

Fernando Paz
Ruth Torres
Alma Velázquez
COMPILADORES

XLII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo



Simposio: Potencial de Secuestro de Carbono Orgánico en los Suelos Agrícolas y Agostaderos de México



Programa Mexicano del Carbono

MEMORIA
Resúmenes
Cortos

Programa Mexicano del Carbono
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo





Simposio:
**Potencial de Secuestro de Carbono Orgánico
en los Suelos Agrícolas y Agostaderos de 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.

SIMPOSIO:
POTENCIAL DE SECUESTRO DE
CARBONO ORGÁNICO EN LOS SUELOS
AGRÍCOLAS Y AGOSTADEROS DE MÉXICO

MEMORIAS DE
RESÚMENES CORTOS

Fernando Paz, Ruth Torres y Alma Velázquez
Compiladores

Programa Mexicano del Carbono

En el marco del:
XLII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo

Montecillo, Estado de México, México
del 5 al 9 de marzo de 2018

CONTENIDO

Estado actual de la distribución del carbono orgánico en los suelos agrícolas y de agostaderos de México: oportunidades para el desarrollo de políticas públicas	8
Índice de calidad con parámetros de salinidad y evolución del <i>humus</i> en suelos de chinampa	9
Biomasa microbiana en suelos degradados reforestados con shihuahuaco y tratados con biofertilizantes, en Campo Verde, Huánuco, Perú	10
Captura de carbono en el suelo con agricultura de conservación en el altiplano de San Luis Potosí	11
Carbono orgánico sepultado en cultivares de fresa, Michoacán, México	12
Carbono en agregados de suelos de sistemas agroforestales de cacao en Tabasco, México	13
Ventajas y limitaciones de tecnologías prosostenibles: terrazas de muro vivo y milpa intercalada en árboles frutales	14
Estimación del secuestro de carbono en suelos volcánicos según regímenes de humedad y temperatura con modelos de regresión flexibles	15
Almacenamiento de carbono en la zona árida del oriente de Aguascalientes, México	16
Distribución de carbono en biomasa de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Wild.) y su aporte al suelo	17
Estimación del carbono orgánico del suelo en manglares de “La Encrucijada”, Chiapas	18
Comparación de tres biotecnologías para la remoción de suelos contaminados con hidrocarburos totales de petróleo	19
Estimación de cambios de carbono orgánico del suelo en amaranto (<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.)	20
Carbono orgánico del suelo en cafetales bajo sombra de Ixhuatlán del Café, Veracruz	21
Distribución de <i>Euphorbia antisiphilitica</i> Zucc. mediante variables físicas y químicas del suelo en Cuatro Ciénegas, Coahuila	22
Análisis espacial de carbono y emisiones potenciales de CO ₂ en un pastizal del norte de México	23

Evaluación de la degradación de tierras en la subcuenca Huatusco, Veracruz	24
Cianobacterias como biofertilizantes para cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>)	25
Carbono orgánico y fertilidad de los suelos de cafetales bajo sombra en la Sierra Madre de Chiapas	26
Estado del almacén de carbono orgánico en los suelos del Estado de México	27
Hacia una explicación de la saturación del carbono orgánico de los suelos: almacenes y flujos	28
Modelación de la distribución del carbono orgánico por fracciones físicas en función de la textura del suelo	29
Retos en la modelación de la dinámica del carbono en los suelos: estado inicial de los almacenes	30
Modelos de estados y transiciones del carbono en los suelos de México: hacia una nueva generación	31
Una propuesta para enfrentar el reto de la iniciativa 4x1000 para México	32
Modelación de la distribución del carbono orgánico de los suelos en agregados bajo diferentes prácticas de manejo	33
Potencial de captura de carbono orgánico en agregados de tepetates: síntesis de experimentos bajo condiciones controladas	34
Carbono orgánico inerte de los suelos estimado usando estrato secuencias	35
El manejo del suelo en la conservación de carbono orgánico	36
El INIFAP en el estudio de la conservación de carbono en el suelo	37

ESTADO ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO EN LOS SUELOS AGRÍCOLAS Y DE AGOSTADEROS DE MÉXICO: OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Paz, F.^{1*}; Etchevers, J.²

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

² Laboratorio de Fertilidad de Suelos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México

*Autor responsable: ferpazpel@gmail.com

Resumen

Los almacenes del carbono orgánico de los suelos (COS) son de gran relevancia por sus múltiples funciones: fertilidad de los suelos, mitigación del cambio climático, etc. En México la distribución espacial del COS en los suelos agrícolas y de agostadero es poco conocida, por lo que en este trabajo se presenta una aproximación a su caracterización en términos de datos de actividad y factores de emisión, bajo los lineamientos del IPCC. La línea base de los almacenes del COS se analiza usando mapas de uso del suelo y vegetación *sensu* INEGI para los años base 1993, 1999, 2002, 2007, 2011, 2014 y 2016 a la escala 1:250 000 y se contrastan los resultados para el año 2016 usando mapas a escala 1:50 000, para analizar la incertidumbre asociada a cambios de escalas de representación. Los factores de emisión fueron generados de la base de datos INEGI-COLPOS-PMC usando hipótesis justificables en función de la información. De estos análisis se definen lineamientos para generar oportunidades para el desarrollo de políticas públicas. Adicionalmente se discuten opciones de manejo o cambios de uso del suelo con potencial de incrementar los almacenes de carbono o reducir emisiones de gases efecto invernadero, entre las que destacan la labranza de conservación, la milpa intercalada con árboles frutales, el uso de nopaleras en tierras degradadas y el manejo de agostaderos. Usando la información disponible en México se presentan recomendaciones generales para mejorar la cantidad y calidad de la información.

Palabras clave: *línea base COS; opciones de manejo y cambios de uso del suelo; incremento COS; reducción emisiones GEI.*

ÍNDICE DE CALIDAD CON PARÁMETROS DE SALINIDAD Y EVOLUCIÓN DEL *humus* EN SUELOS DE CHINAMPA

Reyes-Ortigoza, A.L.^{1*}; Batlle-Sales, J.;² Galicia-Palacios, M.S.²

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Grupo Ecología Microbiana Funcional del Suelo y Protección Ambiental. Laboratorio de Edafología.

² Universidad de Valencia, España

*Autor responsable: amadalaura@ciencias.unam.mx

Resumen

Los índices de calidad son expresiones matemáticas construidas a partir de parámetros que evalúan funciones del suelo. El objetivo fue construir un índice multiparamétrico con indicadores de salinidad y evolución del *humus* en suelos de chinampa, estos definen degradación o conservación. El trabajo de investigación se realizó en Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y Tláhuac. El muestreo fue sistemático, cada 500 m, en aproximadamente 2700 ha, hubo 73 puntos de colecta de suelo de 0-40 cm de profundidad, se evaluaron pH en suelo y pastas de saturación, conductividad eléctrica e iones solubles (carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos), nitrógeno total, carbono total, extracción de sustancias húmicas, relaciones E_4/E_6 y AH/AF. El Índice de calidad para la zona Tláhuac, Xochimilco, San Gregorio Atlapulco se obtuvo por componentes principales (5 a 6) del conjunto de variables de salinidad y evolución del *humus*, a través del cálculo de valores eigenvalue, varianza acumulada (80-90%) y coeficientes (eigenvectores) (PC_1 , PC_2 , PC_3 , PC_4 , PC_5). Se hicieron mapas de distribución espacial con los valores PCAi y se encontraron cuatro zonas importantes con características diferentes: la Zona 1 Tláhuac (pH-CE altas); la Zona 2 Sur de Xochimilco (valores bajos de pH - CE), Zona 3 Centro de San Gregorio Atlapulco y Xochimilco (pH-CE intermedia) y Zona 4 Norte de San Gregorio Atlapulco (pH-CE bajas); está última zona fue el mejor índice de sitio por su menor salinidad, altos contenidos de carbono y alta calidad del *humus* definida por su relación E_4/E_6 y AH/AF. Se concluyó que el índice multiparamétrico basado en indicadores de salinidad y evolución del *humus* definió cuatro zonas de diferente calidad en las chinampas de Xochimilco-San Gregorio Atlapulco y Tláhuac.

