

Efecto de la aplicación de materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo de huerto

Effect of the application of organic matter on the physical and chemical properties of a garden floor

I. Acevedo¹, J. Contreras², R. Gonzalez¹, I. Acevedo², O. Garcia²

¹UCLA. Decanato de Ciencias Veterinarias. Barquisimeto, Venezuela.

²UCLA. Decanato de Agronomía. Barquisimeto, Venezuela.

Resumen

Con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo de un huerto familiar de la comunidad El Chirico, parroquia Trinidad Samuel, municipio Torres, Edo Lara, se tomaron muestras de suelo disturbadas y no disturbadas en los canteros después de transcurrido tres meses de aplicado el material orgánico y en aéreas sin la aplicación de materia orgánica a tres profundidades (0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm). Se utilizó un diseño completamente al azar de arreglo de factorial 2x3 (manejo x profundidad), con 4 repeticiones. El manejo representa la aplicación o no de materia orgánica. Se determinó entre las propiedades químicas la conductividad eléctrica (CE), pH, contenido de potasio, magnesio, fósforo y materia orgánica. Entre las propiedades físicas se determinó la porosidad total, macro y microporosidad, densidad aparente y conductividad hidráulica. Se encontró efecto de la aplicación de materia orgánica sobre la CE, materia orgánica, K y P, no así en el pH y Mg. Con respecto a las propiedades físicas no se encontró efecto sobre la porosidad total, macroporosidad y conductividad hidráulica. Aunque la microporosidad aumentó y la densidad aparente disminuyó con la aplicación de materia orgánica. Se concluyó que la materia orgánica aplicada al suelo mejoró las propiedades químicas en los primeros 10 cm de profundidad y las propiedades físicas se mantuvieron similares en las distancias de 0 a 30 cm.

Palabras clave: Suelo, porosidad, contenido de nutrientes.



Recibido el 02-03-2012 ● Aceptado el 27-05-2014

Autor de correspondencia e-mail: ingridacevedo@ucla.edu.ve; rosariogonzalez@ucla.edu.ve; iacevedo@ucla.edu.ve; oscargarcia@ucla.edu.ve; jorgecontreras@ucla.edu.ve

Abstract

In order to evaluate the effect of the application of organic matter on the physical and chemical properties of the soil of a community orchard The Chirico, Samuel Trinity parish, Torres municipality, Lara state, soil samples were disturbed and undisturbed in the beds after three months after applied the organic material in air and without the application of organic matter at three depths (0 to 10, 10 to 20 and 20 to 30 cm). A completely 2x3 split plot randomized design was used (handling x depth) with 4 replications. The management is the application of organic matter or not. Among the chemical properties, were determined the electrical conductivity (EC), pH, potassium, magnesium, phosphorus and organic matter. Among the physical properties were determined total porosity, macro and micro-porosity, bulk density and hydraulic conductivity. The application effect of organic matter on the EC, organic matter, K and P was found, but not in pH and Mg. Regarding the physical properties, it was without effect on the total porosity and macroporosity hydraulic conductivity. However, the microspores increased and bulk density decreased with the application of organic matter. It is concluded that the organic matter applied to the soil improved chemical properties in the first 10 cm depth and physical properties remained similar in distances from 0 to 30 cm.

Key words: Soil, porosity, nutrient content.

Introducción

La agricultura convencional ha descuidado el papel decisivo de la materia orgánica en la fertilidad del suelo, surgiendo agriculturas alternativas, las cuales buscan evitar o disminuir el uso de agroquímicos en general, por las repercusiones que tienen estas prácticas en la salud humana y en el medio ambiente (Rivero, 1999).

Por otra parte, la intensidad de uso de cultivos y laboreo del suelo pueden reducir el contenido de materia orgánica del suelo y generar el deterioro del mismo (Liu *et al.*, 2006). Debido a que la materia orgánica tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de

Introduction

Conventional agriculture has neglected the decisive role of the organic matter on the soil fertility, emerging alternate agriculture which looks to avoid or reduce the use of chemicals, generally due to the effects of these practices in the human health and in the environment (Rivero, 1999).

