

Artículo científico

Efecto de las coberturas en algunas propiedades del suelo. Finca La Morrocuya, Barinas, Venezuela

Effect of covers on some soil properties. La Morrocuya farm, Barinas, Venezuela

Pedro Cairo-Cairo¹, Alfredo Reyes-Hernández², Ramón Valentín Aro-Flores³ y Lenia Robledo-Ortega⁴

¹Universidad de Atacama. Centro Regional de Investigaciones y Desarrollo Sustentable de Atacama (CRIDESAT) Copayapu 485 Copiapó Chile.

²Universidad de Sancti Spiritus, Cuba

³Finca La Morrocuya, Barinas, Venezuela

⁴Universidad de Matanzas, Cuba

Correo electrónico: pedro.cairo@uda.cl

Resumen

El estudio se realizó en un suelo Inceptisol de la finca ganadera «La Morrocuya» municipio Sosa del estado Barinas, con el objetivo de evaluar el efecto de las coberturas en algunas propiedades del suelo, como base para establecer estrategias de producción sostenibles. Se seleccionaron cuatro áreas: área 1. Pasto de corte: king grass (*Cenchrus purpureus* L.), con tres años de establecido en un área total de 2 ha; área 2. Pasto introducido: pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* L.) con 6 años de establecido en un área de 4 ha; área 3. Bosque introducido: caoba (*Swietenia mahogany* L.) con 15 años de establecido y 1,8 ha; área 4. Bosque natural, con un área total de 3 ha. Se tomaron 9 muestras de cada área de estudio a diferentes profundidades. Los análisis realizados fueron textura, materia orgánica, densidad aparente, pH, calcio, potasio y fósforo asimilable. Se aplicaron matriz de correlaciones y análisis de componentes principales. El empleo de diferentes coberturas demostró que el pasto Introducido y su adecuado manejo, mejoró y estabilizó las propiedades físicas y químicas estudiadas después de 6 años de establecido, en comparación con el resto de las coberturas. Se determinaron estrechas relaciones entre la materia orgánica con la densidad aparente y la arcilla + limo, con valores de $r > 0,80$. Estas propiedades del suelo fueron las que mejor respondieron al efecto de las diferentes coberturas.

Palabras clave: disponibilidad de nutrientes, manejo de suelo, propiedades físico-químicas del suelo.

Abstract

The study was conducted on an Inceptisol soil of the livestock production farm «La Morrocuya», Sosa municipality, Barinas state, in order to evaluate the effect of covers on some soil properties, as basis to establish sustainable production strategies. Four areas were selected: area 1. Cutting pasture: king grass (*Cenchrus purpureus* L.), three years after establishment in a total area of 2 ha; area 2. Introduced pasture: star grass *Cynodon plectostachyus* L.) 6 years after being established in a 4-ha area; area 3. Introduced forest: mahogany *Swietenia mahogany* L.) with 15 years of establishment and 1,8 ha; area 4. Natural forest, with a total area of 3 ha. Nine samples were taken from each study area at different depths. The analyses performed were texture, organic matter, apparent density, pH, assimilable calcium, potassium and phosphorus. Correlation matrix and principal component analysis were applied. The use of different covers proved that the Introduced pasture and its adequate management improved and stabilized the studied physical and chemical properties after 6 years of establishment, compared with the other covers. Close relationships were determined between organic matter and apparent density and clay + silt, with values of $r > 0,80$. These soil properties were the ones with better response to the effect of the different covers.

