

El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo

The agroforestry system modifies the organic matter content
and soil physical properties

Murray, R. M.;^{1*} Orozco, M. G.;¹
Hernández, A.;² Lemus, C.¹ y Nájera, O.¹

¹Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)
Ciudad de la Cultura, A. Nervo, Tepic, Nayarit, México.

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Carretera de Tapaste Km. 3,5

San José de Las Lajas, La Habana, Cuba.

*Correspondencia: ramurray_13@hotmail.com

Resumen

Se planteó analizar la dinámica del contenido de materia orgánica de un suelo, bajo un sistema agroforestal y los cambios ocurridos en las propiedades físicas. Este trabajo se llevó a cabo en un sistema agroforestal en la Llanura Costera Norte del estado de Nayarit, en el cual se evaluaron: contenido de materia orgánica (MO), humedad (W), densidad aparente (Da), porosidad total (Pt) y la capacidad de campo (CC). En el año 2005, se realizó un perfil del suelo y se caracterizó tanto en campo como en laboratorio, presentando una textura arcillosa (arena 29.20%, limo 18% y arcilla 52.80%), pH medio (7), MO 0.51%, capacidad de intercambio catiónico (CIC) 24 cmol/kg, Da 1.40 g cm⁻³ y CC24.3%. El suelo se clasificó como Cambisol vértico flúvico (éutrico, arcilloso); se tomaron muestras a una profundidad de 0-20 cm por coincidir con el espesor del horizonte A del suelo, considerando que es el horizonte más influenciado a corto plazo por la hojarasca. Se dio un seguimiento de dos muestreos por año,

Abstract

The dynamics of organic matter content of a soil under an agroforestry system and the changes in physical properties were analyzed. This work was carried out in an agroforestry system in the Northern Coastal Plain of the state of Nayarit, in which content of organic matter (OM), moisture (W), bulk density (Bd), total porosity (Tp) and field capacity (Fc) were evaluated. In 2005 a soil profile was conducted and characterized in field and in the laboratory. It showed a clay texture of 29.20% sand, 18% silt and 52.80% clay, medium pH (7), OM 0.51%, cation exchange capacity (CEC) 24 cmol / kg, Bd 1.40 g cm⁻³ and Fc 24.30%. The soil was classified as Vertic Cambisol fluvic (eutric, clayting). Samples were taken at a depth of 0-20 cm to match the thickness of the soil in horizon A, considering that this horizon is more influenced by litter in short term. It was followed up by taking two samples per year until 2012. The most outstanding results in eight years from the beginning of the system indicate

hasta 2012; los resultados más sobresalientes a ocho años de implantado el sistema indican una disminución en la Da 1.19 g cm⁻³, un aumento en la MO 3.86%, Pt 58.20%, porosidad de aireación (Pa) 22.20% y en la CC 36%.

Palabras clave

Estructura del suelo, capacidad de campo, densidad aparente.

a decrease of 1.19 g cm⁻³ in Bd, an increase of 3.86% in OM, 58.20% in Tp, 22.20% in aeration porosity (Ap) and 36% in Fc.

Keywords

Soil structure, field capacity, bulk density.

Introducción

Las principales características físicas que influyen sobre la estructura del suelo son la profundidad del espacio enraizable, el régimen de humedad (capacidad de agua útil, drenaje) y del aire (macroporosidad). Estas últimas propiedades, en iguales condiciones climáticas, son las principales causantes del cambio en la composición de la vegetación agroforestal (Lal, 2000).

El uso irracional de los suelos provoca cambios en sus propiedades, pues llega a afectar la capacidad productiva a través de su influencia sobre la vegetación y tipos de usos posibles en la agricultura (Hernández *et al.*, 2004; 2006).

Lo anterior lleva a problemas de degradación de la estructura, compactación del suelo, aumento en la densidad de aparente (Da) y disminución de la porosidad. Uno de los grandes problemas que enfrentan los agricultores al laborear el suelo es la pérdida paulatina de MO del suelo (Crovetto, 1996; Martínez-Trinidad *et al.*, 2008).

