



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2021; 3:1-17. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2021.10>
Artículo original. Recibido: 11/05/2021. Aceptado: 20/11/2021. Publicado: 28/12/2021. Clave: e2021-8.

La acumulación de materia orgánica mejora el suelo en un sistema agroforestal

The accumulation of organic matter improves the soil in an agroforestry system

Murray-Núñez Rafael^{1ID}, Orozco-Benítez Guadalupe^{2ID}, Flores-Vilchez Fernando^{*1ID}, Marceleno-Flores Susana^{1ID}, Nájera-González Oyolsi^{1ID}

¹Universidad Autónoma de Nayarit, Secretaría de Investigación y Posgrado. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, S/N, C.P. 63000. Nayarit, México. ²Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Nayarit, México. *Autor de Correspondencia: Flores-Vilchez Fernando. Secretaría de Investigación y Posgrado. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, S/N, C.P. 63000. Nayarit, México. E-mail: ramurray@uan.edu.mx, mgorozco@uan.edu.mx, vilchez@uan.edu.mx, susana.marceleno@uan.edu.mx, oyolsi@uan.edu.mx.

RESUMEN

El estudio consistió en analizar el contenido de materia orgánica (MO) en el suelo y los cambios ocurridos en algunas propiedades físicas. Se evaluaron propiedades del suelo, como son: propiedades hidrofísicas, humedad, densidad aparente (Da), porosidad total y la capacidad de campo (CC). En los años 2012 y 2021 se describieron muestras en campo como el color y el tipo de estructura; en laboratorio se determinó la composición mecánica presentando una textura franco arcilloso arenoso (arena 48.5%, limo 25.1% y arcilla 26.4%), pH 6.4, MO 1.4%, Da 1.4 g cm⁻³ y CC 22.3%. Las muestras se tomaron a una profundidad de 0 a 20 cm. Se analizaron 30 muestras, el suelo se clasificó como Antrosoles y los resultados presentan un horizonte A poco definido que presenta bloques de grandes a medianos característicos de un horizonte B; ese suelo fue alojado hace más de 23 años, con uso agrícola prolongado y posteriormente con uso agroforestal y en la actualidad como huerto orgánico, el cual presenta un contenido de Carbono de 0.84% que representa un bajo contenido en carbono. Estos suelos se han conservado con una cobertura, concluyendo que el contenido de carbono no aumentó en 10 años de implantado el sistema agroforestal.

Palabras clave: suelos, carbono, propiedades físicas.

ABSTRACT

The study consisted of analyzing the content of organic matter (OM) in the soil and the changes that occurred in some physical properties. Soil properties such as hydrophysical properties, moisture, bulk density (Da), total porosity and field capacity (CC) were evaluated. Between the years (2012 to 2021), the samples were described in the field as the color and type of structure in the laboratory, the mechanical composition was determined presenting a sandy clay loam texture (sand 48.5%, silt 25.1% and clay 26.4%), pH 6.4, MO 1.4%, Da 1.4 g cm⁻³ and CC 22.3%. The soil was classified as Anthrosols, and samples were taken at a depth of 0 to 20 cm. Thirty samples were analyzed, and the results show a poorly defined A horizon that presents large to medium blocks characteristic of a B horizon, this soil was hosted more than 23 years ago, with prolonged agricultural use and later with agroforestry use at present as an organic orchard, which has a low carbon content of 0.84%, these soils have been preserved with vegetation cover, concluding that the carbon content has not led to soil improvement in 10 years of implantation of the agroforestry system.

Keywords: soils, carbon, physical properties.



INTRODUCCIÓN

El suelo es fundamental en el ecosistema agroforestal con características químicas, físicas, y biológicas las cuales intervienen en su fertilidad, y determinan sus propiedades, y los cambios que ocurren a través, de la influencia del cambio de uso de la tierra. El uso intensivo de los suelos provoca cambios en sus propiedades físicas afectando la capacidad productiva sobre la vegetación y su uso para la agricultura de forma intensiva (Hernández *et al.*, 2004, 2006).

