobre las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero destacan que, en México, la agricultura constituye la tercera causa de generación de emisiones, con un 12% del total y, que la mayor parte de éstas, corresponde a la fermentación entérica, el manejo del estiércol y el uso de fertilizantes.

Palabras clave: ecosistemas terrestres, inventarios de suelo, tipos de vegetación, usos de suelo.



5.64 Mapa de erosión de los suelos de México y sus posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo

Bolaños-González Martín A.¹; Paz-Pellat Fernando²; Cruz-Gaistardo Carlos O.³; Argumedo-Espinoza Jesús A.³; Romero-Benítez Víctor M.³ y de la Cruz Cabrera Julio C.¹

¹Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No.8, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: martinb72@gmail.com

²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Texcoco, Estado de México.

³Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Av. Héroe de Nacozari Sur No. 2301, Fraccionamiento Jardines del Parque, CP 20276. Aguascalientes, Aguascalientes.

Resumen

Debido a la poca disponibilidad de información a nivel mundial, de manera acentuada en México, del fenómeno de erosión de suelos; en este trabajo se presenta el Mapa Nacional de Erosión, el cual consolida un esfuerzo realizado por varios años en los que fue necesario conjuntar diversas fuentes de información para que mediante técnicas de fotointerpretación de imágenes de satélite de alta resolución, cartografía especializada e información de campo se concretara este producto, mismo que representa la información básica requerida para que, en una segunda etapa, sea posible estimar de manera general las pérdidas de Carbono Orgánico del Suelo debidas a éste fenómeno, dado que es uno de los componentes menos estudiados y, por ende, menos cuantificados en el balance general de este elemento. Así, este primer resultado arroja que el 76% de la superficie nacional tiene algún grado de afectación por erosión hídrica, que corresponde a 6.79% con un grado de erosión extrema, el 5.79% fuerte, 26.37% moderada y 37.06% leve. Los estados más afectados por erosión apreciable (superficie relativa) son: Distrito Federal, Tlaxcala, Estado de México y Michoacán y, por el contrario, los menos afectados: Tabasco, Quintana Roo y Campeche.

Palabras clave: erosión hídrica, carbono orgánico del suelo, degradación del suelo.



5.65 Integración de biodiversidad en modelos de la dinámica del carbono y agua: un enfoque de estados de equilibrio

Paz Fernando¹ y Sánchez Cristóbal¹

¹GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, CP 56230, México. Autor para correspondencia: ferpazpel@gmail.com

Resumen

Las métricas confiables y estables de biodiversidad son muy difíciles de obtener, especialmente si se quieren asociar al carbono y servicios ecosistémicos. La riqueza de plantas vasculares ofrece una alternativa viable para los requerimientos de acoplar mercados, aunque su dinámica no es fácil de modelar en términos operativos. Bajo condiciones de equilibrio de los ecosistemas, usando el esquema desarrollado por Specht y colegas en Australia, se presenta un modelo de la dinámica de la riqueza de especies en función de la cobertura aérea de la vegetación, bajo el requisito de un balance entre el estrato superior e inferior en términos de su cobertura aérea. Un modelo de la dinámica del carbono y el escurrimiento superficial es acoplado con la riqueza de especies de plantas vasculares, acoplando los servicios hidrológicos y carbono con la biodiversidad. Se discuten esquemas de riqueza de tipos funcionales de la vegetación, como una métrica que elimina los efectos de escala de las estimaciones de la riqueza de especies en función de las superficies de muestreo, permitiendo el uso simplificado, y de bajo costo, de estimaciones de métricas de biodiversidad.

Palabras clave: riqueza plantas vasculares, modelo de Specht y colegas, tipos funcionales de la vegetación, cobertura aérea.



5.66 Estimación de almacenes de carbono en todos los usos de suelo del Estado de México

Rojas-García Fabiola¹ y Paz-Pellat Fernando²

¹Programa Forestal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Texcoco, Estado de México. Autor para correspondencia: fabiosxt01981@gmail.com

Resumen

El Estado de México es una de las pocas entidades en el país donde se han planteado esquemas de compensación económica por servicios ambientales hidrológicos y la conservación de ecosistemas boscosos. El desarrollo de inventarios de carbono (C) en el Estado de México con enfoque abajo hacia arriba, permitirá reducir sustancialmente las incertidumbres asociadas al sector AFOLU en la entidad. Los métodos que se desarrollaron están basados en la Guía de Buenas Prácticas del IPCC, 2003 y los criterios de transparencia, consistencia, comparabilidad, integridad y precisión. Se evaluaron los almacenes de C en biomasa aérea forestal, biomasa aérea de herbáceas y arbustos, biomasa muerta sobre el suelo; hojarasca, horizonte de fermentación y suelo. La campaña de campo incluyó el levantamiento de 728 parcelas de muestreo distribuidos en todos los tipos de vegetación y usos de suelo. Este esfuerzo se realizó en ocho meses (enero a septiembre del 2015). El contenido de C total para cada parcela se estimó con sumatorias del C almacenado en la biomasa aérea, la biomasa muerta sobre el suelo, la capa de hojarasca, el horizonte de fermentación y el suelo de cada unidad de muestreo evaluada. Los valores resultado de C total se escalaron a hectárea a fin de conocer los almacenes de C total para las unidades de muestreo evaluadas. Se efectuó una clasificación al interior de los tipos de vegetación y usos de suelo descritos por INEGI, basada en el análisis de varianza del factor de emisión.

