



Innovación y Suelos Sanos para el Desarrollo Sustentable

EDITORES |

Fernando Ayala-Niño |
Fernando López-Valdez |
Gabriela Medina-Pérez |
Nayelli Azucena Sigala-Aguilar |
Fabián Fernández-Luqueño |

ISBN: 978-607-9023-67-6





Nombres: Fernando Ayala-Niño, editor. | Fernando López-Valdez, editor. | Gabriela Medina Pérez, editor. | Nayelli Azucena Sigala Aguilar, editor. | Fabián Fernández-Luqueño, editor.

Título: Innovación y Suelos Sanos para el Desarrollo Sustentable / Fernando Ayala-Niño, Fernando López-Valdez, Gabriela Medina Pérez, Nayelli Azucena Sigala Aguilar, Fabián Fernández-Luqueño, editores-compiladores.

Descripción: Primera Edición Digital. | Saltillo, Coahuila de Zaragoza. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-Unidad Saltillo), 2022.

Identificadores: ISBN Digital 978-607-9023-67-6

Temas: Diagnóstico, metodología y evaluación del recurso suelo – Relación Suelo-clima-biota – Aprovechamiento del recurso suelo – Educación y asistencia técnica – Ciencias de frontera y multidisciplinarias en suelo.

Los manuscritos incluidos en este libro fueron arbitrados por pares académicos a solicitud del Comité Científico y Editorial del Comité Organizador del 46 Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. El contenido o información vertida son responsabilidad exclusiva de cada autor.



Primera Edición: 978-607-9023-67-6

D. R. ©1st Edition

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N. Cinvestav, 2022

Publisher

Cinvestav

A.V. I.P.N. 2508

07360, Ciudad de México, México.

Esta edición y sus características son propiedad del CINVESTAV. Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

La versión electrónica de este libro es gratuita. Disponible en la página de la SMCS y del CINVESTAV: <https://46cnscs.cinvestav.mx>

Diseño y formación: Editores

Hecho en México

CONCENTRACION DE NUTRIENTES FOLIARES	
Laura Raquel Orozco Meléndez; Raquel Cano Medrano; Ofelia Adriana Hernández-Rodríguez; O. Cruz-Alvarez; Angélica Anahí Acevedo Barrera; Rafael Ángel Parra Quezada; Damaris Leopoldina Ojeda Barrios	... 414
CONTENIDO DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO BAJO DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD EN EL SUELO	
Luz María Rulz Machuca; Enrique Alonso Zuñiga; Joel Pineda Pineda; Alessandro Reinaldo Zabotto; Rafael dos Santos Lima, Edilson Ramos Gomes, Fernando Droetto	... 419
IMPLEMENTACIÓN DE ABONO ORGÁNICO EN CULTIVO SUSTENTABLE DE PALMA CAMEDOR (<i>Chamaedorea elegans</i>)	
Cristina Carmona Méndez; Neira Sánchez Zarate; Yovani López González	... 424
EFFECT OF WATER DEFICIT ON SOLUBLE PROTEIN AND AMINO ACID CONTENT IN <i>Sorghum bicolor</i> PLANTS COLONIZED WITH DIFFERENT MYCORRHIZAL INOCULUM	
María Karina Manzo Valencia; Víctor Olalde Portugal; Armando Guerrero Rangel; Argel Gastélum-Arellánez; Silvia Edith Valdés Rodríguez	... 429
BIOFILMS: CONCEPTO, DESARROLLO E IMPORTANCIA EN EL MANTENIMIENTO DE LAS FUNCIONES DEL SUELO	
Tania González-Vargas	... 436
ATRIBUTOS FUNCIONALES DE LOS HMA Y LOS HESO EN <i>Eugenia winzerlingii</i>, EN LA SELVA BAJA INUNDABLE DE CALAKMUL.	
Yuriko Pilar Cruz Koizumi; Francisco Javier Álvarez Sánchez; Alejandro Morón Ríos; Noé Manuel Montaña Arias; Alejandro Alarcón	... 442
EFFECTO DEL TIPO DE ACOLCHADO EN LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN COLIFLOR	
Omar García-Tavares; Isabel Escobosa-García; Blancka Yesenia Samaniego-Gámez; Raúl Enrique Valle-Gough; Juan Carlos Vázquez-Angulo; Fidel Núñez-Ramírez	... 448
EFFECTO DE AGRICULTURA EN CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA DE SUELOS EN EL NORTE DE CHIHUAHUA	
Gabriela Mendoza Carreón; Juan Pedro Flores Margez	... 453
COMPOSTAJE DE LODOS RESIDUALES PARA MEJORAR LOS SUELOS CON BASE EN INDICADORES MICROBIOLÓGICOS	
Juan Pedro Flores Margez; Evelyn Michelle Almedo Olivas; Miguel Angel Hidrogo Cardona; María Paula Torres de la O	... 458
USO SUSTENTABLE DE COMPOSTA DE PLUMAS DE AVE Y BACTERIAS PGPR PARA EL CULTIVO DE MAÍZ AZUL	
María Guadalupe Onofre-Gallegos; Moisés G. Carcaño-Montiel; Leticia Gómez-Velázquez; Enrique Hipólito-Romero; Edith Chávez Bravo; José Santos Hernández; Lucía López-Reyes	... 464
EFFECTOS DE HERBÍVOROS SOBRE LA COMPETENCIA DE PLANTAS A TRAVÉS DE FEEDBACKS PLANTA-SUELO	
Eduardo Medina-Roldán	... 469