Keywords: nutrient availability, soil management, soil physical-chemical properties

Introducción

Los problemas ecológicos del mundo actual, el agotamiento de los recursos naturales y la necesidad de preservar la fertilidad de los suelos, con vistas a alimentar una población cada vez

mayor, ha originado la necesidad de establecer alternativas sostenibles u orgánicas para elevar los rendimientos (Ikemefuna, 2015; Chen y Tang, 2016). La degradación de los suelos y los recursos hídricos son los principales factores que atentan

contra la sostenibilidad de la utilización agrícola de las tierras en América Latina y el resto del mundo; ello conduce a serias dificultades para producir los requerimientos de alimentos para su creciente población (Abate y Lemenih, 2014; Tesfaye *et al.*, 2014; Binyam, 2015). En la región de Barinas existen muy pocos resultados sobre el diagnóstico y monitoreo de las propiedades de los suelos ganaderos con vistas a realizar su aprovechamiento sostenible. Los llanos occidentales de Venezuela constituyen potencialmente una de las regiones agrícolas y ganaderas más importantes del país y representan más del 25 % del valor de la producción agrícola (López *et al.*, 2015). Se trata de encontrar alternativas sostenibles del manejo de los suelos que garanticen producciones estables en el desarrollo de la ganadería y la agricultura. Un cambio en la cobertura del suelo de un área puede afectar negativamente las características potenciales de la zona, y en última instancia, puede conducir a la degradación y la pérdida de la productividad (Lozano *et al.*, 2010; Tesfaye *et al.*, 2014). La degradación del suelo, es producto de la compleja interacción de muchas variables químicas, físicas y biológicas que reducen su capacidad potencial para producir (Ikemefuna, 2015). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de las coberturas en algunas propiedades del suelo de la finca La Morrocuya que sirvieran de base para establecer estrategias sostenibles de producción.

Materiales y Métodos

Descripción del área de estudio. El estudio se realizó en un suelo Inceptisol de la finca ganadera «La Morrocuya», ubicada en el sector La Salera, del municipio Sosa en el estado Barinas (120 msnm). La temperatura varía desde los 22,6 hasta los 30,5 °C; presenta una marcada distribución estacional, con periodos bien definidos de sequía y lluvia y una precipitación promedio anual de 1 390 mm (datos suministrados por INIA-Mantecal, promedio de 25 años).

Diseño y tratamientos. Se empleó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 3 réplicas. Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron cuatro áreas considerando el tipo de cultivo y su uso, que constituyeron los tratamientos que a continuación se describen:

Área 1. Pasto de corte: king grass (*Cenchrus purpureus* L.) con tres años de establecido en un área total de 2 ha. La distancia de plantación fue de 1 m x 1 m (10 000 plantas ha⁻¹). Se plantó por estaca de forma manual en el periodo lluvioso. El primer corte

se realizó a partir de los 7 meses y después los intervalos fueron cada 45 días, hasta el corte número 15.

Área 2. Pasto introducido: pasto estrella [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.] con seis años de establecido en un área de 4 ha. Se sembró de forma manual al voleo en el periodo lluvioso. La rotación de los potreros fue de forma libre y la carga animal de 1,5 ha⁻¹.

Área 3. Bosque introducido: caoba [*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.] con 15 años de establecida y una distancia de plantación de 3 m x 3 m (1 111 plantas.ha⁻¹). El área total era de 1,8 ha. Los árboles se trasplantaron después de permanecer 6 meses en vivero. Esta área contó con la presencia de bovinos y caprinos en su primera etapa de desarrollo.

Área 4. Bosque natural: representado por la presencia de jobo (*Spondias mombin* L.), guamo (Inga sp. L.), naranjillo [*Citronella mucronata* (Ruiz y Pavón) D. Don], bototo [*Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.], samán (*Pithecellobium saman* L.), guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) en un área total de 3 ha. Esta área fue considerada en el experimento como el tratamiento control.