Palabras clave: carbono, inventario, tipos de vegetación, usos de suelo.



5.67 Estimación de carbono orgánico en mantillo en zonas forestales del Estado de México, resultados preliminares

Frutuoso-Onofre Teresa¹; Bolaños-González Martín A.² y Bolaños-González Yunuen¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, CP 56230, Texcoco, Estado de México.

Autor para correspondencia: martinb72@gmail.com

²Programa Mexicano del Carbono. Chiconautla No.8, Col. Lomas de Cristo, CP 56225, Texcoco, Estado de México.

Resumen

En el presente estudio se estimó la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico en el mantillo de las zonas forestales del Estado de México, así como de otros usos de suelo como referencia. El diseño del muestreo se orientó para obtener datos cuantitativos del contenido de carbono en este almacén, tomando nueve muestras de mantillo por sitio medido, distribuidas espacialmente en un área de muestreo de 1000 m². La totalidad de las muestras obtenidas se separaron en fracción gruesa y fina antes de obtener el peso seco y una submuestra representativa por región forestal y tipo de uso del suelo se utilizó para medir el porcentaje de carbono mediante un equipo analizador automático modelo Shimadzu 5050A. Los resultados mostraron que el promedio general para los 776 sitios medidos en mantillo fue de 8.37Mg ha⁻¹, siendo mayor en el compartimento de horizonte de fermentación (5.59 Mg ha⁻¹) que en el de hojarasca (2.78 Mg ha⁻¹). Con respecto al grado de perturbación de la vegetación el promedio de densidad de carbono fue mayor en la vegetación primaria (fase 1) con 11.62Mg ha⁻¹, siendo menor en vegetación secundaria (fase 2) con 9.89 Mg ha⁻¹ y poco significativa en la vegetación producto de actividad humana (fase 3) con 0.51 Mg ha⁻¹.

Palabras clave: carbono, mantillo, hojarasca, horizonte de fermentación, zonas forestales.



5.68 Síntesis Nacional del Conocimiento del Carbono Orgánico en los Suelos: Vacíos y Oportunidades

Velázquez-Rodríguez Alma¹ y García-Oliva Felipe²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blanca km 15.5 Carretera Toluca-Ixtlahuaca, CP 50200, Toluca, Estado de México. Autor para correspondencia: almaver@uaemex.mx

²Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, CP 58190 Morelia, Michoacán.

Resumen

El conocimiento del carbono orgánico en los suelos mexicanos, permitió detectar áreas de oportunidad que pueden servir para desarrollar líneas de investigación enfocadas a la satisfacción de las carencias y la generación de insumos para políticas públicas sustentadas en conocimiento científicamente sólido. En los ecosistemas terrestres, destaca la necesidad de estandarizar las metodologías de estudio para promover la interoperabilidad de los estudios locales, regionales y nacionales, así como la implementación de modelos predictivos que faciliten la toma de decisiones. En los sistemas antropogénicos, se llega a la conclusión de que los instrumentos de política pública son insuficientes, por lo que es importante diseñar políticas que reconozcan las funciones del suelo como proveedor de servicios ecosistémicos e incentivar los programas para su conservación. La influencia del programa de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) en la gestión ambiental en México, así como el uso de datos sobre gobernanza multinivel y gestión de carbono a nivel de paisaje, resaltan la necesidad de una gobernanza forestal que haga posible la gestión de los suelos y, pone de manifiesto, la poca efectividad de las estrategias gubernamentales ante el cambio climático, a causa de la inexistente reconocimiento de la mujer como propietaria de la tierra. Desde el punto de vista jurídico-legal, los ordenamientos que rigen los servicios ambientales y soportan los instrumentos de gestión y política pública, requieren de un marco legal sólido y efectivo para poder conservar los recursos naturales y garantizar una adecuada gestión de los servicios ambientales asociados al suelo.

Palabras clave: ecosistemas terrestres, gobernanza, servicios ecosistémicos, REDD, políticas públicas.



**Simposio
Internacional
del arbono
en México**

Área de Seminarios del Centro de Extensión Universitaria (CEUNI),
de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

del **18** al **20** de **mayo** de **2016**