EFFECTO DE AGRICULTURA EN CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA DE SUELOS EN EL NORTE DE CHIHUAHUA

453

Gabriela Mendoza Carreón¹; Juan Pedro Flores Margez¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Av. Benjamin Franklin No. 4650, Zona PRONAF, CP 32315. Ciudad Juárez, México. juflores@uacj.mx

RESUMEN

La Materia orgánica (MO) del suelo contiene la mayoría de los nutrientes disponibles para las plantas de suelo, haciéndola un factor importante para las funciones ecosistémicas y productividad agrícola. Es un factor que puede ser fuertemente afectado por las actividades agrícolas, por lo que el presente estudio buscó analizar como la agricultura ha afectado el contenido de MO del suelo. Para hacerlo se analizaron suelos de parcelas agrícolas y zonas adyacentes a ellas con vegetación natural de matorral desértico en cinco sitios del Norte de Chihuahua. Se midió la MO y al comparar suelos agrícolas con suelos naturales se encontró que hay diferencias significativas en el contenido de MO, siendo mayor en suelos que los suelos naturales. Esta diferencia no se observó en todos los sitios estudiados y se asume que la inconsistencia es por la entrada de MO adicional en las parcelas agrícolas de los sitios en los que sí se encontró diferencias significativas, y una mayor cobertura vegetal en suelos naturales de los sitios en los que no se encontró diferencia significativa. Se observó una salinidad mayor y alcalinidad menor en suelos agrícolas en comparación a los naturales, con inconsistencias similares a MO analizando los sitios individualmente.

PALABRAS CLAVE: *Calidad de suelo; efecto de agricultura; impacto en suelo; suelos áridos.*

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica (MO) del suelo es un componente que participa en diferentes procesos ecosistémicos. La cantidad de MO presente en suelos es el resultado de la entrada de materiales orgánicos y su descomposición en el suelo (Spain *et al.*, 1983). La disponibilidad de nutrientes en el suelo es un indicador de la calidad de suelo, y estando contenidos principalmente en la MO, ésta es un factor importante en la calidad del suelo que indica la capacidad del suelo de mantener funciones ecosistémicas y de productividad agrícola, definiendo la fertilidad y estructura del suelo (Arshad y Martin, 2002). El clima es posiblemente el factor más importante que controla la MO en suelos, debido a la fuerte influencia que tiene sobre la productividad de la vegetación, la principal fuente de MO, y el nivel de actividad de descomposición (Spain *et al.*, 1983).

En desiertos donde la vegetación tiende a ser escasa, la fuente de MO es limitada, tanto la producción aérea, como la disponibilidad de raíces para descomposición, ya que, por la dificultad de acumular biomasa, es un bajo porcentaje el que se pierde para descomposición anualmente, y las condiciones climáticas no favorecen la actividad microbiana y descomposición por la escasez de agua (Klemmedson, 1983). Aunado a esto, no solo la



Innovación y Suelos Sanos para el Desarrollo Sustentable



cantidad de materia orgánica es importante, sino la calidad de la misma en determinar la disponibilidad de nutrientes, ya que el material vegetal se divide en fracciones recalcitrantes que son difíciles de descomponer, y las fracciones lábiles formadas por componentes dinámicos de rápida descomposición (Oyonarte *et al.*, 2007).