On the other hand, the intensity on land use and tillage might reduce the content of the organic matter of the soil, thus generating its damage (Liu *et al.*, 2006). Because the organic matter has an effect on the physical properties of the soil, it forms aggregates and provides structural stability, joining to the clay and favoring the change, allowing the

cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

En cuanto al efecto sobre las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

Así mismo, Julca-Otiniano *et al.* (2006) y Altieri y Nicholls (2009) consideraron que las prácticas de fertilización orgánica promueven el incremento de la materia orgánica del suelo y la actividad microbiana, y una liberación gradual de nutrientes a la planta, teóricamente permitiendo a las plantas derivar una nutrición mas balanceada con mejora de los rendimientos. Por estas razones, se recomienda la incorporación de residuos orgánicos, que producirán cambios físicos y químicos favorables para el suelo (Seguel *et al.*, 2003).

Mas aun, en la producción en huertos de traspatios, que son una opción para los productores de escasos recursos, mejora los hábitos alimenticios y la nutrición de las familias, no contamina el medio ambiente, promueve prácticas ecológicas al reciclar los residuos biodegradables y producir alimentos y plantas sanas libres de contaminantes (Gómez *et al.*, 2008).

En este sentido se planteó como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo en huerto demostrativo.

water penetration and its retention, reducing the erosion and favoring the gas interchange (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

Regarding the effect on the biological properties, it favors the mineralization processes, the development of the vegetal cover; it is the food of a several microorganisms and stimulates the plant growth in an equilibrated ecological system (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

Likewise, Julca-Otiniano *et al.* (2006) and Altieri and Nicholls (2009) considered that the organic fertilization practices promote the increment of the organic matter of the soil and the microbial activity, and a gradual release of nutrients to the plant; theoretically allowing the plants to derive a more balance nutrition with improvements of the yields. For these reasons, it is recommended to introduce organic residues that would provoke physical and chemical changes favorable to the soil (Seguel *et al.*, 2003).

In the production of orchards, which are options for producers with limited resources, it improves the food and nutritional habits of the family, these do not pollute the environment, promote ecological practices when recycling the biodegradable residues and produce food and healthy plants free of contaminants (Gómez *et al.*, 2008).

In this sense, the aim of this research was to evaluate the application of organic matter on the physical and chemical properties of the soil in a demonstrative orchard.

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo

El estudio se realizó entorno a la ciudad de Carora, en la localidad El Chirico, parroquia Trinidad Samuel, municipio Torres, estado Lara. Ubicada en las coordenadas UTM SAM 56 huso 19 E 384693, N 1121375, a 483 msnm. Pertenece a la zona de vida Monte espinoso premontano, con temperatura promedio de 26°C, precipitación promedio anual de 600 mm (Ewel *et al.*, 1976).

El suelo se caracteriza por presentar pH 7,6 y CE 1,8 dS.m⁻¹ (relación 1/1 en peso), materia orgánica 2,18%, Ca >3000 mg.kg⁻¹, K 121,83 mg.kg⁻¹; Mg 316,92 mg.kg⁻¹, P 27,50 mg.kg⁻¹, con textura arcillosa y estructura blocosa subangular débil.

Procedimiento

El suelo del huerto se preparó manualmente con pico por aplicación del doble cavado. Se conformaron los canteros de 1 m de ancho y 3 m de largo, a los cuales posteriormente se les aplicó la materia orgánica, a base de estiércol no fresco de caprino (13 kg.m⁻² que corresponden a 130 t.ha⁻¹), en los primeros 10 cm de suelo.

Diseño de experimento

Se utilizó un diseño completamente al azar de un arreglo factorial de 2x3 y cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron la aplicación de materia orgánica (con y sin aplicación de materia orgánica) y tres profundidades del perfil de suelo (0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm).

VARIABLES ESTUDIADAS

Propiedades físicas: Las propiedades físicas se determinaron en el suelo *in situ* y con aplicación de materia orgánica después de transcurrido

Materials and methods

Location of the essay

The research was carried out in Carora city, Chirico town, Trinidad Samuel parish, Torres County, Lara state. Located at the coordinates UTM SAM 56 spindle 19 E 384693, N 1121375, at 483 masl. It belongs to a life premontane spiny tropical forest, with average temperature of 26°C, annual average precipitation of 600 mm (Ewel *et al.*, 1976).

The soil is characterized by presenting pH 7.6 and EC 1.8 dS.m⁻¹ (relation 1/1 in weight), organic matter 2.18%, Ca >3000 mg.kg⁻¹, K 121.83 mg.kg⁻¹; Mg 316.92 mg.kg⁻¹, P 27.50 mg.kg⁻¹, with clayey texture weak.