Las características físicas que intervienen sobre la estructura del suelo son la profundidad del espacio cultivable enraizable, la capacidad de agua útil, drenaje y contenido de aire en los poros; estas propiedades, en similares situaciones climáticas, son las causantes principales del cambio en la composición de la vegetación agroforestal (Murray *et al.*, 2011).

El objetivo de la agroforestería es regenerar el suelo, mantener la productividad mediante una conducción planificada, sistematizando el impacto sobre el ambiente (Shibu, 2009). En este contexto, conocer la atribución de las especies arbóreas a través de la acumulación de hojarasca, sobre la estructura de los suelos resulta importante para su utilización en proyectos de recuperación de superficies degradadas o en el manejo de los sistemas agroforestales tienden a la sostenibilidad del entorno (Castellanos & León 2011). La relación materia orgánica con la densidad aparente se ve manifestada en su estructura del suelo, está se ve mejorada en la medida que el suelo que presenta una cobertura de aportes importantes de hojarasca lo suficiente para poder transformar algunas propiedades químicas, físicas, y biológicas del suelo mediante un aumento de la materia orgánica sobre la superficie y lo suficiente para llegar al subsuelo (Murray *et al.*, 2011).

Teniendo en cuenta que el contenido en el suelo de materia orgánica y algunas propiedades físicas son de utilidad en la detección de cambios en la textura, estructura y composición mecánica de los suelos Antrosoles (Murray *et al.*, 2014 b), transformados a un sistema agroforestal y ahora con un sistema agrícola, este trabajo tiene por objetivo de investigar el contenido de la materia orgánica (MO) de un suelo bajo un sistema agrícola y los cambios ocurridos en las propiedades físicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área seleccionada para este trabajo se encuentra en el campus de la Universidad Autónoma de Nayarit. Este sitio se ubica en un ambiente morfológico caracterizado por laderas del volcán San Juan, agrupado por complejos asociados a los volcanes y relieves del cerro pre-San Juan, además de lomeríos cubiertos por materiales piroclastos, brecha volcánica y toba ácida asociados a las estructuras volcánicas anteriores. El ambiente caracterizado por dos paisajes deposicionales: el piedemonte se asocia a las estructuras



volcánicas del San Juan y a procesos mixtos coluvio-aluviales; en las planicies, segundo dominan los procesos de acumulación.

Para determinar el contenido de materia orgánica (Mo); la composición mecánica (textura) del suelo fue por el método de Bouyoucos y pH del suelo (medido en agua), para estos métodos mencionados se basaron en la norma oficial mexicana [NOM 021 RECNAT 2000](#); densidad real (Dr), densidad aparente (Da), picnómetro; por la técnica del cilindro; porosidad total (Pt), mediante la fórmula $Pt=(1-(Da/Dr)\times 100)$ y la capacidad de campo (CC), porosidad aireación (Pa), por cálculo a partir de la porosidad total (Pt), menos la capacidad de campo (CC), infiltración por el método de doble anillo, para la clasificación del suelo se utilizó el [IUSS Workin Group WRB](#) (2014).

En relación a los análisis se utilizaron 30 muestras de suelo, tres muestras por año del (2012 a 2021), se hizo la Da a una profundidad de 0 a 30 cm por coincidir con los primeros horizontes del suelo, y por considerar las primeras capas del espesor del horizonte A de diagnóstico, así mismo dado que el horizonte más influenciado a consecuencia de la acumulación de la hojarasca que se deposita sobre él suelo ([Murray et al., 2011, 2014](#)). El diseño experimental considerado fue completamente aleatorio, los datos fueron estudiados mediante el procedimiento estándar ANOVA para el diseño estadístico de estudio con las variables MO y Da; se hizo una correlación y la comparación de medias $p<0.05$. En el análisis de varianza se utilizó el paquete SAS para mostrar si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos; se realizó el experimento de medias por el método de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el primer año de implantado el experimento (2012) se presentan en el cuadro 1. Se observa que la composición mecánica (CM) del sitio experimental, presenta una textura franco arcilloso arenoso (arena 48.4%, limo 25.2% y arcilla 26.3%) en el 2021, presenta los mismos resultados de CM, teniendo en cuenta a ([Murray et al., 2014](#)) que la textura requiere muchos años para poder modificarse, y han transcurrido un periodo corto de años para ver cambios, con un pH (6.4). El suelo está clasificado como Antrosoles, según [IUSS Workin Group WRB](#) (2014).