La agricultura afecta componentes ecosistémicos en sus diversas actividades (Jangid *et al.*, 2011), incluyendo la cantidad y calidad de la hojarasca que entra al suelo como fuente de MO (Wang *et al.*, 2018). El impacto de la agricultura puede diferir de un ecosistema a otro, y mientras se sabe que promueve procesos de desertificación, al evaluar características particulares del suelo como la MO, se ha encontrado que mientras en regiones templadas la agricultura disminuye la cantidad de MO del suelo, no es afectada en climas tropicales, y en regiones áridas se ha encontrado mayor MO en suelos agrícolas que en suelos naturales (Trivedi *et al.*, 2016). Aunado a esto, la salinidad medida indirectamente con la conductividad eléctrica (C.E.) es un problema común asociado a la irrigación en suelos áridos (Corwin y Lesch, 2005), y el pH es fuertemente influenciado por el uso de enmiendas (Heinze *et al.*, 2010), ambas propiedades directamente asociadas a MO en suelos. El presente estudio busca determinar el contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica y pH en suelos agrícolas y zonas adyacentes con vegetación natural de matorral desértico para analizar el efecto de la agricultura sobre la materia orgánica en suelos áridos del Norte de Chihuahua.

MATERIALES Y METODOS

Sitio de estudio. La zona norte del estado de Chihuahua tiene un clima árido con vegetación predominante de matorral desértico micrófilo. Rosetófilo y crasicuales, pastizales desérticos y vegetación halófila (INEGI, 2019). Debido al clima árido, la agricultura de la zona es principalmente de riego. Se estudiaron cinco sitios de muestreo: Valle de Juárez, Samalayuca, Colonia Victoria, Ascensión y Casas Grandes. En cada sitio se eligieron tres parcelas agrícolas adyacentes a zonas naturales y se tomaron muestras de suelos agrícolas y de suelos naturales. Las parcelas muestreadas tienen cultivos de alfalfa, nogal y chile jalapeño, mientras las zonas naturales tienen una vegetación predominante de matorrales de mezquite (*Prosopis sp.*) y/o gobernadora (*Larrea tridentata*). Se tomaron tres muestras de cada una de las 15 parcelas agrícolas y 15 zonas naturales adyacentes, sumando 90 muestras. Cada muestra se tomó extrayendo núcleos de suelo en un diámetro de 3 m, utilizando una barrenade 12.5 cm de diámetro a 20 cm de profundidad. Los núcleos se mezclaron para obtener una muestra compuesta de 1 kg. Se extendieron las muestras para secar a temperatura ambiente en un cuarto cerrado durante 30 días, se pasaron por tamiz de 2 mm y se guardaron en bolsas de plástico para su posterior análisis. Se siguió el método de Walkley-Black, por medio de la disolución en dicromato de potasio y posterior digestión con ácido sulfúrico, seguido de la valoración con sulfato ferroso (SEMARNAT, 2002). Se midió la conductividad eléctrica en suspensiones 1:5 de suelo:agua destilada con un conductímetro (HANNA HI2300), y el pH en suspensiones 1:2 de suelo:agua con un pHmetro (HANNA HI122) Se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y homocedasticidad de Fligner-Killeen sobre los datos. Se utilizó la transformación Box-Cox para cumplir con supuestos de normalidad y se realizaron pruebas de t para comparar



suelos agrícolas y suelos naturales del total de las muestras, y dentro de cada sitio. Se realizaron análisis de varianza de una vía para comparar los cinco sitios de muestreo. Los datos fueron analizados en el software R-statistics (R Core Team, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos muestreados presentan un porcentaje promedio de MO de 1.333 (± 0.092), los cuales son considerados en la NOM-021-RECNAT-2000, como suelos con un bajo contenido de materia orgánica (SEMARNAT, 2002). Cuando separamos las muestras, los suelos agrícolas tienen un porcentaje de MO de 1.605 (± 0.98), y los suelos naturales de 1.061% (± 0.65), clasificándolos respecto a la norma en suelos con medio y bajo contenido de materia orgánica respectivamente. Se encontró una diferencia significativa ($p=0.0015$) al comparar los suelos agrícolas con los suelos naturales. Uno de los efectos del aprovechamiento agrícola es que disminuye la calidad del suelo (Islam y Weil, 2000).