Palabras clave: *chinampas; calidad; índices; Xochimilco.*

BIOMASA MICROBIANA EN SUELOS DEGRADADOS REFORESTADOS CON SHIHUAHUACO Y TRATADOS CON BIOFERTILIZANTES, EN CAMPO VERDE, HUÁNUCO, PERÚ

Ayala-Montejo, D.^{1*}; Valdés-Velarde, E.²; Alegre-Orihuela, J.C.¹; García-Bendezú, S.J.¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

² Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, México

*Autor Responsable: diayalamontejo@gmail.com

Resumen

La Amazonía peruana tiene 70 millones de hectáreas de bosque, de las cuales 10 millones están degradadas por efecto de la deforestación debido a las actividades de agricultura migratoria y sobrepastoreo. Campo Verde, Huánuco es una de estas áreas, que tiene suelos compactados ($R.M_{\bar{x}}=3 \text{ kg/cm}^2$; $\rho b_{\bar{x}}=1,1 \text{ g/cm}^3$), con pH ácido ($\bar{X}=4,7$), escasa materia orgánica ($M.O_{\bar{x}}=0,68\%$), alta concentración de H^+ + Al^{3+} ($\bar{X}=2,5 \text{ cmol}_c/\text{kg}$) y una población microbiana de hongos y bacterias pobre ($\bar{X}=1,10$ y $3,5 \text{ Log ufc/g}$ suelo seco, respectivamente) y sin presencia de actinomicetos, lo que dificulta el establecimiento de vegetación. Para contrarrestar este problema se instalaron plantaciones con especie de leguminosas entre ellas Shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) asociada con especies secundarias de rápido crecimiento manejadas con insumos inorgánicos, sin mucho éxito (sobrevivencia 35.5%). La presente investigación evaluó el efecto de biofertilizantes sobre la biomasa microbiana del suelo y el establecimiento de Shihuahuaco. Se prepararon dos biofertilizantes (Shi_1 , Shi_2) utilizando suelo extraído de la biomasa radicular de Shihuahuacos semilleros de EEAVH - INIA como inóculo. Se incluyó un biofertilizante elaborado a partir de bacterias lácticas (B. Lac) y un testigo. Se utilizaron 108 plantas de un año de edad, clasificadas en tres categorías de vigor. Los biofertilizantes fueron aplicados al suelo, trimestralmente con una dosis de 100 ml/L. Se empleó un DBCA, con arreglo factorial de 3 x 4 y 3 repeticiones. El biofertilizante Shi_2 (0.18 mg/g suelo seco) fue el que mostró mayores valores en la biomasa microbiana edáfica, seguido de Shi_1 , B.Lac y el testigo (0.16; 0.10 y 0.06 mg/g suelo seco, respectivamente); del mismo modo los plantones inoculados con Shi_2 presentaron una sobrevivencia de 100%, seguido de B. Lac(76%), Shi_1 (70%) y Testigo (58%). Estos resultados permitieron concluir que el inoculante de biomasa radicular de zonas inundables promovió condiciones microbiológicas óptimas en el suelo para el establecimiento de shihuahuaco.

Palabras clave: *inoculante; biomasa radicular; establecimiento de shihuahuaco; bacterias lácticas.*

CAPTURA DE CARBONO EN EL SUELO CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL ALTIPLANO DE SAN LUIS POTOSÍ

Martínez-Gamiño, M.A.^{1*}; Contreras-Salazar, J.A.²; Gómez-Mendoza, R.³

¹ INIFAP, Campo Experimental San Luis

² Estudiante de la Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UASLP

³ Prestador de Servicios Profesionales Independiente

*Autor responsable: martinez.miguelangel@inifap.gob.mx

Resumen

Por más de 50 años, los suelos del Altiplano de San Luis Potosí se han preparado para la siembra con un barbecho y uno o dos pasos de rastra. Lo anterior, destruye la estructura, invierte el perfil, diluye y acelera la oxidación de la materia orgánica y reduce la productividad de los cultivos. La agricultura de conservación es una técnica que favorece remover el suelo lo menos posible, dejar residuos de cosecha en la superficie, rotar cultivos y acumular la biomasa radical en el área de siembra. El objetivo de este estudio fue evaluar la captura de carbono en el suelo con agricultura de conservación en el Altiplano de San Luis Potosí. En 1995 se estableció, en el Campo Experimental San Luis, un experimento donde se evalúan diferentes métodos de preparación del suelo en una rotación maíz-avena forrajera de riego. En 2017 se determinó la captura de carbono en el perfil del suelo en el tratamiento tradicional con barbecho más rastra (B+R) y en el de agricultura de conservación (AC). Los resultados indican que la acumulación de residuos de cosecha y de tocones de las plantas de maíz y avena en la superficie del suelo, fue de 17.892 t ha⁻¹ con AC, mientras que con B+R no hubo residuos. Con AC, la acumulación de materia orgánica de raíces en el estrato de 0.0-0.05 m, fue de 14.85 t ha⁻¹, mientras que con B+R fue de 1.1 t ha⁻¹. Lo anterior representa una captura de carbono de 8.019 t ha⁻¹ en AC contra 0.594 t ha⁻¹ con B+R. El incremento de la materia orgánica en el suelo fue de 1.70% en AC contra 0.026% en B+R. Se concluye que la agricultura de conservación es una práctica que favorece la captura de carbono en el suelo.

Palabras clave: *captura carbono; agricultura de conservación; raíces; área de siembra.*

CARBONO ORGÁNICO SEPULTADO EN CULTIVARES DE FRESA, MICHOACÁN, MÉXICO

Medina-Orozco, L.E.^{1*}

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico del Valle de Morelia

*Autor responsable: leninmed@gmail.com

Resumen

El cultivo de fresa en el estado de Michoacán presenta un crecimiento exponencial en las últimas décadas, principalmente en la región Ciénega de Chapala donde las condiciones climáticas son adecuadas para las fenofases de la planta. El sistema de producción de fresa concentra alta cantidad de insumos plásticos para acolchado, macrotúneles y cintas de riego, también de agroquímicos y demandan cuantiosa mano de obra. Las condiciones salinas y en algunos sitios salino-sódicas del suelo, han favorecido la transportación o transferencia de grandes volúmenes de suelo volcánico de las zonas altas y su deposición sobre los suelos autóctonos. Lo anterior como una tecnología para reducir el efecto negativo sobre la salinidad en la producción y calidad de la fresa. El objetivo del presente estudio fue cuantificar la cantidad de carbono orgánico del suelo que queda enterrado (autóctono) y el que es depositado (alóctono) y la clasificación del suelo utilizando la WRB 2014. Dos sitios fueron estudiados, uno en el municipio de Tangáncicuaro y otro en Chilchota. El suelo fue muestreado en la cama de siembra (0-50 cm) de reciente deposición y de la capa del suelo autóctono (50-100 cm). Los resultados indican que el carbono enterrado es mayor en la zona de Tangáncicuaro (50.3 tC ha⁻¹) con respecto al de Chilchota (42.2 tC ha⁻¹); por el contrario, el carbono transportado y depositado tienen un contenido de 52.9 y 21.3 tC ha⁻¹, respectivamente. El suelo fue clasificado como un *Terric Anthrosol*.