Procedure

The orchard soil was prepared manually with a pickaxe. The beds had a measure of 1 m of width and 3 m of length, to which were applied organic matter with non-fresh goat manure (13 kg.m⁻² corresponding to 130 t.ha⁻¹), in the first 10 cm of the soil.

Design of the experiment

A split plot randomized design of 2x3 was used with four replications. The evaluated factors were the application of organic matter (with and without the application of the organic matter) and three depths of the soil profile (0 to 10, 10 to 20 and 20 to 30 cm).

Evaluated variables

Physical properties: the physical properties were determined in the soil *in situ* and applying organic matter once past 90 days. Soil samples were taken using Uhland-type cylinders. These cylinders with soil were submitted to tensions of 100 cm of water. After the obtained values, the

un tiempo de 90 días. Se tomaron muestras de suelo utilizando cilindros tipo Uhlund. Estos cilindros con el suelo fueron sometidos a tensiones de 100 cm de agua en mesa de tensión. A partir de los valores obtenidos se calculó la porosidad total, macroporosidad y microporosidad y densidad aparente (Pla, 1983).

Propiedades químicas: Se realizó un análisis químico del suelo *in situ* y con aplicación de materia orgánica, después de transcurrido un tiempo de 90 días. Se determinó el contenido de materia orgánica (MO), fósforo (P) disponible, magnesio (Mg) y potasio (K).

Para la determinación del contenido de magnesio y potasio se utilizó el método de extracción con acetato de amonio 1N y pH neutro; en la determinación del fósforo disponible se utilizó el método de Olsen; para la determinación de la materia orgánica se usó el método de la combustión húmeda de Walkley and Black (Pérez y Mendoza, 2002).

El pH y la conductividad eléctrica se determinaron en la suspensión suelo/agua (1:2), utilizando un potenciómetro y un conductímetro, respectivamente (López y López, 1985).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de la varianza de acuerdo al diseño empleado y la comparación de medias por Tukey, para lo cual se utilizó programa Statistix Versión 8 (2003).

Resultados y discusión

Propiedades químicas Conductividad eléctrica

Se encontró efecto altamente significativo ($P < 0,01$) de la aplicación de

total porosity, macroporosity and microporosity, and the apparent density were measured (Pla, 1983).

Chemical properties: a chemical analysis of the soil *in situ* was performed and applying organic matter once past 90 days. The content of organic matter (OM), available phosphorous (P), magnesium (Mg) and potassium (K) were determined.

For determining the content of magnesium and potassium, the extraction method with ammonium acetate 1N and neutral pH was used; in the determination of available phosphorous, the Olsen method was used; for determining the organic matter the wet combustion method of Walkley and Black was used (Pérez and Mendoza, 2002).

The pH and the electrical conductivity were determined in the soil/water suspension (1:2), using a potentiometer and a conductimeter, respectively (López and López, 1985).

Statistical analysis

The variance analysis was performed according to the design employed and the Tukey mean comparison, using the Statistix software version 8 (2003).

Results and discussion

Chemical properties Electrical conductivity

A high significant effect ($P < 0.01$) of the application of organic matter to the soil was found, and there was not any interaction between the depth and the electrical conductivity. The highest value of electrical conductivity (EC) was observed in the first 10 cm of soil depth and without the application of

materia orgánica al suelo y la profundidad sobre la conductividad eléctrica, sin interacción entre ambos factores. El mayor valor de conductividad eléctrica (CE) se apreció a los primeros 10 cm de profundidad del suelo sin la aplicación de materia orgánica y los menores valores donde se aplicó materia orgánica en las profundidades de 10 a 30 cm (cuadro 1).

La aplicación de materia orgánica al suelo disminuyó la CE del suelo de muy altos a altos, indicando que el suelo presentó un alto contenido sales solubles (Bohn *et al.*, 2000).

Igualmente, Mogollón *et al.* (2001) encontraron una disminución significativa ($P < 0,05$) de la conductividad eléctrica en los tres suelos estudiados al aplicar materia orgánica (vermicompost) al suelo incubados por 14 días.