El contenido de MO disminuye con las actividades agrícolas, pero en ecosistemas desérticos la MO es mayor en las zonas agrícolas que en las naturales (Trivedi *et al.*, 2016), lo cual coincide con los resultados encontrados. Al separar los resultados y hacer la comparación de suelos agrícolas y suelos naturales por sitio de estudio (cuadro 1), se encontró que en Valle de Juárez ($p=0.001$) y en Samalayuca ($p=0.0002$), la MO era significativamente menor los suelos naturales bajo vegetación de matorral, pero esta diferencia no se mantuvo para los sitios de Colonia Victoria, Ascensión y Casas Grandes ($p>0.05$). En Colonia Victoria y en Ascensión se encontró una media mayor de MO en los suelos naturales, aunque la diferencia no fue significativa. La irrigación en la agricultura es un fuerte factor que afecta diferentes características del suelo, incluyendo materia orgánica, ya que acelera los procesos de descomposición y aumenta la actividad microbiana. Esta actividad hace que incluso las fracciones recalcitrantes de la hojarasca y ramas que entran al suelo se descompongan más fácilmente (Arroita *et al.*, 2016).

La irrigación con aguas tratadas en Valle de Juárez con aguas tratadas y la alta presencia de estiércol de caballo en Samalayuca puede ser la razón por la cual la diferencia de MO entre suelos agrícolas y naturales es más acentuada en estos sitios, mientras en otros sitios no se observó una entrada secundaria de materia orgánica, y en Colonia Victoria tienen actividades de deshierbe en parcelas agrícolas, lo cual disminuye la entrada de MO al suelo. Aunado a esto, en suelos naturales de Entronque, Ascensión y Casas Grandes se observó una mayor cobertura vegetal que en los otros sitios. Se compararon los suelos naturales entre los sitios y se encontró una diferencia significativa entre ellos ($p=0.0027$), siendo Valle de Juárez y Samalayuca los que tienen el menor contenido de MO, apoyando los resultados anteriores de los únicos sitios para los que se encontró una diferencia significativa entre los suelos naturales y agrícolas. Al comparar los suelos agrícolas entre los sitios también se encontró una diferencia significativa ($p=4.05 \times 10^{-5}$), con Samalayuca el sitio con mayor contenido de MO, y Valle de Juárez el tercero, observando. Colonia Victoria y Ascensión son los sitios con menor MO en suelos agrícolas.

La C.E. promedio en suelos del matorral natural es de 0.838 dS m^{-1} (± 0.05), que es significativamente menor ($p=0.00034$) que la de suelos agrícolas, de 2.77 dS m^{-1} (± 0.52),

donde la constante irrigación y el uso de algunos fertilizantes aumenta el contenido de sales del suelo.

Las comparaciones por sitio resultaron con diferencias significativas solo en Valle de Juárez, Samalayuca y Colonia Victoria (Cuadro 2), pero no en Ascensión y Casas Grandes, donde las lluvias son más abundantes en suelos naturales, reduciendo la irrigación de los suelos agrícolas. El pH promedio de suelos naturales es de 8.53 (± 0.05), ligeramente mayores ($p=0.028$) que en suelos agrícolas (8.35 ± 0.07), ya que el uso de ciertas enmiendas puede reducir el pH (Heinze *et al.*, 2010). Esta diferencia se puede observar en Valle de Juárez, Colonia Victoria y Casas Grandes, pero no en Samalayuca y Ascensión.

Cuadro 1. Valores medios y error estándar de porcentaje de Materia Orgánica para suelos en matorral natural y suelos agrícolas por sitio de estudio, clasificación por contenido de materia orgánica (NOM-021-SEMARNAT-2000) y valor de p de la prueba de t para comparación de medias.