Palabras clave: *horizonte térrico; suelo profundo; suelo enterrado.*

CARBONO EN AGREGADOS DE SUELOS DE SISTEMAS AGROFORESTALES DE CACAO EN TABASCO, MÉXICO

Sánchez-Hernández, R.^{1*}; Salvador-Morales, P.^{2,3}; Valdés-Velarde, E.⁴; López-Noverola U.¹;
Francisco-Santiago S.P.¹

¹ División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Estado de Tabasco, México

² Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca (ITZO), Estado de Tabasco, México

³ División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Estado de Tabasco, México

⁴ Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México, México

*Autor responsable: rusaher@hotmail.com

Resumen

Los sistemas agroforestales de cacao (SAFC) se caracterizan por mantener un dosel arbóreo que aporta materia orgánica al suelo, al mantener esta capa sin perturbar durante varios años, el carbono (C) se puede almacenar. Por ello, el objetivo de la investigación fue determinar el tamaño y estabilidad de los agregados del suelo, así como calcular la cantidad de C acumulado en dichos agregados de suelos del SAFC. Mediante sistemas de información geográfica, se mapearon las superficies ocupadas por SAFC en Tabasco, identificando los grupos de suelos sobre los cuales se distribuyen. Por cada grupo se muestrearon cuatro parcelas, a 30 cm de profundidad. Las muestras se tamizaron en seco con agitación constante, se determinó la distribución por tamaños de agregados, el diámetro medio ponderado (DMP) y el índice de estabilidad de agregados en seco (IEAS), así como el C contenido en dichos agregados. A esa profundidad se calculó la densidad aparente para extrapolar los contenidos de C en Mg C ha⁻¹ para cada suelo. Los resultados indican que los SAFC se distribuyen sobre suelos Fluvisols, Vertisols, Gleysols y Cambisols, los cuales registran agregados con DMP's de 3.94, 3.59, 3.31 y 2.96 cm respectivamente, que los ubican en rangos de macroagregados. Los IEAS corresponden a 0.81, 0.78, 0.78 y 0.71 en Fluvisols, Gleysols, Vertisols y Cambisols respectivamente. Los porcentajes de C corresponden a 4.92, 3.66, 2.69 y 2.58% para Gleysols, Fluvisols, Vertisols y Cambisols, lo que equivale a una acumulación de 183, 130, 110 y 101 Mg C ha⁻¹ respectivamente. Se concluye que en todos los suelos de los SAFC, los agregados donde se acumula el C son macroagregados estables y que aunque los Gleysols acumulan más C, los Fluvisols por su extensa superficie cultivada, son los más importantes como almacenes de C edáfico.

Palabras clave: *estructura del suelo; captura de carbono; protección física del carbono; suelos tropicales.*

VENTAJAS Y LIMITACIONES DE TECNOLOGÍAS PROSOSTENIBLES: TERRAZAS DE MURO VIVO Y MILPA INTERCALADA EN ÁRBOLES FRUTALES

Uribe-Gómez, S.^{1*}; Zetina-Lezama, R.¹; Turrent-Fernández, A.²; Camas-Gómez, R.³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Cotaxtla, estado de Veracruz, México

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

³ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro de Chiapas, Chiapas, México

Autor responsable: uribe.sergio@inifap.gob.mx

Resumen

En la región de Los Tuxtlas, Veracruz se practica el cultivo doble de maíz-maíz, con quema de residuos de cosecha, remoción del suelo y trazo de hileras en sentido de la pendiente, prácticas que aunadas a régimen de lluvias abundantes de alta intensidad y pendientes pronunciadas (10-20%) provocan altas tasas de erosión hídrica ($200 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), disminución del rendimiento y bajos ingresos. Para abordar estos problemas INIFAP y Colegio de Postgraduados desarrollaron las Terrazas de Muro Vivo (TMV) y la Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF). El objetivo de este trabajo es analizar las ventajas y limitaciones de ambas tecnologías con relación a su contribución a la sostenibilidad ambiental y económica. La TMV consiste en trazar a nivel hileras de cocuite (*Gliricidia sepium*), colocar un filtro de sedimentos aguas arriba de la hilera y practicar el cultivo doble de maíz-maíz en franjas. Entre las principales ventajas, la TMV disminuye el proceso erosivo de los suelos a niveles permisibles ($13 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) y aumenta el rendimiento de maíz hasta en 1.2 t ha^{-1} . Entre sus desventajas, 20% del terreno no se utiliza para la producción de alimentos y la materia orgánica y las bases intercambiables disminuyen en el área donante de la terraza. En el sistema MIAF, el cocuite se sustituye por árboles frutales sembrados a 1 m de distancia y manejados con el sistema “tatura modificado”. Entre las ventajas resaltan incrementos en el Índice de Eficiencia Relativa de la Tierra (2.0), ingreso por hectárea (tres salarios mínimos) y oportunidad del empleo de la mano de obra familiar (180 jornales/ha). Entre sus limitaciones destacan la intensidad en conocimiento requerido y la ausencia de canales de comercialización de frutas a pequeña escala. Se concluye que ambas tecnologías contribuyen a la sostenibilidad económica y ambiental del agrosistema maíz-maíz en Los Tuxtlas.

Palabras clave: cultivo doble de maíz; conservación de suelos tropicales; índice de eficiencia relativa de la tierra; tecnologías multi objetivos.

ESTIMACIÓN DEL SECUESTRO DE CARBONO EN SUELOS VOLCÁNICOS SEGÚN REGÍMENES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA CON MODELOS DE REGRESIÓN FLEXIBLES

Linares-Fleites, G.^{1*}; Valera-Pérez, M.A.¹; Oroza-Hernández, A.A.²

¹ Instituto de Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

² Posgrado en Ciencias Matemáticas. FCFM. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

*Autor responsable: gladys.linares@correo.buap.mx

Resumen

El incremento actual de la concentración de CO₂ atmosférico asociado al cambio climático pudiera ser parcialmente mitigado por el secuestro de carbono en suelos, principalmente debido a que el almacén de carbono del suelo constituye el sumidero más grande de Carbono Orgánico del Suelo (COS) sobre el planeta. Es ampliamente reconocido que parámetros climáticos como la temperatura y la precipitación se encuentran fuertemente ligados al contenido del COS. El objetivo de este trabajo es establecer modelos de regresión flexibles entre las variables climáticas y los contenidos de COS en la región conocida como Caldera de Teziutlán, en el estado de Puebla, México. El estudio se basa en la prospección de los suelos y determinación de los contenidos de COS, así como, en el procesamiento de la información de las estaciones termopluviométricas de la zona para obtener los climogramas que permitieron determinar los regímenes de humedad y temperatura. Los suelos derivados de materiales volcánicos se comportan muy diferente a los demás suelos debido a que presentan características particulares con respecto a suelos de origen no volcánico, lo que provoca un peculiar interés por el estudio de estos suelos y su comportamiento en la dinámica de la descomposición de la materia orgánica del suelo y, por ende, en su aporte al contenido de COS. Los modelos obtenidos permiten conocer en detalle la dependencia entre el comportamiento climático y los contenidos de COS en la región de estudio, reflejando cuan importantes son las condiciones ambientales para la dinámica del carbono en el suelo.

Palabras clave: *cambio climático; modelos aditivos mixtos.*

ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN LA ZONA ÁRIDA DEL ORIENTE DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Meraz-Jiménez, A. de J.^{1*}; Álvarez-Reyes, J.¹; Torres-González, J.A.¹; Díaz-Romo, A.¹;
Sosa-Ramírez, J.¹; López-Santos, A.²; Díaz-Romo A.¹; García-Munguía, A.M.¹

¹ Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Domicilio conocido S/N, municipio de Jesús María, Aguascalientes

² Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, Domicilio conocido S/N, C. P. A. P. No. 8

*Autor responsable: pepe_alvarez89@hotmail.com

Resumen

Los suelos proveen servicios ambientales indispensables para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad, alimentación y la regulación hidrológica. El flujo de carbono (C) en las regiones áridas y semiáridas de México está controlado por la estacionalidad y las lluvias anuales. Se reporta que pequeños eventos de lluvia pueden tener consecuencias para las pérdidas de carbono del suelo en los ecosistemas semiáridos. Por ello el objetivo del estudio fue determinar la cantidad de carbono orgánico almacenado en suelo y vegetación de la zona árida del oriente de Aguascalientes. El proyecto se desarrolló en los municipios de Tepezalá, Asientos y el Llano. El muestreo fue en una zona de pastoreo, monte y pastizal. Se tomaron muestras de suelo donde se determinó el contenido de C. Se midió la cobertura vegetal y la biomasa de pastos. Los resultados en el caso del suelo, tanto en materia orgánica como en C, el pastizal fue el más alto con 2% y 40.5 t C ha⁻¹. Para la cobertura vegetal fue del 56%. En la biomasa del pasto en promedio se obtuvo 3.48 t de MS/ha⁻¹ y de contenido de carbono fue 1.56 t ha⁻¹. Por los tipos de vegetación existente, la zona oriente tiene un balance de captura de C de 1.027 Kt. Con base en los resultados obtenidos, la zona oriente ofrece servicios ecosistémicos tanto en suelos como en la vegetación. Por lo que se debe dar un valor a la zona difundiendo la importancia de sus recursos naturales en su contribución a la mitigación de los efectos de cambio climático.