Cuadro 1. Composición mecánica y clase textural del perfil estudiado del 2012 a 2021

Horizonte.	Prof. cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
A _{1p}	0 – 3	48.5	25.1	26.4	Franco arcillo arenoso
B _{1p}	3 – 20	48.5	25.1	26.4	Franco arcillo arenoso

Los valores obtenidos de la densidad real del suelo no mostraron variación en los 10 años estudiados, se obtuvo un valor promedio de $2.60 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. El suelo presenta un contenido MO 1.4% y valores de 0.84 CO que se pueden considerar como bajos con base a la [Nom 021 RECNAT 2000](#), Da $1.4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y CC 22.3%, (Cuadro 2).

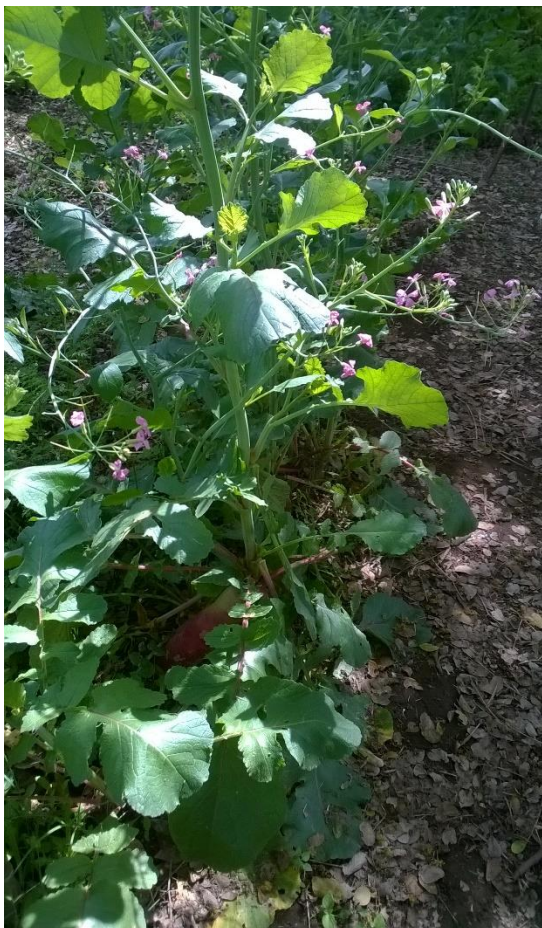


Figura 1. Planta de rábano



Figura 2. Planta de brócoli

En las figuras 1 y 2 se aprecia del pobre desarrollo de las hortalizas, por ser un suelo podre en MO, presentando bloques compactos.

Cuadro 2. Determinación física del suelo estudiado en los primeros 20 cm del 2012 a 2021

Año	MO %	Da g·cm ⁻³	Pt%	CC %	Pa%	Infiltración mm/h
2012-2021	1.4	1.4	45	22.3	20.8	12.0

MO=materia orgánica; Da=densidad aparente; Pt= porosidad total; CC=capacidad de campo; Pa= porosidad de aireación.

En consecuencia, el contenido de la MO obtenido del suelo del horizonte A, ha influido muy poco sobre la densidad aparente, incluyendo además el espacio ocupado por el aire, dado que sus mediciones están relacionadas con la porosidad total y por la estructura del suelo de bloques subangulares de medianos a grandes. Lo que concuerda también con [Murray et al., \(2010\)](#) los cuales encontraron una correlación entre el contenido de MO edáfica y la Da.



Se determinó la humedad equivalente a la CC, dando valores de 22.3% así como velocidad de infiltración de 12.0 mm/h, la cual puede considerarse como buena, pero a su vez, presentando valores muy bajos de microporosidad, exhibiendo una capa de arcilla que no deja filtrar el agua a capas más profundas del subsuelo.