Metodología de muestreo para el análisis físico y químico del suelo. El muestreo se realizó en el mes de octubre del año 2013 en el periodo lluvioso. En cada área de estudio se tomó una muestra de cada profundidad (0-10; 10-20; 20-40 cm), para un total de 9 muestras por área y 36 muestras en el experimento. Para la toma de las muestras se utilizó la metodología de (Cairo y Reyes, 2016). Las variables físicas estudiadas fueron: textura y densidad aparente. Las variables químicas: fósforo, potasio y calcio asimilable, pH y materia orgánica. En este estudio se resaltan no solo los cambios en valores absolutos de las variables por el efecto de las coberturas con respecto a un patrón referente (bosque natural), sino también su impacto en el cambio de categoría (bajo, mediano, alto), por su implicación práctica.

Descripción de los métodos de análisis. Los análisis físicos y químicos realizados fueron los siguientes: textura (%) por el método del hidrómetro de Bouyucos (Cairo y Reyes, 2016); densidad aparente (g cm⁻³) mediante el método de los cilindros (Cairo y Reyes, 2016); fósforo y potasio asimilables (mg kg⁻¹) por el método de Olsen modificado (1954) extracción con NaHCO 0,5M, pH 8,5; calcio (mg kg⁻¹): por el método de Morgan modificado (1999), extracción con CH₃COONa 0,125 M; pH 4.2. pH en agua: por el método potenciométrico, relación suelo: agua 1:2,5; materia orgánica (%): por el método de combustión (Walkley y Black, 1934).

Análisis estadístico. Se utilizó el paquete del programa profesional Statgraphics plus versión 4.1 sobre Windows® para la matriz de correlación y el análisis de componentes principales.

Resultados y Discusión

Efectos de las coberturas en la materia orgánica y la densidad aparente en las diferentes profundidades

El efecto de las coberturas en la materia orgánica en las diferentes profundidades cuando se

compararon con el bosque natural, así como su categoría de evaluación aparece en las figs. 1, 2 y 3. El bosque natural tendió a acumular mayor contenido de MO en las capas más profundas, debido a su sistema radical y al transporte de los residuos superficiales. King grass incorporó la MO en los primeros 20 cm en la categoría de valores medianos, a pesar de que se efectuó el corte de la biomasa para la alimentación animal. En la profundidad de 20-40 cm la MO pasó a la categoría de valor bajo, a diferencia de los valores próximos a altos en el bosque natural. Estudios realizados por Emiru y Ge-

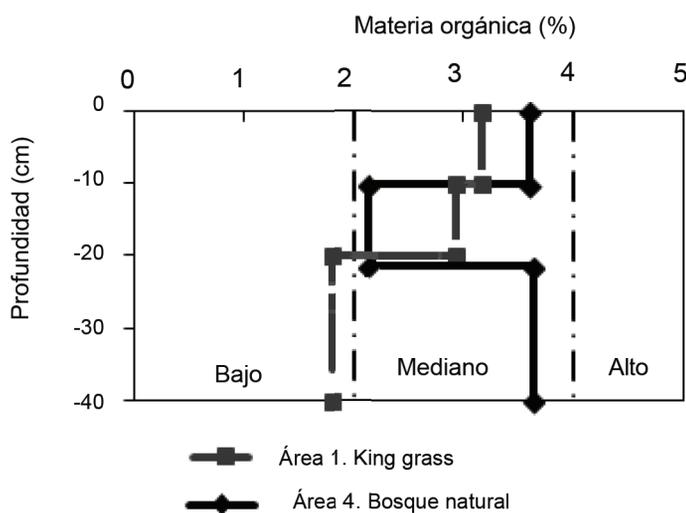


Figura 1. Distribución de la MO. Comparación del área 4 con el área 1.