Palabras clave: *biomasa; pastizal; suelo; vegetación.*

DISTRIBUCIÓN DE CARBONO EN BIOMASA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Wild.) Y SU APORTE AL SUELO

González-Molina, L.^{1*}; Espitia-Rangel, E.¹; Muñoz-Reyes, E.¹; Ayala-Garay, A.V.¹

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

*Autor responsable: gonzalez.lucila@inifap.gob.mx

Resumen

El presente estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México de INIFAP, en la colecta de quinua Amarilla de marangani. El objetivo fue evaluar la distribución de carbono en la biomasa aérea durante el ciclo de cultivo y estimar el aporte de carbono orgánico al suelo por planta. La biomasa aérea total fue medida cada 15 días en los tratamientos de fertilización: T1=40-40-40; T2=80-40-00; T3=120-40-00 y un testigo T0=00-00-00. La distribución del carbono en la biomasa se determinó y evaluó por órgano: tallo, hoja, inflorescencia y grano. El carbono (C) aportado al suelo se estimó en un 60% de la biomasa aérea total medida. En lo referente a la biomasa, solo hubo diferencias estadísticas significativas a los 52 días después de la siembra en la longitud de la inflorescencia donde el T3 fue el mejor y también fue el de mayor cantidad de C en la biomasa por órgano y en consecuencia aportó mayor cantidad de carbono al suelo por planta (gr C), seguido del T1, T0 y T2 con 56, 49 y 44 y los tallos aportaron entre 35 a 38% del carbono de la biomasa total, seguidos de la inflorescencia con 24-30%, grano 24-30 % y las hojas 15-17%.

Palabras clave: *biomasa aérea; fertilización; colectas de quinua.*

ESTIMACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN MANGLARES DE “LA ENCRUCIJADA”, CHIAPAS

Salgado-Campuzano, A.P.¹; Valdés-Velarde, E.^{1*}; Vázquez-Rodríguez, J.C.¹;
Sánchez-Hernández, R.²; Gallardo-Lancho, J.F.³

¹ Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo

² División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

³ Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca, España

*Autor responsable: valdevela@gmail.com

Resumen

En los suelos orgánicos de bosques de mangle los promedios de descomposición de la materia orgánica edáfica son generalmente más bajos que otros ecosistemas naturales más continentales, debido a sus condiciones de inundación y de salinidad, o a su cercanía a las zonas inundadas en las costas. Por ello el potencial de almacenamiento de carbono (C) edáfico es muy alto. En los manglares de “La Encrucijada”, Chiapas, se analizaron 72 muestras de suelo, de 24 sitios de muestreo y tres repeticiones de cada uno, en tres geoformas: Borde (B), Cuenca (C) y Rivera (R) y tres tipos de manglar monoespecíficos (*A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*), tomando en cuenta dos orientaciones de muestreo del suelo (1N y 2O) y dos profundidades (0-10 y 40-50 cm). Se evaluaron cinco variables: C y MO (Walkey y Black), P (Mehlich 3), pH y CE (potenciómetro). Se determinó que este tipo de ecosistemas en el área de estudio tuvieron un promedio de 147.5 Mg C ha⁻¹. En las geoformas Borde y Rivereño fueron más altas las concentraciones de C en el suelo (140.9 y 166.1 Mg C ha⁻¹, respectivamente, en comparación con la geoforma Cuenca (121.5 Mg C ha⁻¹).

Palabras clave: *clase de geoforma; tipo de manglar; avicennia germinans; laguncularia racemosa; rhizophora mangle.*

COMPARACIÓN DE TRES BIOTECNOLOGÍAS PARA LA REMOCIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO

Martínez-Rabelo, F.¹; Gómez-Guzmán, L.A.¹; Perales-García, A.²; Hernández-Carballo, J.²;
Rodríguez-Campos, J.³; Barois-Boullard, I.⁴; Hernandez-Castellanos, B.²;
Contreras-Ramos, S.M.^{1*}

¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ), Tecnología Ambiental, Guadalajara, Jalisco, México

² Universidad Veracruzana, Facultad de Biología y Facultad de Ciencias Ambientales, Veracruz, México

³ Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos, Guadalajara, Jalisco, México

⁴ Instituto de Ecología A.C. (INECOL), Xalapa, Veracruz, México

*Autor responsable: smcontreras@ciatej.mx

Resumen

La producción de hidrocarburos del petróleo ha generado derrames tanto en agua como en suelo, estos incidentes afectan de forma directa a la flora y fauna. El objetivo del presente trabajo fue evaluar tres biotecnologías: para la remoción de suelos contaminados con hidrocarburos (HTP). La lombriz *Pontoscolex corethrurus* (L), el pasto *Panicum maximum* (P) y el suelo fueron colectados en un campo petrolero contaminado con HTP, un consorcio bacteriano (B) fue producido con capacidad degradadora. Un experimento a nivel invernadero fue realizado utilizando suelo contaminado con estiércol de vaca-agrolita (1.8: 0.1: 0.1 p/p) con las tres tecnologías (L, P, B) y sus combinaciones (L+B), (P+B), (L+P+B), teniendo tratamientos esterilizados, no esterilizados y un control (atenuación natural) durante 112 días. La biomasa del pasto y lombrices se determinó al final. Los HTP se determinaron a los 0 y 112 días por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-MS). La biomasa de las lombrices aumentó significativamente respecto a la inicial (5.1 g a 13 g), mientras que la biomasa del pasto aumentó 2 veces. Se encontró una remoción significativa de HTP (70-87%) en todos los tratamientos solos o combinados no estériles, en comparación con el control (27%). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de las tres tecnologías en la remoción después de 112 días. Sin embargo, un incremento en la combinación fue observado. Las tres tecnologías individuales y combinadas demostraron tener éxito en la eliminación de hidrocarburos.

Palabras clave: contaminación; biorremediación; atenuación natural.

ESTIMACIÓN DE CAMBIOS DE CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.)

González-Molina, L.^{1*}; Espitia-Rangel, E.¹; Muñoz-Reyes, E.¹; Ayala-Garay, A.V.¹

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

*Autor responsable: gonzalez.lucila@inifap.gob.mx

Resumen

El presente estudio se realizó en el Campo Experimental Valle de México de INIFAP, en tres variedades de amaranto: Nutrisol, Revancha y Benito. El objetivo fue estimar los cambios de carbono orgánico del suelo (COS) bajo cultivo continuo de amaranto como sucede en la mayoría de las regiones productoras de este cultivo en México. El carbono (C) aportado al suelo por los residuos vegetales (RV) se estimó en un 60% de la biomasa aérea total medida. Los cambios del COS se simularon con el modelo de la dinámica del carbono (C) RothC 26.3 en los periodos de 20, 60 y 100 años en la profundidad de suelo 0-30 cm. La variedad nutrisol fue la que tuvo mayor aporte de C al suelo, seguida de Revancha y Benito con 10, 5.9 y 5.5 Mg C ha⁻¹, respectivamente. Las tasas de cambio del COS (Mg ha⁻¹ año⁻¹) fueron positivas en los tiempos de simulación en los rangos de 0.11-0.88, 0.06-0.48 y 0.04-0.33, respectivamente y siguieron la misma tendencia que el aporte de COS al suelo. Sobresale nutrisol con una tasa de secuestro de 0.48 Mg C ha⁻¹ en el periodo de 40 años de simulación.