Aunque, Arrieche y Mora (2005) reportaron que la conductividad eléctrica del suelo no fue afectada por la aplicación materiales orgánicos (estiércol de pollo comportados por calor y enzimas, y cachaza de caña de azúcar compostada por enzimas).

pH

No se detectó efecto significativo ($P > 0,05$) de la aplicación de materia orgánica al suelo y de la profundidad sobre el pH, con interacción significativa entre los factores. El pH se mantuvo invariable con y sin aplicación de materia orgánica al suelo en las profundidades estudiadas (cuadro 1), el cual fue ligeramente alcalino.

De igual modo, Gómez *et al.* (2008) al aplicar materia orgánica (10 t.ha⁻¹ de compost) al suelo de pH neutro en huerto biointensivo no hallaron diferencias significativas en el pH comparado con la no aplicación de la misma.

organic matter, and the lowest values were seen at depth from 10 to 30 cm where the organic matter was applied (table 1).

The application of organic matter to the soil reduced the EC of the soil from very high to high, indicating that the soil presented a high content of soluble salts (Bohn *et al.*, 2000). Likewise, Mogollón *et al.* (2001) found a significant reduction ($P < 0.05$) of the electrical conductivity in the three soils studied when applying organic matter (vermicompost) to the soil incubated for 14 days.

However, Arrieche and Mora (2005) reported that the electrical conductivity of the soil was not affected by the application of organic matters (chicken manure composted by heat and enzymes and sugar cane composted by enzymes).

pH

None significant effect ($P > 0.05$) was observed between the application of the organic matter to the soil and depth on the pH, with significant interaction among the factors. The pH kept invariable with and without the application of the organic matter to the soil in the studied depths (table 1), which was slightly alkaline.

Likewise, Gómez *et al.* (2008) when applying organic matter (10 t.ha⁻¹ of compost) to the soil with neutral pH in a bio-intensive orchard, did not find any significant differences in the pH compared to the non-application of this organic matter.

On the other hand, Pool *et al.* (2000) and Arrieche and Mora (2005) reported an increment of the pH when applying manure (10 t.ha⁻¹) and sugar cane composted with enzymes,

Aunque, Pool *et al.* (2000) y Arrieche y Mora (2005) reportaron incremento del pH con la aplicación de gallinaza (10 t.ha⁻¹) y cachaza de caña de azúcar compostada con enzimas, respectivamente. Eche, *et al.* (2013) con el uso de estiércol de vaca el pH aumentó en un 2%.

Sin embargo, Mogollón *et al.* (2001) reportaron disminución del pH en los tres suelos estudiados al aplicar materia orgánica (vermicompost) al suelo incubados por 14 días.

Materia orgánica

Se apreció efecto significativo ($P < 0,05$) de la aplicación de materia orgánica al suelo y la profundidad sobre el contenido de materia orgánica del suelo. Además no se encontró interacción entre los factores estudiados. El contenido de materia orgánica del suelo se incrementó con la aplicación del estiércol al suelo en los primeros 10 cm de profundidad (cuadro 1), lo cual concuerda con la profundidad donde se aplicó el material orgánico. Los menores valores de MO se encontraron en el suelo sin la aplicación del estiércol compostado y en la profundidad de 20 a 30 donde se aplicó materia orgánica al suelo.

Resultados similares de aumento de la MO del suelo, han sido encontrados por Arrieche y Mora (2005), Pool *et al.* (2000) y Álvarez-Solís *et al.*, (2010) al aplicar cachaza compostada por enzimas, gallinaza (10 t.ha⁻¹) y la combinación de estiércol, rastrojo y cobertura de leguminosa, respectivamente. Así mismo Eche, *et al.* (2013) con el uso de estiércol de vaca reportaron incrementó 55% del carbono orgánico del suelo.

respectively. Eche *et al.* (2013) using cow manure increased the pH in 2%.

However, Mogollón *et al.* (2001) reported a reduction of the pH in the three soils studied when applying the organic matter (vermicompost) to the soil incubated for 14 days.

Organic matter

A significant effect was observed ($P < 0.05$) between the application of the organic matter to the soil and the depth on the content of organic matter of the soil. Likewise, none interaction was found among the studied factors, The content of organic matter of the soil increased when applying the manure to the soil in the first 10 cm of depth (table 1), which does not agree to the depth where the organic matter was applied. The lowest values of OM were found in the soil without the application of composted manure and in the depth from 20 to 30, where the organic matter of the soil was applied.