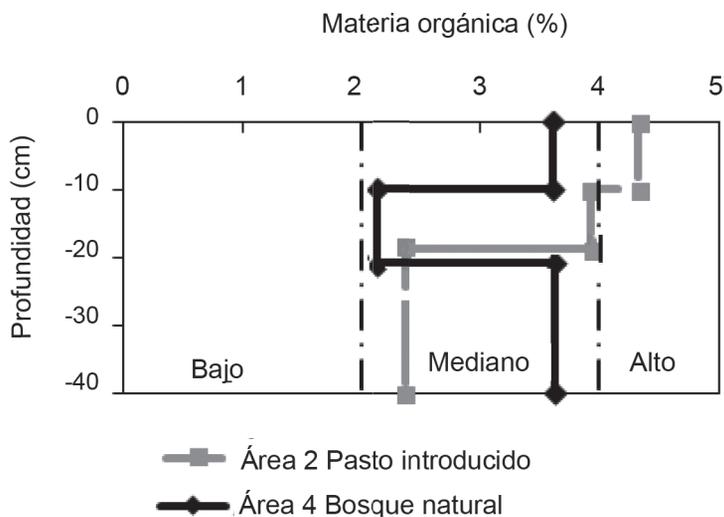


Figura 2. Distribución de la MO. Comparación del área 4 con el área 2.

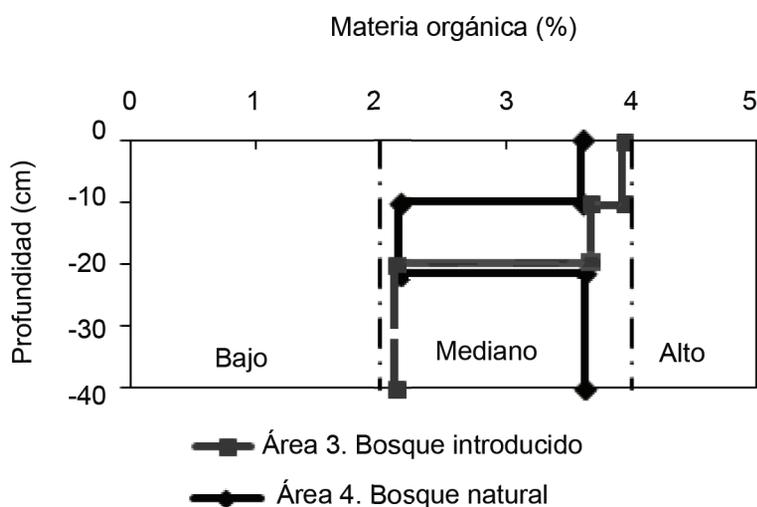


Figura 3. Distribución de la MO. Comparación del área 4 con el área 3.

brekidan (2013), Tesfaye *et al.* (2014), Chen y Tang (2016) demostraron la importancia que reviste para la protección del suelo el manejo de las coberturas, donde se hace referencia a las formas de ganancia de carbono, nitrógeno y nutrientes asimilables.

El pasto introducido y la carga animal durante los seis años de manejo, contribuyeron al incremento de la MO con valores altos (promedio de un 4 %) en la profundidad de 0-20 cm (fig. 2), a diferencia de una caída brusca a partir de los 20 cm, debido también a que las gramíneas concentran su sistema radical en la capa superficial del suelo (Cairo y Fundora, 2005). Este sistema de manejo logró una respuesta positiva en la materia orgánica y su repercusión en otras propiedades como la densidad aparente (figs. 4, 5 y 6). No solo está presente el impacto de la gramínea, sino también del animal con la incorporación del estiércol sólido y la orina durante el pastoreo. Estos resultados coinciden con los de Vargas, (2008), quien realizó estudios en este tipo de suelo y con el mismo pasto.

El carbono orgánico ha sido identificado como un importante factor de la fertilidad del suelo; se ha demostrado, además, que está estrechamente relacionado con la productividad, la capacidad de retención de agua del suelo, y la estabilidad de los rendimientos a largo plazo (Pikuła y Rutkowska, 2014; Binyam, 2015). De este modo se puede considerar como un indicador de la calidad del suelo. El bosque introducido funcionó en la primera etapa de su desarrollo como un sistema silvopastoril,

lo que demuestra que no solo aportó la biomasa de hojarasca, sino también la incorporación de estiércol de bovinos y caprinos con valores de materia orgánica próximos a 4 % en la profundidad de 0-10 cm (fig.3).