Como resultado de esta situación, aumenta el factor de dispersión del suelo, aumenta la Da y la compactación, disminuye la porosidad, se reduce la superficie activa del suelo para la acción de las raíces en la toma de agua y nutrientes, disminuye la actividad biológica; y como consecuencia, los rendimientos son cada vez más bajos (Murray *et al.*, 2010 y 2011). Esta situación da lugar a que incremente el laboreo de suelos, el uso de fertilizantes y otros insumos. De esta forma, el modelo actual se va haciendo insostenible año tras año. Esto ocasiona disminución de las reservas orgánicas del suelo y trae como consecuencia, a corto plazo, una reducción del rendimiento potencial de los cultivos (Manna *et al.*, 2003).

Las pérdidas de carbono —como parte de la MO del suelo— no solamente tiene relación con la degradación que ocurre en las propiedades del suelo por la mineralización de la MO (sobre todo en los suelos tropicales), sino también con el problema del cambio climático (Hernández *et al.*, 2006).

El papel de la agroforestería es mejorar el suelo, mantener la productividad mediante un manejo planificado, racionalizando el impacto sobre el ambiente (Shibu, 2009). En este contexto, conocer la influencia de las especies arbóreas sobre la estructura de los suelos resulta importante para su utilización en proyectos de recuperación de áreas degradadas o en el manejo de sistemas que buscan la sostenibilidad (Montagnini *et al.*, 1994); a su vez, la relación Materia Orgánica (MO)-Densidad aparente (Da), en la ecuación

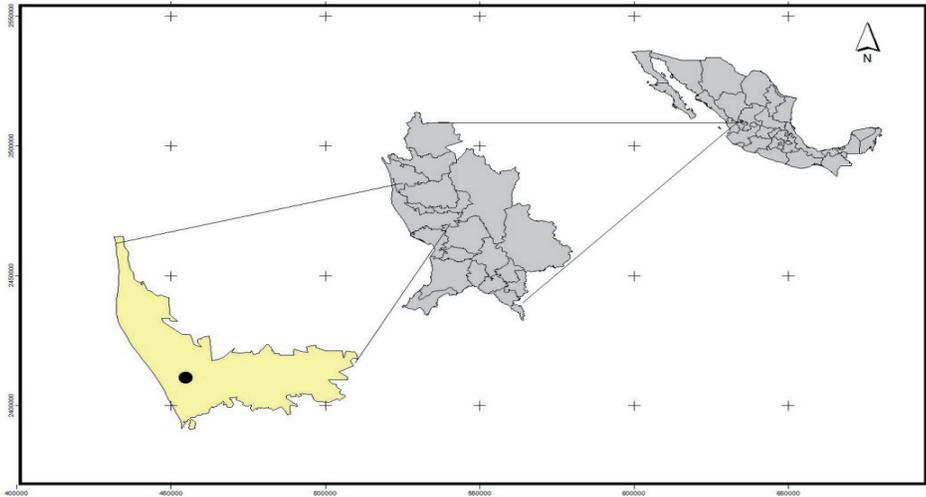
MO – Da = Estructura, se ve favorecida en la medida que los sistemas agroforestales tienen aportes anuales de hojarasca, exudados y biomasa radicular, suficiente para modificar algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mediante un incremento del contenido de materia orgánica en la superficie y en el subsuelo (Prause *et al.*, 2000).

Al considerar que las propiedades físicas son de interés en la detección de cambios en la estructura y composición de los suelos en un sistema agroforestal, y dada la importancia para el desarrollo agrícola-ganadero que representa la Llanura costera norte de Nayarit, este trabajo tiene por objetivo analizar el comportamiento de la materia orgánica de un suelo bajo un sistema agroforestal y los cambios ocurridos en algunas propiedades físicas durante ocho años.