Figura 3. Se observan los bloques



Figura 4. Hortalizas del experimento

El sistema experimental presenta bloques de grandes a medianos característicos de un horizonte B, presentado un horizonte A, poco definido, este Antrosol fue alojado hace más de 23 años y ahora con un sistema agroforestal, el cual no presenta un contenido de carbono orgánico que pueda modificar las estructuras del suelo, contenido de C de 0.84% que se considera bajo en carbono, estos son suelos que se conservaron con una cobertura de pastizales dentro del sistema agroforestal, ver figuras 3 y 4.

CONCLUSIÓN

Con los valores obtenidos, se demuestra que la estructura del suelo no se modificó, presenta un horizonte A poco desarrollado después de implantado el sistema agroforestal, con más de 10 años, sobre todo, si son suelos trasladados, y estos fueron alojados como rellenos (Antrosoles), el suelo presenta un horizonte B (0 a 30) cm. En la superficie, se aprecia que no se desarrolló un horizonte orgánico, y esto ocasiona que no, se desarrolle un horizonte A, a mediano plazo, y el aporte de la materia orgánica es muy poca para modificar las propiedades físicas de los suelos, la degradación física del suelo, ocurre en suelos con mucha arena y limo y poco carbono orgánico, con un horizonte B de bloques angulares de medianos a grandes, el contenido de carbono no aumentó en estos años de implantado el sistema agroforestal lo que significa que este suelo se estabilizó con la poca materia orgánica que retuvo. En síntesis, los aportes de



materia orgánica y de nutrientes derivados de la descomposición de la hojarasca, no ha llevado, al mejoramiento del suelo del sistema agroforestal.

LITERATURA CITADA

CASTELLANOS BJ, León PJD. 2011. Descomposición de hojarasca y liberación de nutrientes en plantaciones de *Acacia mangium* (Mimosaceae) establecidas en suelos degradados de Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 59 (1):113-128. ISSN: 0034-7744.

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-7442011000100009&lng=en&tlng=es

HERNÁNDEZ A, Ascanio MO, Cabrera A, Morales M, Medina N. 2004. Problemas Actuales de Clasificación de Suelos: énfasis en Cuba. Editorial Universidad de Veracruz, México. Pp. 221. ISBN: 978-968-834-638 9.

<http://libros.uv.mx/index.php/UV/catalog/book/TU126>

HERNÁNDEZ A, Ascanio MO, Morales M, Bojórquez JI, García NE, García D. 2006. Fundamentos de la formación del suelo, cambios globales y su manejo. Editorial Universidad Autónoma de Nayarit, México. Pp. 15-25. ISBN: 968-833-072-8.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LdIARhjVZN4C&oi=fnd&pg=PA11&dq=Hern#v=onepage&q&f=false>

IUSS, Working Group WRB. 2014. Base Referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos. FAO, ISRIC. Pp. 117. ISBN: 978-925-108-369-7.

<https://www.fao.org/publications/card/en/c/l3794ES/>

MURRAY NR, Bojórquez SJ, Hernández JA, Orozco MG, García JD, H. Ontiveros. 2010. Influencia de especies agroforestales sobre las propiedades físicas de un suelo Fluvisol Háplico de la llanura costera norte de Nayarit. V Reunión Nacional Sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles, Nayarit 2010. Pp. 22-27. ISBN: 978-607-7868-15-6.

<http://www.uamvz.uan.edu.mx/resources/memoriasvr.pdf>

MURRAY NR, Bojórquez SI, Hernández JA, Orozco BM, García JD, Ontiveros GH, Aguirre OJ. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*. 1(3): 27- 35. ISSN: 2007-3380.

<http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/17>

MURRAY NR, Orozco BM, Hernández A, Lemus C, Nájera GO. 2014. El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 8(1):23-31. ISSN: 0188789-0

<http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2014/enero/2.pdf>



MURRAY NR, Orozco BM, González RG, González CL. 2014b. La materia orgánica restaura las propiedades físicas de los suelos transportados para nivelar una superficie agrícola. *Revista Educateconciencia*. 4(5):155-162. ISSN: 2007-6347.

<http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/647/1/13%20La%20materia%20organica.pdf>

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación. Estudios de suelos, muestreo y análisis. Distrito Federal, México.

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

SHIBU J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems*. 76:1-10.

<https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>