Los resultados de las diferentes coberturas en la densidad aparente fueron más evidentes en la profundidad de 0-10 cm (figs. 4, 5 y 6). El efecto del king grass estuvo determinado, en lo fundamental, por la cantidad de la biomasa que se acumula en el suelo después de su corte para la alimentación animal. Por ello, la densidad aparente fue superior que en el bosque natural en la profundidad de 0-10 cm.

Tanto el pasto introducido como el bosque introducido mostraron valores inferiores de densidad aparente en comparación con el bosque natural en la profundidad de 0-20 cm, en correspondencia con los incrementos de materia orgánica. Binyam (2015) obtuvo resultados positivos en la recuperación de suelos degradados al utilizar diferentes técnicas de coberturas. Debe señalarse que en el pasto introducido el valor de la densidad aparente pasó de la categoría de mediano a bajo ($1,19 \text{ g cm}^{-3}$) en correspondencia con el comportamiento inverso de la MO. Ello pudo haber provocado el desarrollo de una estructura más favorable en el suelo (Cairo y Fundora, 2005). Según lo planteado por Vargas (2008) el pasto estrella es una especie que puede adaptarse bien a diferentes condiciones edafoclimáticas y a las técnicas de rotación del pastoreo.

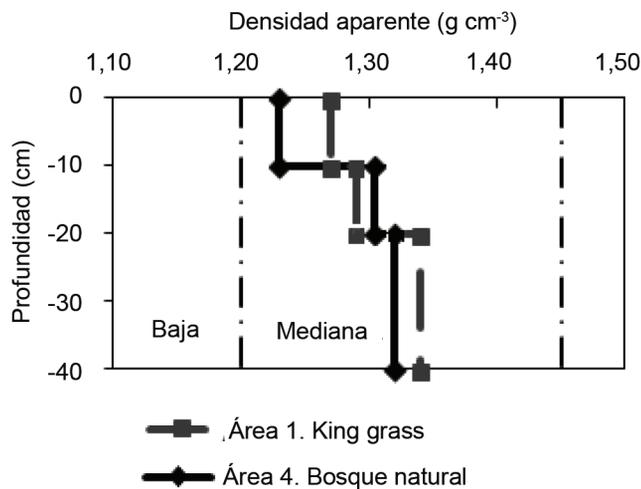


Figura 4. Distribución de la densidad aparente. Comparación del área 4 con el área 1.

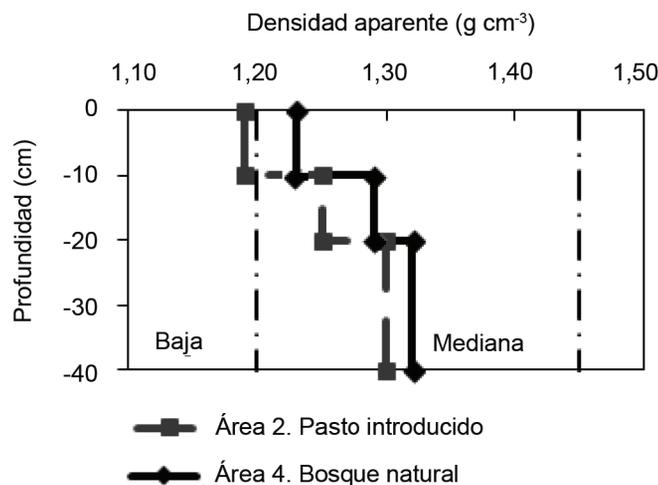


Figura 5. Distribución de la densidad aparente. Comparación del área 4 con el área 2.