Materiales y métodos

El sitio seleccionado para este trabajo, se localiza entre las coordenadas 21° 44' 47" N; 105° 20' 53" O; con una altitud de 8 msnm; la zona presenta un clima cálido subhúmedo ($Aw_1(w)$, de acuerdo con García (1989); con lluvias en verano (1,000-1,100 mm); temperatura promedio anual de 24.80°C y con un manto freático a 1.20 m (figura 1).

Figura 1
Área de estudio.



Fuente: Síntesis geográfica de Nayarit (INEGI, 2000).

El predio está ubicado geomorfológicamente en la llanura baja, con influencia fluvio-marina del delta del río Santiago (Bojórquez *et al.*, 2006), cuyo material de origen son sedimentos fluvio-marinos y el tiempo de formación Postholoceno (Contreras, 1988 y Curray *et al.*, 1969).

El sistema agroforestal fue establecido en el año 2004, con base de árboles maderables, amapa (*Tabebuia rosea* [Bertol.] DC.), caoba (*Swietenia macrophylla* King), cedro

(*Cedrela odorata* L.), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* [Jacq.] Griseb), melina (*Gmelina arborea* Roxb), paulonia (*Pawlonia tomentosa* [Thunb. Steud.]), primavera (*Tabebuia pentaphylla* L. Helmsl.) y teca (*Tectona grandis* F.).

El sistema agroforestal fue un lote mixto y correspondió a las especies forestales descritas y a cuatro arbustivas, las que se sembraron a una distancia de cuatro metros entre cada árbol. Este sistema fue utilizado para analizar la materia orgánica en el suelo, mediante la descomposición de las hojas que liberan nuevamente los nutrientes de las especies arbóreas, ocasionando la incorporación de materia orgánica. No se usó ningún tipo de cultivo; por lo tanto, no hubo cosechas anuales y tampoco se utilizó para pastoreo.

Se realizó la descripción del perfil a una profundidad de un metro. Se clasificaron según: la Unión Internacional de Ciencia del Suelo (IUSS), Base referencial mundial del recurso suelo Working Group (WRB, 2008), tomando una muestra por horizonte de diagnóstico, en el cual se hizo el análisis de infiltración edáfica por el método del doble anillo de Kostiakov (Fernández *et al.*, 1971).

Para la evaluación de la materia orgánica del suelo del sistema agroforestal, se eligieron diferentes especies de árboles maderables y se realizó una muestra compuesta del suelo. El análisis de las muestras consistió en determinar el contenido de materia orgánica (MO); pH (medido en agua); capacidad de intercambio catiónico (CIC) la textura por el método de Bouyoucos; densidad aparente (D_a), por el método del cilindro; densidad real (D_r), por picnómetro.

Estas técnicas mencionadas se basaron en la norma oficial mexicana NOM 021 RECNAT 2000; porosidad total (Pt), mediante la fórmula $Pt = (1 - (D_a/D_r) \times 100)$; capacidad de campo (CC) (Page *et al.*, 1982); porosidad aireación (Pa), por cálculo a partir de la porosidad total (Pt), menos la capacidad de campo (CC).

La toma de la muestra compuesta del suelo, se realizó cada seis meses para materia orgánica durante ocho años. Se muestreó la densidad aparente por triplicado de manera sistemática en cada repetición, a una profundidad de 0-20 cm por cada muestra compuesta experimental, por coincidir con el espesor del horizonte A del suelo (Prause *et al.*, 2000).

El monitoreo para la influencia positiva del sistema agroforestal se realizó bajo la copa de los árboles y entre las líneas de los árboles para el diseño experimental completamente aleatorio con dos repeticiones por año; los datos fueron analizados mediante procedimiento estándar ANOVA para un diseño estadístico con dos repeticiones, siendo las variables MO y D_a se hizo una correlación y la comparación de medias $p \leq 0.05$.

En el análisis de varianza se utilizó el paquete SAS para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos; se realizó la prueba de medias por Tukey.