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

CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN CAFETALES BAJO SOMBRA DE IXHUATLÁN DEL CAFÉ, VERACRUZ

Tinoco-Rueda, J.A.^{1*}; Pérez-Villatoro, H.A.¹; Carrillo-Negrete, I.J.¹

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, Veracruz

*Autor responsable: tinoco@correo.chapingo.mx

Resumen

Los cafetales bajo sombra son sistemas agroforestales que están integrados por diversos estratos de vegetación en donde interactúan especies del Género *Coffea* junto con árboles multipropósito. La configuración de estos sistemas agroforestales en estructura y composición permiten la provisión de servicios ambientales tales como: captura de carbono, recarga de agua al subsuelo, producción de alimentos y mantenimiento de la biodiversidad. En el municipio de Ixhuatlán del Café se puede encontrar una gama de diseños de cafetales bajo sombra en donde los productores incorporan especies nativas del bosque mesófilo de montaña o selva mediana para usarlas como estrato de sombra. El objetivo de la presente investigación fue estimar el carbono almacenado del suelo en cafetales bajo sombra en la comunidad de Ixcátla, municipio de Ixhuatlán del Café. Para cumplir con el objetivo propuesto se seleccionaron diez parcelas de café bajo sombra dentro de la comunidad, posteriormente se realizó un muestreo en campo en donde se caracterizó la estructura y composición de la vegetación en los cafetales y se obtuvieron muestras de suelo. Las muestras se enviaron al laboratorio de suelos del Centro Nacional de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Café para su análisis. Como resultado se encontró que en promedio en Ixcátla hay un contenido de carbono orgánico del suelo de 136.6 MgC ha⁻¹. Con lo anterior se espera establecer prácticas de manejo que permitan mantener e incrementar los reservorios de carbono en el suelo, así mismo, se contempla iniciar una estrategia de pago por servicios ambientales.

Palabras clave: *cafeticultura; mitigación; servicios ambientales.*

DISTRIBUCIÓN DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. MEDIANTE VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN CUATRO CIÉNEGAS

Hernandez-Herrera, J.A.^{1*}; Moreno-Reséndez, A.²; Valenzuela-Núñez, L.M.³;
Briceño-Contreras, E.A.¹; Saldaña-Martínez, E.J.⁴

¹ Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria UAAAN-UL

² Departamento de Suelos UAAAN-UL

³ Facultad de Ciencias Biológicas UJED

⁴ Despacho Forestal Saltillo

*Autor responsable: heheja@gmail.com

Resumen

México es el único productor y exportador de cera de candelilla a nivel mundial, recientemente la especie se encuentra en la lista de CITES. El volumen de la cera entre el 2010 y 2011, presentó un aumento de ocho veces en el mercado internacional, por lo cual se establecieron restricciones internacionales con la finalidad de disminuir la presión sobre el recurso natural por la comercialización. El objetivo del presente trabajo fue la identificación de las principales variables físicas y químicas del suelo mediante el algoritmo Maxent, con ello será posible identificar las áreas de distribución con la finalidad de utilizarlo en el manejo y el aprovechamiento sustentable de la especie. El área de estudio fue el NCPA San Lorenzo, del municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila, localizado en las coordenadas 102°28'40.70" y 102°15'45.07" de Longitud Oeste y 26°58'27.13" y 26°44'53.56" de Latitud Norte, se encuentra dentro del Área de Protección de Flora y Fauna. Se realizaron las evaluaciones en 102 sitios de muestreo, en los que se registraron las coordenadas, los datos de altura, diámetro mayor y diámetro menor, además los datos del hábitat, de relieve y tipo de suelo. Se obtuvieron los archivos de tipo raster de SoilGrid a 250 m de resolución, siendo nueve variables a seis profundidades del suelo, las cuales se procesaron en Maxent. Se obtuvo el área bajo la curva AUC de 0.961 que se considera como un modelo adecuado para la distribución de la especie, aunado a la variable que determina la presencia fue los fragmentos gruesos volumétricos, seguido de la densidad aparente y el contenido de arcilla; en suma, estas tres condicionantes representan el 49.6%. Se concluye que las variables físicas del suelo son las que determinan la presencia de la hierba de candelilla y la obtención de cartografía de la distribución de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc.

Palabras clave: *candelilla; entropia; zonas áridas; cerote.*

ANÁLISIS ESPACIAL DE CARBONO Y EMISIONES POTENCIALES DE CO₂ EN UN PASTIZAL DEL NORTE DE MÉXICO

Cisneros-González, D.¹; Zúñiga-Vásquez, J.M.¹; Pompa-García M.^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Av. Papaloapan, Blvd. Durango, Valle Del Sur. C.P. 34120. Durango México.

*Autor responsable: mpgarcía@ujed.mx

Resumen

Los incendios forestales son una de las principales causas de emisiones de gases efecto invernadero debido a la combustión de biomasa. Esto libera grandes concentraciones de CO₂, lo que contribuye al calentamiento global. Los pastizales son considerados un tipo de vegetación predominante en el Estado de Durango que resulta susceptible de liberar CO₂ en caso de incendiarse. Sin embargo a la fecha se desconoce la distribución espacial del carbono en dichos ecosistemas y su potencial de liberación a la atmósfera. En este trabajo, se hizo un análisis de hot spots (Gi* de Getis-Ord) y un mapa de existencia de carbono superficial, para determinar si la distribución es aleatoria o agrupada. Además haciendo uso de un espectro-radiómetro de imágenes de resolución moderada (MODIS) para el periodo 2002-2016, se realizó una estimación del CO₂ emitido a la atmósfera por consecuencia de las hectáreas de pastizal incendiadas en la zona de estudio. Los resultados mostraron que las concentraciones de carbono se agrupan espacialmente, con valores mayores en la sub-provincia de Sierras Altas y la Mesa Central del Estado. Consecuentemente estas áreas deberán estar sujetas a manejo especial, dado que representan altas emisiones de CO₂ en caso de ser incendiadas. Es necesario monitorear de manera dinámica estos resultados para mejorar el entendimiento espacial del carbono orgánico en agostaderos mexicanos.

Palabras clave: *concentraciones de carbono; análisis de hot spots; áreas incendiadas MODIS; emisiones de gases efecto invernadero.*

EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN LA SUBCUENCA HUATUSCO, VERACRUZ

Tinoco-Rueda, J.A.^{1*}; Carrillo-Negrete, I.J.¹; Monterroso-Rivas, A.I.²; Gómez-Díaz, J.D.²

¹ Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, Veracruz

² Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Suelos, Texcoco, México

*Autor responsable: tinoco@correo.chapingo.mx

Resumen

La degradación de tierras es la reducción o pérdida de la productividad y funciones de los ecosistemas la cual es causada por disturbios naturales o antropogénicos. Algunas de las consecuencias de la degradación de tierras son la inseguridad alimentaria, migración por parte de los sectores más vulnerables, pobreza, pérdida de biodiversidad y disputa por los recursos naturales más escasos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la degradación de tierras en la subcuenca Huatusco. Se cuantificó la degradación de tierras en cada uno de sus componentes por medio de cartografía temática digital. Para evaluar la degradación del suelo se estimó el riesgo de erosión hídrica y la degradación física; para el caso de la degradación del agua se analizó la distribución de la cantidad y calidad del recurso hídrico. La degradación del recurso biodiversidad se estimó por medio de la calidad ecológica y el cambio de uso del suelo. Como resultado se encontró que en la subcuenca se identifican a la erosión hídrica y al cambio de uso del suelo como los principales agentes de degradación. Las áreas conservadas que aún se mantienen se caracterizan por ser ecosistemas naturales de bosque mesófilo de montaña. Se propone establecer un plan de manejo sustentable de tierras que contemple tres ejes: (1) establecer actividades productivas que disminuyan su impacto negativo, (2) restaurar áreas degradadas y (3) establecer áreas protegidas para conservar los ecosistemas naturales remanentes.