Relaciones entre algunas propiedades físicas y químicas del suelo

En el presente estudio se evidenció una fuerte interrelación entre la materia orgánica y la densidad aparente (fig.7). La correlación mostró valores de $r = 0,8024$ ** altamente significativa. Cuando la MO incrementó su valor hasta la categoría alta (superior a 4 %), la densidad aparente lo hizo en el sentido inverso (de mediano a bajo). De esta manera se crean condiciones más favorables, desde el punto de vista físico, químico y biológico del suelo. En este sentido, Ikemefuna (2015) alertó sobre la necesidad de mantener un sistema integrado de cobertura vegetal

que garantice un contenido apropiado de materia orgánica.

Este resultado puso de manifiesto lo decisivo que resulta el monitoreo de estos dos indicadores, con vistas a garantizar una adecuada producción de biomasa y un equilibrio en la calidad del suelo (Lopes *et al.*, 2016).

Chen y Tang (2016) encontraron relaciones significativas y altamente significativas entre el contenido de MO y la biomasa de diferentes coberturas. Por otra parte, se manifestó una estrecha relación de la MO con la arcilla+limo, lo cual fortalece aún más el papel de la materia orgánica en la conservación

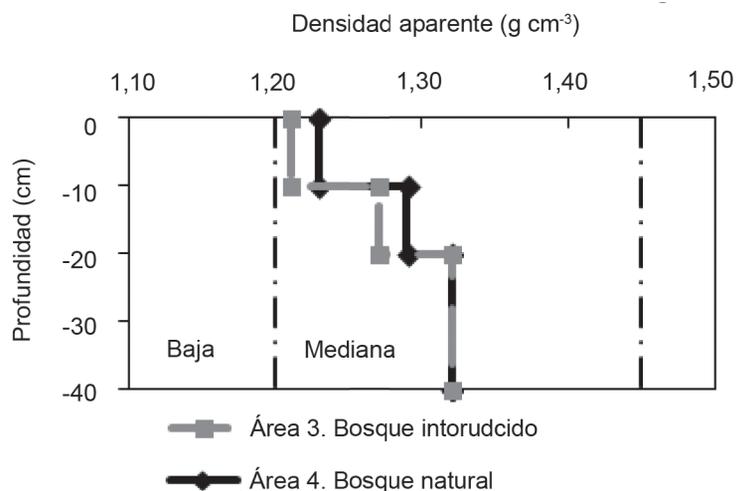


Figura 6. Distribución de la densidad aparente. Comparación del área 4 con el área 3.

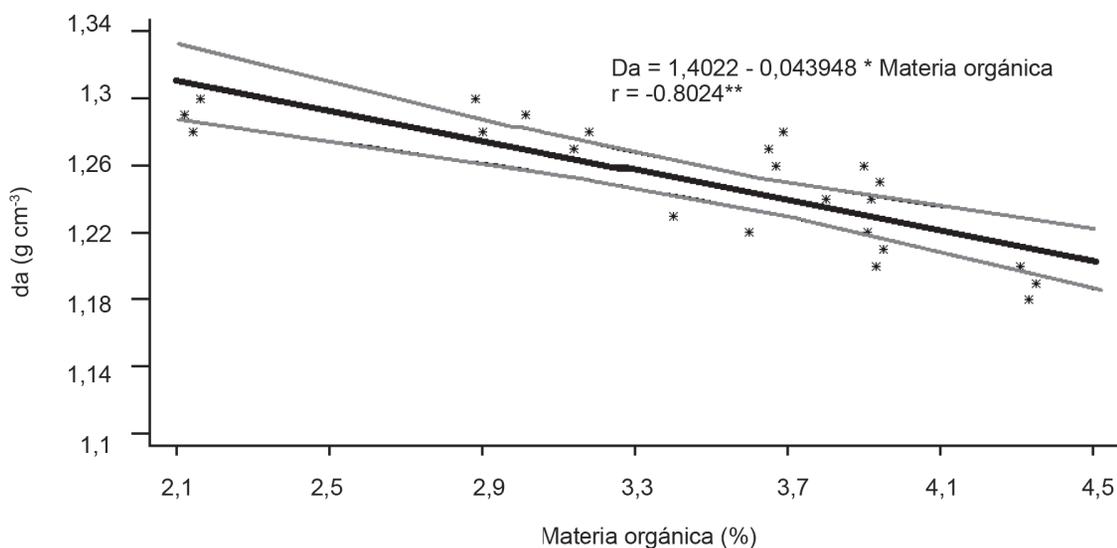


Figura 7. Relación entre la materia orgánica y la densidad aparente.