Resultados

En los siguientes cuadros se presentan los resultados obtenidos del trabajo; en la descripción del perfil de referencia (cuadro 1), se observa que el horizonte A se perdió por el efecto de la agricultura intensiva; en el área de estudio se presentan bloques prismático a bloque subangulares, con pocos poros y compacto con una transición brusca.

Cuadro 1
Descripción del perfil del suelo estudiado
de la Llanura Costera Norte de Santiago Ixcuintla (Nayarit).

| <i>Horizonte</i> | <i>Prof., cm.</i> | <i>Descripción</i> |
|------------------|-------------------|---|
| A _{1p} | 0 – 15 | Color 7.5YR (5/1) gris en seco, 7.5YR(2.5/2) pardo oscuro en húmedo, franco arcilloso a arcilloso, con bloques prismáticos de 8 -10 que se desmenuzan en una estructura de bloques más pequeños (2-3 cm), con manchas de color pardo rojizo, seco en la superficie, pero por debajo de 5 cm es ligeramente húmedo, poco poroso, compactado, no reacciona al HCl, transición brusca. |
| A ₁₂ | 15 – 36 | Color 5YR (2.5/2) pardo rojizo en húmedo, franco arcilloso a arcilloso, con bloques subangulares de 2-3 cm que se desmenuzan en una estructura granular, friable, muy poroso, medianamente húmedo, sin reacción al HCL, transición gradual. |
| B | 36– 69 | Color 7.5YR (3/1) gris oscuro en húmedo, arcilloso, estructura bloques subangulares (0.5-1 cm), friable, muy poroso, más húmedo, sin reacción al HCl, transición neta. |
| IIA | 69 – 90 | Color 10YR (2/1) negro en húmedo, franco arcilloso a arcilloso, con bloques subangulares de 2-3 cm, ligeramente compactado, medianamente poroso, húmedo, con algunas gravas pequeñas de color blanco y manchas de color 7.5YR (4/6) pardo fuerte, sin reacción al HCl, transición neta. |
| IIC | 90 - 100 | Color 10YR (3/2) pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, franco, con bloques angulares de 2-4 cm, muy friable, muy poroso, con gravas pequeñas y cristales que brillan (vidrio volcánico), mojado, sin reacción al HCl. |

El suelo está clasificado como Cambisol vértico flúvico (éutrico, arcílico), de acuerdo con IUSS Working Group WRB (2008); si bien la proporción de los minerales primarios (y su tamaño) y la proporción de arcillas (y su mineralogía) es importante en la determinación de las propiedades físicas y químicas, el suelo presenta una textura franco arcilloso a arcilloso, con bloques prismáticos.

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de la composición mecánica y de la textura del sitio agroforestal a una profundidad de 0-15 cm, que presenta una textura arcillosa (arena 29.20%, limo 18% y arcilla 52.80%). Y de 90-100 cm presenta una textura franco (arena 31.12%, limo 44%, arcilla 24.88%).

Cuadro 2
Composición mecánica y clase textural del perfil estudiado.

| <i>Horizonte</i> | <i>Profundidad (cm)</i> | <i>Arena (%)</i> | <i>Limo (%)</i> | <i>Arcilla (%)</i> | <i>Clase textural</i> |
|------------------|-------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| A _{1p} | 0 – 15 | 29.20 | 18.0 | 52.88 | Arcilla |
| A ₁₂ | 15 – 36 | 31.12 | 18.0 | 50.88 | Arcilla |
| B | 36 – 69 | 31.12 | 26.0 | 42.88 | Arcilla |
| IIA | 69 – 90 | 29.12 | 22.0 | 48.88 | Arcilla |
| IIC | 90 - 100 | 31.12 | 44.0 | 24.88 | Franco |

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, en el sistema agroforestal. Se observa un incremento de un 3.35% de materia orgánica y también un aumento en la velocidad de infiltración de 7.32% en ocho años de estudio.