Palabras clave: *desertificación; sistemas de información geográfica; análisis territorial.*

CIANOBACTERIAS COMO BIOFERTILIZANTES PARA CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)

Hernández-Reyes, B.M.^{1*}; Castilla-Hernández, P.¹; Sánchez-Robles, J.¹; García-Moreno, L.R.²;
Rodríguez-Palacio, M.C.³

¹ Depto. El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calz. del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, 04960 Ciudad de México

² Centro de Desarrollo e Innovación Rural Sustentable de México Aluxes A.C. Guadalupe Victoria No. 11, Barrio san Bartolo Bajo, C.P. 55940, Axapusco, Estado de México

³ Lab. Ficología Aplicada AS-202, Depto. Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco 189, Col. Vicentina, 09340 Ciudad de México

*Autor responsable: brisszia.h@gmail.com

Resumen

El maíz es un patrimonio biológico, agrícola, cultural y económico de México, cada año se destinan 8.5 millones de hectáreas para su siembra en cultivos de temporal y riego, que representan el 65% de la producción total de cereales. Dentro de sus prácticas agronómicas se lleva a cabo la fertilización química, cuya aplicación desmedida provoca pérdida de vegetación, erosión y salinización en suelos, así como eutrofización en cuerpos de agua aledaños. Los biofertilizantes son productos elaborados con microorganismos que poseen la capacidad de promover el crecimiento de las plantas, mejorando la disponibilidad de nutrientes (N, P), por lo tanto, enriqueciendo los suelos; evitan la contaminación del ambiente, producen compuestos bioactivos y reducen costos. El uso de cianobacterias parece ser una alternativa ecológicamente positiva. Para producir este tipo de biofertilizante se requieren sistemas de cultivos controlados en espacios reducidos, una fuente de aireación, luz y algunos nutrientes. En este estudio se evaluó el uso potencial de cianobacterias como biofertilizante para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), para ello se establecieron cuatro tratamientos, uno que se fertilizó con *Nostoc commune*, otro con un consorcio de cianobacterias aisladas de suelo agrícola, un biofertilizante comercial (*Azospirillum*) y un fertilizante químico comercial. Todos los tratamientos se montaron siguiendo las prácticas agronómicas. Se monitoreó crecimiento del tallo, número de hojas, aparición de espiga y maíz. En cuanto a la altura de tallo, el tratamiento con fertilizante químico y con el consorcio tuvieron un promedio de 192 y 174 cm respectivamente, el cultivo con *N. commune* una altura de 142 cm y con biofertilizante comercial 110 cm. Con relación a la floración/fecundación de la espiga, ésta se presentó primero en el tratamiento con fertilizante químico, seguido del consorcio y por último en los tratamientos con *N. commune* y biofertilizante comercial. El uso de este tipo de fertilizantes abre un campo de oportunidades de investigación y trabajo de campo, enfocadas en mejorar los suelos, abaratando costos de producción y logrando buenas cosechas.

Palabras clave: *cianobacterias; biofertilizantes; maíz.*

CARBONO ORGÁNICO Y FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE CAFETALES BAJO SOMBRA EN LA SIERRA MADRE DE CHIAPAS

Velázquez, A.^{1*}; Libert, A.²; Bolaños, M.²; Paz, F.³

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

² Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México

³ GRENASER, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México

*Autor responsable: almaver22@gmail.com

Resumen

En la Sierra Madre de Chiapas, una de las regiones cafetaleras más importantes de México, se cultiva café arábigo bajo sombra de bosques/selvas, por lo que su preservación en términos de biodiversidad y almacenes de carbono es de alta relevancia. Ante los problemas del embate de la roya en la región, el Programa Mexicano del Carbono inicio la campaña “Una REDD para Salvar la Sombra”, con el objetivo de realizar un diagnóstico del estado de los cafetales bajo sombra, donde se incluyeron inventarios de carbono y biodiversidad. Para tener una perspectiva de posibles incrementos en la productividad del café, se analizaron muestras de suelos para revisar limitaciones en la fertilidad. Se realizaron 233 muestreos en parcelas de cafetales, además de muestreos de otros usos del suelo para tener un estándar de comparación. Las determinaciones de laboratorio realizadas fueron: textura, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, fósforo, potasio y nitrógeno inorgánico. De acuerdo con un semáforo de análisis con niveles rojo (con problemas), verde (sin problemas) y amarillo (con posibles problemas – propiedades organolépticas del café), los resultados mostraron que para el pH solo hay 2.3% de cafetales a nivel rojo, para materia orgánica un 14%; fósforo 12.7%; potasio 28.1% y nitrógeno inorgánico con 0%. En el caso del potasio las deficiencias fueron asociadas a prácticas de introducción de especies demandantes de potasio, en los estados iniciales de establecimientos de las plantaciones. Los resultados mostraron que las plantaciones de cafetales bajo sombra en la región tienen un margen razonable de manejo en la fertilidad de los suelos para incrementar su productividad y almacenes de carbono orgánico en los suelos de magnitudes comparables a la vegetación natural.

Palabras clave: *REDD para Salvar la Sombra; deficiencias nutrimentales; roya del cafeto; productividad.*

ESTADO DEL ALMACÉN DE CARBONO ORGÁNICO EN LOS SUELOS DEL ESTADO DE MÉXICO

Salas, V.^{1*}; Bolaños M.¹; Paz F.²; Velázquez A.³

¹ Programa Mexicano del Carbono, Texcoco, Estado de México

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

³ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus El Cerrillo, Toluca, Estado de México

*Autor responsable: vsalasaguilar@gmail.com

Resumen

El conocimiento del estado del almacén del carbono orgánico del suelo (COS) es una actividad crítica para establecer líneas base o de referencia asociadas a los diferentes usos del suelo y manejo, particularmente bajo la consideración de que el COS representa entre el 50 al 80% del carbono orgánico total en los diferentes tipos de vegetación. El Estado de México, en un acuerdo cooperativo entre la Protectora de Bosques (PROBOSQUE) y el Programa Mexicano del Carbono (PMC), inició una campaña de inventarios de todos los almacenes de carbono en el año 2015, para establecer el potencial o viabilidad de un mercado de bonos de carbono. En esta perspectiva, en este trabajo se presentan los resultados de los factores de emisión (densidades de carbono) de los suelos asociados a los distintos tipos de vegetación (*sensu* INEGI) en el estado. Los datos de COS usados corresponden al Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de diferentes años, al inventario estatal de 2010 de PROBOSQUE y los inventarios realizados por el PMC en el 2015. La distribución del COS por tipos de vegetación es presentada y discutida con relación al potencial de captura de carbono y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por deforestación y degradación forestal evitada, principalmente. Al final se discute la viabilidad y problemática de incorporar el COS en mercados de carbono.

Palabras clave: *línea base estatal; mercados de carbono; factores de emisión; viabilidad.*

HACIA UNA EXPLICACIÓN DE LA SATURACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO DE LOS SUELOS: ALMACENES Y FLUJOS

Paz, F.^{1*}

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

*Autor responsable: ferpazpel@gmail.com

Resumen

La saturación del almacén de carbono orgánico en los suelos (COS) ha sido enfatizada últimamente como una limitación a las políticas de incentivos de secuestro de COS usando diferentes opciones de manejo y prácticas. El concepto de saturación del COS en el suelo parte de una capacidad finita del suelo para capturar carbono, congruente con ideas de límite; no obstante, la evidencia experimental de la saturación de los suelos no es concluyente y refleja diferentes condiciones que resultan difíciles de generalizar. Para contextualizar el concepto de saturación del COS, en este trabajo se presenta un marco teórico-conceptual bajo dos perspectivas: (a) almacenes de carbono, donde después de que el almacén está saturado cualquier adición de carbono se pierde (versión clásica de saturación); y (b) la de flujos, donde la saturación ocurre cuando la tasa de transferencia de carbono al suelo es mayor que la tasa de asimilación. Adicionalmente, se revisa el concepto de saturación en la perspectiva de un modelo de tres compartimentos: lábil, recalcitrante e inerte, donde se explica la saturación del suelo cuando los flujos del compartimento lábil son mayores, o el almacén está saturado, a los de asimilación del compartimento recalcitrante, de tal forma que la saturación se presenta en un solo compartimento y no en todo el suelo. Este modelo es utilizado para un caso estudio en México, para fundamentar su viabilidad y explicación del concepto de saturación. Al final se discuten esquemas experimentales apropiados para análisis, o reanálisis, de datos para fundamentar el concepto de saturación.