del suelo y se evita que las materias finas se pierdan por lixiviación y erosión. En el presente estudio a medida que aumentó la materia orgánica hubo un incremento de la arcilla+limo (fig.8).

Componentes principales de las propiedades del suelo bajo diferentes coberturas

Los componentes principales desde el punto de vista estadístico, son una herramienta de gran valor para poder seleccionar aquellas propiedades (físicas o químicas) indicadoras de la sostenibilidad y calidad del suelo (Ghaemi *et al.*, 2014).

La varianza total explicada (tabla 1) mostró que las propiedades que se ubicaron en el componente 1 alcanzaron 47,638 % de varianza, mientras que las que se ubicaron en el segundo y tercer componente solo alcanzaron 26,142 y 17,529 %, respectivamente, para un total acumulado de 91,309 %.

La propiedades del suelo que mejor respondieron a la matriz fueron la materia orgánica, la densidad aparente y los componentes de la granulometría, en este caso la arcilla + limo y la arena, que se ubicaron en el primer componente. Se confirmó el papel que desempeña la materia orgánica como

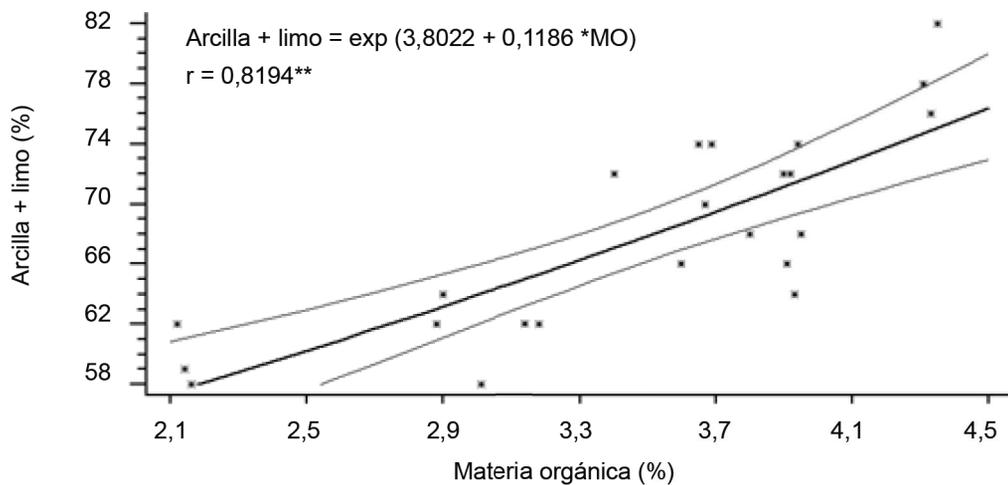


Figura. 8 Relación entre la materia orgánica y la arcilla +limo.

Tabla 1. Matriz de los componentes principales y la varianza total.

Propiedades		Matriz de componentes		
		Componentes		
		1	2	3
Da (g.cm ⁻³)		-0,880		
MO (%)		0,879		
Arcilla + limo (%)		0,866		
Arena (%)		-0,866		
pH (agua)		0,754		
Ca (mg kg ⁻¹)			0,832	
K (mg kg ⁻¹)			0,754	
P (mg kg ⁻¹)			0,703	
Limo (%)			-0,652	
Limo/arcilla				0,841
Arcilla (%)				-0,740
Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción	Total	5,240	2,876	1,928
	% de la varianza	47,638	26,142	17,529
	% acumulado	47,638	73,780	91,309

indicador de la calidad del suelo asociada a otras propiedades (Lopes *et al.*, 2016).