Cuadro 3
Determinación física y química del suelo estudiado
en los primeros 20 cm. (periodo 2005 a 2012).

| <i>Año</i> | <i>Textura</i> | <i>MO%</i> | <i>Da g·cm⁻³</i> | <i>Pt%</i> | <i>CC%</i> | <i>Pa%</i> | <i>Infiltración mm/h</i> |
|------------|----------------|------------|-----------------------------|------------|------------|------------|--------------------------|
| 2005 | Arcillosa | 0.51 | 1.43 | 45.1 | 24.3 | 20.8 | 13.08 |
| 2006 | Arcillosa | 0.86 | 1.36 | 47.6 | 26.1 | 21.5 | 16.05 |
| 2007 | Arcillosa | 1.25 | 1.31 | 49.6 | 27.9 | 21.7 | 18.44 |
| 2008 | Arcillosa | 1.48 | 1.24 | 52.3 | 30.5 | 21.8 | 19.01 |
| 2009 | Arcillosa | 3.49 | 1.20 | 53.8 | 31.8 | 22.0 | 19.07 |
| 2010 | Arcillosa | 3.85 | 1.20 | 58.0 | 35.9 | 22.1 | 20.03 |
| 2011 | Arcillosa | 3.85 | 1.19 | 58.1 | 35.9 | 22.1 | 20.04 |
| 2012 | Arcillosa | 3.86 | 1.19 | 58.2 | 36.0 | 22.2 | 20.04 |

MO=materia orgánica; Da o Dv=densidad aparente; Pt= porosidad total; LSHP o CC= límite superior de humedad productiva o capacidad de campo; Pa= porosidad de aireación.

En el sistema agroforestal estudiado, los valores de materia orgánica (entre el año 2005 y 2012), presentan una diferencia de 3.35 (0.51 y 3.86, respectivamente), lo cual es estadísticamente significativo de $p \leq 0.05$; el incremento observado puede ser interpre-

tado como el mejoramiento del ecosistema agroforestal; esto es referente al contenido de materia orgánica en el horizonte A y el espesor de éste, que influye decisivamente en las propiedades del suelo; además, que en este horizonte se presenta la principal masa de raíces finas, lo cual ha sido señalado por Schlatter (1991).

Así, puede afirmarse que los valores de MO del suelo y de la Da hallada en el sistema agroforestal, mejoran la estructura del suelo en los primeros 20 cm; lo que concuerda también con lo reportado por Prause *et al.* (2000) y Murray *et al.* (2011).

Los valores de la densidad aparente oscilan en un rango de 1.43 y 1.19 g cm⁻³; los primeros se pueden considerar altos para suelos agroforestales, y el valor de 1.19 g cm⁻³ puede considerarse bajo, después de ocho años de implantado el sistema agroforestal; esto demuestra una mejora en su Da, con diferencias estadísticamente significativas entre los años 2005 y 2012, de $p \leq 0.05$. La porosidad total hallada en todos los casos varió entre 45.10% y 58.20%, al tener un incremento de un 22%; esto trae una mejora en la Pa de un 1.40%. Con respecto a los valores, esto lleva a una mejora en la capacidad de retención de humedad.

Con respecto a la velocidad de infiltración del agua en suelo, se muestra una mejora en su infiltración de 13.08 a 20.03 mm/h. Esto representa una mejora en su estructura superficial y un aumento en su Pt. Los datos analizados reflejan que las diferencias entre las propiedades físicas del suelo se deben al aporte de hojarasca proveniente de las distintas especies agroforestales consideradas que, a su vez, originan diferencias en los porcentajes de materia orgánica edáfica, de 0.51 a 3.86.

Como consecuencia de lo anterior, existe una mejora en su estructura; y con esto, un incremento del movimiento del agua y del aire en el suelo, también incrementando el almacenamiento de carbono orgánico del suelo.