Palabras clave: *exceso de carbono; tasa de transferencia y asimilación; modelo tres compartimentos; saturación parcial del suelo.*

MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO POR FRACCIONES FÍSICAS EN FUNCIÓN DE LA TEXTURA DEL SUELO

Paz, F.^{1*}; Covalada, S.²; Hidalgo, C.³; Etchevers, J.³

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

² Kibeltik Clima y Medio Ambiente A.C., San Cristóbal de las Casas, Chiapas

³ Laboratorio de Fertilidad de Suelos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México

*Autor responsable: ferpazpel@gmail.com

Resumen

La distribución del carbono orgánico en función de las fracciones (tamaño de partículas) del suelo ha sido utilizada para el desarrollo del modelo COLPOS. Este enfoque de modelación define tres compartimentos o reservorios del carbono en los suelos: lábil, recalitrante e inerte. En la literatura se ha generado evidencia de que la textura (porcentaje o proporción de masa de las fracciones físicas en relación con la masa total) del suelo puede ser un factor importante de control de la distribución del carbono orgánico del suelo (COS), de tal forma que algunos modelos de la dinámica del COS (*e.g.* RothC y Century) incorporan la textura en sus formulaciones. Para replantear el modelo COLPOS en términos de textura, se partió de una hipótesis de equivalencia lineal entre el tamaño de partículas y la distribución de su masa, de tal manera que el tamaño de las partículas en el modelo fue sustituido por la masa asociada (términos acumulados). La evidencia experimental analizada sugiere que el modelo desarrollado es adecuado, por lo que es necesario considerar esquemas de estimación del COS usando datos de textura, ampliamente disponibles en México. Al final se definen lineamientos o caminos para generalizar los desarrollos del modelo COLPOS, para su parametrización usando la información disponible en México.

Palabras clave: *modelo COLPOS; distribución de masa por fracciones; experimentos de fraccionamiento físico.*

RETOS EN LA MODELACIÓN DE LA DINÁMICA DEL CARBONO EN LOS SUELOS: ESTADO INICIAL DE LOS ALMACENES

Paz, F.^{1*}

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

*Autor responsable: ferpazpel@gmail.com

Resumen

La inicialización de modelos de la dinámica del carbono en los suelos, tal como RothC, requiere que se establezcan estados estacionarios para su implementación. Este requerimiento está asociado a la falta de conocimiento del tiempo asociado a un estado del carbono orgánico del suelo (COS) inicial, por lo que se requiere de enfoques alternativos para explorar como datar el COS con otros esquemas que faciliten o restrinjan las condiciones de estacionariedad buscadas. En este trabajo se explora la dinámica del COS bajo dos perspectivas: modelos multi-compartimentos con cinéticas diferentes y un modelo mono-compartimento con cinéticas variantes en tiempo. De los análisis desarrollados se plantean opciones de parametrización de modelos en función de diferentes hipótesis y se aplican a cronosecuencias de cultivos agrícolas a bosques, y viceversa. Al final se definen posibles caminos de desarrollo para resolver, o minimizar, el problema de inicialización de la dinámica del carbono en los suelos, subrayando las limitaciones de información generalizada disponible en México para su viabilidad operativa.

Palabras clave: *inicialización de modelos; datación del carbono orgánico inicial; cronosecuencias; información disponible en México.*

MODELOS DE ESTADOS Y TRANSICIONES DEL CARBONO EN LOS SUELOS DE MÉXICO: HACIA UNA NUEVA GENERACIÓN

Covaleda, S.^{1*}; Paz, F.²

¹ Kibeltik Clima y Medio Ambiente A.C., San Cristóbal de las Casas, Chiapas

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

*Autor responsable: scovalada@gmail.com

Resumen

La generación de escenarios del carbono orgánico de los suelos (COS) asociados a diferentes usos del suelo y prácticas de manejo requiere de la modelación de su dinámica. En México la información disponible es generalmente COS total y textura, por lo que hace difícil la aplicación de modelos con requerimientos de datos mas allá de esta información. Bajo conceptos de estados estacionarios, el grupo de investigación ha desarrollado Modelos de Estados y Transiciones (METs) que se parametrizan en forma simple, además de ser modelos conceptuales fáciles de entender. Las primeras parametrizaciones del COS en los METs fueron realizadas con un sigmoide asimétrico para generar escenarios en Chiapas, con resultados razonables. Posteriormente, en aplicaciones en el Estado de México se utilizaron modelos basados en meta-análisis de la dinámica del COS y enfoques de modelos de tres compartimentos, con resultados congruentes con datos de cronosecuencias. De la revisión de estos enfoques genéricos de primera generación, se presenta un esquema híbrido (proceso-empírico) de modelación del COS y se definen los requerimientos de información necesarios para su implementación, así como simplificaciones operativas basadas en datos comúnmente disponibles en México.

Palabras clave: *modelo logístico; meta-análisis; Chiapas y Estado de México; cronosecuencias; esquema híbrido.*

UNA PROPUESTA PARA ENFRENTAR EL RETO DE LA INICIATIVA 4X1000 PARA MÉXICO

Zamora-Morales, B.P.^{1*}; Paz, F.²

¹ Campo Experimental Valle de México, INIFAP Estado de México

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

*Autor responsable: zamora.patricia@inifap.gob.m

Resumen

A partir de los resultados obtenidos de las acciones instrumentadas como parte del proyecto “Estudio del potencial de los suelos mexicanos para el secuestro de carbono y la mitigación de los efectos del cambio climático global”, que fue beneficiado a través de la Convocatoria del Componente Innovación Agroalimentaria 2016, en particular aquellas que propiciaron el trabajo interdisciplinario entre actores claves de las principales instituciones de ámbito nacional e internacional respecto del tema “secuestro de carbono en suelo y mitigación de los efectos del cambio climático” en el marco de la iniciativa 4X1000, y la disposición de estos para integrar un proyecto interinstitucional de ámbito nacional bajo objetivos comunes, se lograron definir las líneas de acciones y fortalezas sobre las cuales cada institución puede establecer compromisos en el marco del anteproyecto nacional. Esto ha permitido que a la fecha se cuente ya con el proyecto integrado, mismo que se ha conformado siguiendo el guion para la integración de proyectos usado a través del Componente Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola, según las Reglas de Operación 2018 para el programa Fomento a la Agricultura, SAGARPA 2018. El proyecto contempla acciones que se han organizado en cinco fases, las cuales consideran su desarrollo e instrumentación a partir del trabajo de una o más de las instituciones académicas y de investigación involucradas en el proyecto eje. El proyecto en su conjunto contempla la generación de conocimiento, desarrollo y transferencia de tecnología, ligada a la captura, conservación e incremento de carbono orgánico en suelo y mitigación de los efectos del cambio climático.