De acuerdo con los resultados se concluye que el empleo de diferentes coberturas en la finca demostró que el pasto introducido y su adecuado manejo mejoró y estabilizó las propiedades físicas y químicas estudiadas, después de seis años de establecido, en comparación con el resto de las coberturas. Se encontró una estrecha relación entre la materia orgánica con la densidad aparente y la arcilla +limo. Estas

propiedades del suelo fueron las que mejor respondieron al efecto de las diferentes coberturas.

Referencias Bibliográficas

- Abate, A. & Lemenih, M. Detecting and quantifying land use/land cover dynamics in Nadda Asendabo Watershed, South Western Ethiopia. *Int. J. Environ. Sci.* 3 (1):45-50, 2014.
- Binyam, A. The effect of land use. land cover change on land degradation in the highlands of Ethiopia.

- J. Environ. Earth Sci.* 5 (1):1-12. <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/18912/19505>, 2015.
- Cairo, P. & Fundora, O. *Edafología*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2005.
- Cairo, P. & Reyes, A. *Edafología práctica*. Chile: Universidad de Atacama. (en prensa), 2016.
- Chen, J. & Tang, H. Effect of grazing exclusion on vegetation characteristics and soil organic carbon of *Leymus chinensis* grassland in northern China. *Sustainability*. 8 (1). <http://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/56>, 2016.
- Emiru, N. & Gebrekidan, H. Effect of land use changes and soil depth on organic matter, total nitrogen and available phosphorus contents of soils in Senbat watershed, Western Ethiopia. *ARPN J. Agric. Biol. Sci.* 8 (3):206-212, 2013.
- Ghaemi, M.; Astaraei, A. R.; Emami, H.; Nassiri-Mahallati, M. & Sanaeinejad, S. Determining soil indicators for soil sustainability assessment using principal component analysis of Astan Quds- east of Mashhad- Iran. *J. Soil Sci. Plant Nut.* 14 (4):987-1004, 2014.
- Ikemefuna, P. Evaluation of agro-ecological approach to soil quality assessment for sustainable land use and management systems. *Sci. Res. Essays*. 10 (15):501-512, 2015.
- Lopes, Ercilia; Cairo, P.; Colás, A. & Rodríguez, A. Relaciones entre las propiedades indicadoras de calidad, en dos subtipos de suelo pardos, en la provincia de Villa Clara. *Centro Agrícola*. 43 (1):21-28, 2016.
- López, R.; Hétier, J. M.; López, D.; Schargel, R. & Zinck, A., Eds. *Tierras llaneras de Venezuela: tierras de buena esperanza*. Mérida, Venezuela: Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes, 2015.
- Lozano, Zenaida; Romero, H. & Bravo, C. Influencia de los cultivos de cobertura y el pastoreo sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana. *Agrociencia*. 44 (2):135-146, 2010.
- Pikuła, D. & Rutkowska, A. Effect of leguminous crop and fertilization on soil organic carbon in 30-years field experiment. *Plant Soil Environ.* 60:507-511, 2014.
- Tesfaye, S.; Guyassa, E.; Raj, A. J.; Birhane, E. & Taye, G. Land use and land cover change, and woody vegetation diversity in human driven landscape of Gilgel Tekeze catchment, Northern Ethiopia. *Int. J. Forest. Res.* <http://dx.doi.org/10.1155/2014/614249>, 2014.
- Vargas, S. *Rediseño, manejo y evaluación de un agroecosistema de pastizal con enfoque integrado para la producción de leche bovina*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2008.
- Walkley, A. & Black, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38, 1934.

Recibido el 21 de octubre de 2016

Aceptado el 12 de mayo de 2017