Con los resultados obtenidos puede decirse que, en el sitio estudiado, el incremento de la materia orgánica ha propiciado cambios en la estructura del suelo, al aumentar la velocidad de infiltración y mejorando la densidad aparente, porosidad total, porosidad de aeración y capacidad de retención de humedad.

Discusión

El sistema agroforestal estudiado modificó propiedades físicas y químicas, que son la MO y Da (Prause, 2000; Palma *et al.*, 1998). Por lo tanto, la Da es una propiedad que está en relación directa con el contenido de carbono y de MO del suelo, lo que concuerda con este trabajo.

Los resultados, a ocho años de implantado el sistema agroforestal, indican una disminución en la Da 1.19 g cm⁻³, un aumento en la MO 3.86%, Pt 58.20%, porosidad de aireación Pa 22.20% y en la CC 36%.

El contenido de las diferentes fracciones de la MO obtenidos del suelo influye en la densidad aparente, incluyendo el espacio ocupado por el aire, por lo que sus mediciones están relacionadas con la porosidad y por la estructura del suelo. Lo que concuerda también con Cooper *et al.* (2005) y Murray *et al.* (2010), quienes encontraron una buena relación entre el contenido de MO edáfica y la Da.

Se determinó la humedad equivalente a la CC, arrojando valores de 36% para el 2012, lo que indica valores relativamente bajos de microporosidad. Esto demuestra cómo el régimen hídrico ha cambiado en los suelos de diferentes ecosistemas tropicales, lo cual concuerda también con trabajos realizados por Ascanio *et al.* (2007).

Aun cuando presenta poca microporosidad, la infiltración del agua en el suelo se mejoró por la enmienda en la estructura superficial; los datos reflejan que las diferencias entre las propiedades físicas del suelo se deben al aporte diferencial de la hojarasca proveniente de las especies agroforestales, que originan un aumento en la materia orgánica edáfica; y en consecuencia, de la estructura, lo que concuerda también con Murray *et al.* (2010).

Conclusiones

A ocho años de implantado el sistema agroforestal mostró un aumento del 85% de la materia orgánica edáfica.

Existe una buena relación materia orgánica-densidad aparente, que mejora la estructura del suelo en los primeros 20 cm.

La infiltración del agua en el suelo se mejoró por el cambio de la estructura superficial del suelo, de bloques a estructura granular.

Los cambios en las propiedades físicas se deben al aumento de la materia orgánica del suelo.

Literatura citada

- Ascanio, O.; Hernández, A.; Cid, G. y Gómez, I. (2007). Sector de Referencia de 65 ha en el Ejido Ojo de Agua, para las medidas de riego y drenaje en caña de azúcar. Ingenio Motzorongo, Veracruz, México, Asociación de Técnicos Azucareros de México. Veracruz, México.
- Bojórquez, I.; Hernández, A.; García, D.; Nájera O.; Flores, F. y Madueño, A. (2006). Características de los suelos Cambisoles y Fluvisoles de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista cultivos Tropicales*, INCA, Cuba; 27: 4.
- Cooper, P.; Vidal-Torrado, P. y Chaplot, V. (2005). Origin of microaggregates in soils with ferralic horizons. *Science Agriculture*, Piracicaba, Braz.; 62: 256-263.
- Contreras, F. (1988). *Las lagunas costeras mexicanas*. 2ª edición. México: CECODES-SEPESCA; 263 pp.
- Crovetto, C. (1996). *Stubble over the soil. The vital role of the plant residue in soil management to improve soil quality*. Special Publication 19. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy. 264 pp.
- Curray, F.; Emmel, F. y Crampton, P. (1969). Holoceno history of strand plain, lagoonal coast, Nayarit, México. En: *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*. p. 63-100.
- Fernández, C.; Luque, A. y Paoloni, D. (1971). Análisis de la infiltración y su aplicación para diseños de riego en el Valle Inferior del Río Colorado. En: *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. INTA, Bs. As. Argentina. Serie 3, Clima y Suelo. Vol. VIII. N° 1. 29 pp.
- García, E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, Adaptado para las Condiciones de la República Mexicana. 3ª Ed. Offset., Lario Ed. S. A. 252 pp.
- INEGI. (2000). Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. *Síntesis de Información Geográfica del estado de Nayarit*. 140 pp.
- Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Morales, M.; Bojórquez, J. I.; García, N. E. y García, D. (2006). *Fundamentos de la formación del suelo, cambios globales y su manejo*. Editorial Universidad Autónoma de Nayarit, México. 214 pp.
- Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Cabrera, A.; Morales, M. y Medina, N. (2004). *Problemas actuales de clasificación de suelos: énfasis en Cuba*. Editorial Universidad de Veracruz, México. 221 pp.