Palabras clave: *secuestro de carbono en suelos; prácticas agrícolas; proyecto multi-fase; SAGARPA.*

MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO DE LOS SUELOS EN AGREGADOS BAJO DIFERENTES PRÁCTICAS DE MANEJO

Fuentes, M.^{1*}; Paz, F.²

¹ Departamento de producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Xochimilco, Ciudad de México

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

*Autor responsable: mfponce@correo.xoc.uam.mx

Resumen

La distribución del carbono orgánico en las diferentes fracciones de agregados del suelo define las condiciones de estabilidad y distribución de su masa. El enfoque de modelación basado en el concepto de equivalencia ambiental ha sido utilizado para analizar la distribución de masa y carbono por tamaños de los agregados, definiendo un esquema de síntesis para interpretar los conceptos de estabilidad estructural y potencial de secuestro de carbono orgánico en el suelo (COS). En este trabajo se revisan los estudios previos y se presenta un esquema integral de modelación (distribución de masa y carbono) por tamaños de los agregados, para su modelación usando la pendiente (transformación *log-log*) como equivalente al potencial de secuestro de carbono y estabilidad. El modelo es aplicado a los agregados de un experimento de largo plazo del CIMMYT, con suelos bajo diferentes prácticas de labranza, manejo de residuos de cosecha y rotación de cultivos (maíz y trigo). Los resultados muestran que el modelo es adecuado para sintetizar la dinámica del carbono en los agregados, estableciendo equivalencias ambientales de las diferentes prácticas analizadas.

Palabras clave: *equivalencia ambiental; modelo distribución masa-carbono en agregados; prácticas de labranza; manejo de residuos agrícolas; rotación de cultivos.*

POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO ORGÁNICO EN AGREGADOS DE TEPETATES: SÍNTESIS DE EXPERIMENTOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

Velázquez, A.^{1*}

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

*Autor responsable: almaver22@gmail.com

Resumen

Los tepetates, después de su habilitación, pueden ser usados para el establecimiento de cultivos agrícolas, tal como ha ocurrido en el pasado. Para la caracterización del tepetate en su potencial de formación de suelo como sustrato de la agricultura, se han desarrollado una serie de experimentos bajo condiciones controladas (invernadero), con enfoques orientados a conocer la estabilidad estructural de los agregados (en seco y en húmedo) y los cementantes asociados, particularmente la materia orgánica (carbono). Bajo el concepto de equivalencia ambiental que permite establecer relaciones funcionales entre la estabilidad de los agregados y la distribución del carbono orgánico en éstos, se analizan los experimentos realizados en México y sus resultados, para el establecimiento de síntesis asociadas al potencial de captura de carbono orgánico en agregados, evaluado indirectamente por la estabilidad estructural de los mismos y el carbono orgánico total asociado. Los experimentos analizados son de corto plazo (generalmente menor o igual a dos años), por lo que resulta difícil establecer patrones de acumulación de carbono o estabilidad a largo plazo. No obstante, usando como referencia mediciones de largo plazo en tepetates cultivados en campo, se presenta una síntesis esquemática del potencial de secuestro de carbono en tepetates y se definen los requerimientos de experimentos para caracterizarlo.

Palabras clave: *agregados y fragmentos; estabilidad estructural; equivalencia ambiental; requerimientos experimentales; largo plazo.*

CARBONO ORGÁNICO INERTE DE LOS SUELOS ESTIMADO USANDO ESTRATO SECUENCIAS

Acosta, M.^{1*}; Paz, F.²; Etchevers, J.³

¹ Campo Experimental Valle de México, INIFAP Estado de México

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

³ Laboratorio de Fertilidad de Suelos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México

*Autor responsable: acosta.miguel@inifap.gob.mx

Resumen

Para parametrizar el modelo de la dinámica del carbono orgánico de los suelos (COS) denominado COLPOS, se usó de estrato-secuencias para la estimación del compartimento del carbono orgánico inerte (COI). Las estrato-secuencias consisten en la distribución del COS en perfiles de suelo con diferentes usos del suelo o prácticas de manejo, referenciadas a un uso del suelo primario. Modelando la distribución vertical del suelo en los perfiles, se pueden usar los parámetros de las funciones matemáticas usadas para estimar el COI. En este trabajo se analiza la propuesta de estrato secuencias en perfiles de suelos (acrisonles y luvisoles) asociados a diferentes usos de suelo en las regiones Mazateca, Mixe y Cuicateca de Oaxaca. Los resultados obtenidos son compatibles con el esquema del modelo COLPOS para estimar el COI. Al final se discuten las implicaciones de las estimaciones en una perspectiva de estabilidad del COS a largo y corto plazo, en una perspectiva del potencial de secuestro y pérdida de carbono en el suelo.

Palabras clave: *regiones Mazateca, Mixe y Cuicateca; acrisoles y luvisoles; potencial de secuestro de carbono; modelo COLPOS.*

EL MANEJO DEL SUELO EN LA CONSERVACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO

Zamora-Morales, B.P.^{1*}; Mendoza-Cariño M.²; Guerrero-Ibarra M.P.³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Av. Progreso Núm. 5 C.P. 04110 Coyoacán, Ciudad de México

² Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Batalla 5 de mayo S/N esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, Ciudad de México. C.P. 09230

³ Universidad Autónoma Metropolitana. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México

*Autor responsable: zamora.patricia@inifap.gob.mx

Resumen

Debido a que el carbono orgánico del suelo se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, y en su contenido incide el manejo del suelo, se han desarrollado diversas prácticas que favorecen su almacenamiento, en los sectores agropecuario y forestal del país. Sin embargo, se requiere de la instrumentación de políticas públicas, que beneficien la adopción y promoción de dichas prácticas y que, a la vez, faciliten el cumplimiento de los compromisos que ha adquirido México a nivel nacional e internacional, para minimizar sus emisiones GEI. El objetivo de este trabajo fue contribuir al análisis y sistematización de información generada para los subsectores agropecuario y forestal en materia del almacenamiento e incremento del carbono orgánico en el suelo (COS). Los resultados obtenidos apoyan el diseño de política pública en favor del desarrollo y adopción de prácticas de manejo del suelo en los sectores agrícola, pecuario y forestal del país; que permita favorecer la captura, el almacenamiento e incremento del COS, atendiendo las prioridades en torno a la generación de conocimiento y el desarrollo y transferencia de tecnologías.

Palabras clave: *carbono orgánico del suelo; gases de efecto invernadero; labranza de conservación; secuestro de carbono; usos del suelo.*

EL INIFAP EN EL ESTUDIO DE LA CONSERVACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO

Zamora-Morales, B.P.^{1*}; Mendoza-Cariño M.²; Guerrero-Ibarra M.P.³

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Av. Progreso Núm. 5 C.P. 04110 Coyoacán, Ciudad de México

² Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Batalla 5 de mayo S/N esquina Fuerte de Loreto, Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, Ciudad de México. C.P. 09230

³ Universidad Autónoma Metropolitana. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México

*Autor responsable: zamora.patricia@inifap.gob.mx

Resumen

La captura de carbono orgánico en el suelo y su relación con la mitigación de los efectos del cambio climático, es un tema que ha cobrado interés en México en los últimos años. En este contexto, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha contribuido significativamente, a través de la generación del conocimiento y en el desarrollo y transferencia de tecnología para los sectores agropecuario y forestal. El objetivo de este trabajo, fue hacer una revisión documental que permitiera identificar, organizar y sistematizar la información que el Instituto ha generado en materia de captura de carbono orgánico en suelo y sus efectos en la mitigación del cambio climático. A partir del acervo general, sobre tecnologías y componentes tecnológicos estudiados y documentados para un periodo de 1964-2015, se encontró que las áreas de mayor investigación se asocian a las prácticas de uso de suelo, principalmente, labranza tradicional y de conservación. Los resultados obtenidos permiten identificar vacíos de información y líneas de estudio, actuales y potenciales.

Palabras clave: *fertilidad; labranza de conservación; materia orgánica; prácticas de uso de suelo; secuestro de carbono.*



Simposio:
**Potencial de Secuestro de Carbono Orgánico
en los Suelos Agrícolas y Agostaderos de México**



En el marco del:
XLII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo
5 al 9 de marzo de 2018. Montecillo, Estado de México, México

“El suelo, elemento clave en la seguridad alimentaria”