	Valle de Juárez	Samalayuca	Colonia Victoria	Ascensión	Casas Grandes
Matorral	0.48 (± 0.11)	0.91 (± 0.19)	1.24 (± 0.15)	1.12 (± 0.17)	1.56 (± 0.28)
Clasificación	Muy bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
Agrícola	1.29 (± 0.18)	2.97 (± 0.39)	1.13 (± 0.15)	1.06 (± 0.20)	1.57 (± 0.20)
Clasificación	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio
valor de p	0.001	0.0002	0.715	0.722	0.876

Cuadro 2. Valores medios y error estándar de porcentaje de Conductividad eléctrica (C.E.) y pH para suelos en matorral natural y suelos agrícolas por sitio de estudio.

	Valle de Juárez	Samalayuca	Colonia Victoria	Ascensión	Casas Grandes
C.E. (dS/m)					
Matorral	0.45(± 0.03)b	1.12 (± 0.02)b	0.79 (± 0.02)b	0.97 (± 0.12)	0.86 (± 0.16)
Agrícola	1.19(± 0.06)a	7.71 (± 1.71)a	2.90(± 0.48)a	1.21 (± 0.14)	0.84 (± 0.06)
pH					
Matorral	8.85 (± 0.02)a	8.08 (± 0.04)	8.71 (± 0.01)a	8.65 (± 0.08)b	8.38 (± 0.09)a
Agrícola	8.26 (± 0.09)b	7.91 (± 0.12)	8.60 (± 0.03)b	8.93 (± 0.06)a	8.07 (± 0.08)b

Las letras a y b se presentan donde la comparación de medias de matorral con agrícola presenta diferencias significativas ($p<0.05$).

CONCLUSIONES

Los suelos estudiados presentan un mayor contenido de materia orgánica en suelos agrícolas que en suelos en sitios con vegetación natural. Esta tendencia no se mantiene en todos los sitios representados, ya que en Valle de Juárez y Samalayuca si hay un aumento de MO en las parcelas agrícolas en comparación con suelos naturales, pero en Colonia

Victoria, Ascensión y Casas Grandes no se encontró una diferencia en el contenido de MO de suelos agrícolas y naturales. Se encontró que la C.E. fue mayor en suelos agrícolas, y el pH fue mayor en suelos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroita, M., Causapé, J., Comín, F. A., Diez, J., Jimenez, J. J., Lacarta, J., ... & Eloşegi, A. (2013). Irrigation agriculture affects organic matter decomposition in semi-arid terrestrial and aquatic ecosystems. *Journal of hazardous materials*, 263, 139-145.
- Arshad, M. A., & Martin, S. (2002). Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 88(2), 153-160.
- Corwin, D. L., & Lesch, S. M. (2005). Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 46(1-3), 11-43.
- Heinze, S., Raupp, J., & Joergensen, R. G. (2010). Effects of fertilizer and spatial heterogeneity in soil pH on microbial biomass indices in a long-term field trial of organic agriculture. *Plant and Soil*, 328(1), 203-215.
- INEGI. 2019. Mapa de uso de suelo. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/ususuelo/>
- Islam, K. R., y Weil, R.R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 79(1), 9-16
- Jangid, K., Williams, M. A., Franzluebbers, A. J., Schmidt, T. M., Coleman, D. C., & Whitman, W. B. (2011). Land-use history has a stronger impact on soil microbial community composition than aboveground vegetation and soil properties. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(10), 2184-2193.
- Klemmedson, J. O. (1989). Soil organic matter in arid and semiarid ecosystems: Sources, accumulation, and distribution. *Arid Land Research and Management*, 3(2), 99-114.
- Oyonarte, C., Mingorance, M. D., Durante, P., Piñero, G., & Barahona, E. (2007). Indicators of change in the organic matter in arid soils. *Science of the Total Environment*, 378(1-2), 133-137.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SEMARNAT (31 de diciembre de 2002). Norma oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Nación.
- Spain, A. V., Isbell, R. F., y Probert, M. E. (1983). Soil organic matter. *Soils: an Australian viewpoint*, 551-563.
- Trivedi, P., Delgado-Baquerizo, M., Anderson, I. C. y Singh, B. K. (2016). Response of soil properties and microbial communities to agriculture: implications for primary productivity and soil health indicators. *Frontiers in Plant Science*, 7, 990.
- Wang, Q., Li, F., Rong, X. y Fan, Z. (2018). Plant-soil properties associated with nitrogen mineralization: effect of conversion of natural secondary forests to Larch plantations in a headwater catchment in Northeast China. *Forests*, 9(7), 386.