- IUSS, Working Group WRB. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo*. Informes sobre recursos mundiales de suelos. FAO, ISRIC, 117 pp.
- Lal, R. (2000). Physical management of soil of the tropic: priorities for the 21st. century. *Soil Science*, 165: 191-207.
- Manna, M. C.; Ghosh, P. K. y Acharya, C. L. (2003). Sustainable crop production through management of soil organic carbon in semiarid and tropical India. *Journal of Sustainable Agriculture*; 21. 87-116.
- Martínez-Trinidad, S.; Cotler, H.; Etchevers-Barra, J. D.; Ordaz-Chaparro, V. M. y de León-González, F. (2008). Efecto del manejo en la agregación del suelo en un ecosistema tropical seco. *Terra Latinoamericana*; 26: 299-307.
- Montagnini, F.; Fanzeres, A. y Guimaraes, V. S. (1994). Estudios de restauración en la Región del Bosque Atlántico de Bahía, Brasil. *Interciencia* 6: 323-330.
- Murray-Núñez, R. M.; Bojórquez, S. J.; Hernández, J. A.; Orozco, M. G.; García, J. D. y Ontiveros, H. (2010). Influencia de especies agroforestales sobre las propiedades físicas de un suelo Fluvisol Haplico de la llanura costera norte de Nayarit 2010; 22-23. 233pp.
- Murray-Núñez, R. M.; Bojórquez, S. J.; Hernández, J. A.; Orozco, M. G.; García, J. D.; Gómez, A. R.; Ontiveros, G. H. y Aguirre, O. J. (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* Vol. 1 No. 3 Año 2, 27- 35.
- NOM (2000). *Norma Oficial Mexicana 021. NOM-021-RECNAT 2000*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. Diario oficial 2ª Sección. 31 de diciembre de 2002.
- Page, A. L.; Miller, R. H. y Keeney, D. R. (1982). *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical Properties* Second Editions. Madison, Wisconsin, 1,159 pp.
- Palma, R. M.; Prause, J.; Fontanive, A. V. y Jiménez, M. P. (1998). Litter fall and decomposition in a forest of the parque Chaqueño Argentino, *Forest Ecology and Management*, Volume 106, Issue 2-3, Pages 205-210.
- Prause, J. y Gallardo, L. F. (2000). *Influencia de cuatro especies nativas sobre las propiedades físicas de un suelo forestal del parque Chaqueño Húmedo Argentina*. Comunicaciones Científicas y Técnicas 2000. UNNE.
- Prause, J. (1998). *Aporte de las principales especie forestales a la dinámica de la materia orgánica y los nutrientes en un monte nativo del Parque Chaqueño Húmedo*. Buenos Aires. Tesis de M. Sc. Buenos Aires, Argentina. 205 pp.
- Schlatter, J. (1991). *Fertilidad del suelo, concepto y su aplicación a la producción forestal*. De la Ciencia del Suelo, San Carlos de Bariloche, Argentina, 19 pp.
- Shibu, J. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems*. 76: 1-10.

Recibido: Diciembre 03, 2012

Aceptado: Noviembre 12, 2013



Título: *Sueño profundo*
Autor: Adoración Palma (2manoS)
Técnica: Mixta (guardas con grafito)
Medidas: 8x16cm
Año: 2013