Similar results on the increment of OM of the soil were reported by Arrieche and Mora (2005), Pool *et al.* (2000) and Álvarez-Solís *et al.*, (2010) when applying cane composted by enzymes, manure (10 t.ha⁻¹) and the combination of manure, stubble and legume covering, respectively Likewise, Eche *et al.* (2013) reported an increment of 55% of organic carbon of the soil using cow manure.

However, Gómez *et al.* (2008) when comparing the soil with and without application of organic matter, found a slight increment from 1.41 to 1.66 of OM.

On the other hand, the positive effect of the application of organic

Cuadro 1. Conductividad eléctrica, pH y materia orgánica (MO) del suelo con y sin aplicación de materia orgánica a diferentes profundidades.

Table 1. Electrical conductivity, pH and organic matter (OM) of the soil with and without the application of organic matter at different depths.

| Tratamientos | | | | |
|------------------------------------|------------------|---|-------------------|--------------------|
| Materia orgánica (estiércol) | Profundidad (cm) | Conductividad eléctrica (dS.m ⁻¹) | pH | MO (%) |
| Sin aplicación de materia orgánica | 0-10 | 2,84 ^a | 7,6 ^a | 2,32 ^b |
| | 10-20 | 1,83 ^{bc} | 8,05 ^a | 2,22 ^b |
| | 20-30 | 1,98 ^b | 8,02 ^a | 1,97 ^b |
| Con aplicación de materia orgánica | 0-10 | 1,06 ^{cd} | 7,8 ^a | 4,07 ^a |
| | 10-20 | 0,73 ^d | 7,8 ^a | 3,17 ^{ab} |
| | 20-30 | 0,86 ^d | 7,8 ^a | 2,25 ^b |

Columnas con letras diferentes denotan diferencias significativas (P<0,05).

Sin embargo Gómez *et al.* (2008), al comparar el suelo con y sin aplicación de materia orgánica hallaron un leve incremento de 1,41 a 1,66% de MO.

Por otra parte, el efecto positivo de la aplicación de materiales orgánicos al suelo disminuye en la profundidad (Carvajal *et al.*, 2009 y Castillo *et al.*, 2004).

Potasio

Se encontró efecto altamente significativo (P<0,01) de la profundidad y en la aplicación de materia orgánica al suelo sobre el contenido de potasio, con interacción de los factores. Con la aplicación de materia orgánica se incrementó el contenido de potasio del suelo, siendo superior en los primeros 10 cm de profundidad con valores altos (cuadro 2). Los menores valores se encontraron en las profundidades de 10 a 30 cm sin la aplicación de materia orgánica y 20 a 30 cm donde se aplicó el mismo, valores de medio a bajo.

materials to the soil reduces in the depth (Carvajal *et al.*, 2009 and Castillo *et al.*, 2004).

Potassium

A high significant effect (P<0.01) was found on the depth and on the application of organic matter to the soil on the potassium content with interaction of the factors. The potassium content of the soil increased with the application of the organic matter, being superior in the first 10 cm of depth with high values (table 2). The lowest values were found in depths from 10 to 30 cm without the application of organic matter, and medium to low values in depth from 20 to 30.

Likewise, Gómez *et al.* (2008) and Pool *et al.* (2000) reported an increment of potassium when applying organic matter to the soil. However, Arrieche and Mora (2005) did not find any effect on the application

Cuadro 2. Contenido de potasio, magnesio y fósforo del suelo con y sin aplicación de materia orgánica a diferentes profundidades.**Table 2. Content of potassium, magnesium and phosphorous of the soil with and without the application of organic matter at different depths.**

| Tratamientos | | | | |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| Materia orgánica (estiércol) | Profundidad (cm) | Potasio (mg.kg ⁻¹) | Mg (mg.kg ⁻¹) | Fósforo (mg.kg ⁻¹) |
| Sin aplicación de materia orgánica | 0-10 | 154,50 ^b | 375,00 ^a | 53,50 ^{bc} |
| | 10-20 | 90,25 ^c | 231,75 ^a | 19,25 ^c |
| | 20-30 | 95,75 ^c | 344,00 ^a | 9,75 ^c |
| Con aplicación de materia orgánica | 0-10 | 251,50 ^a | 356,25 ^a | 145,00 ^a |
| | 10-20 | 131,25 ^{bc} | 364,00 ^a | 87,00 ^b |
| | 20-30 | 87,75 ^c | 368,00 ^a | 101,50 ^{ab} |

Columnas con letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0,05$).

De igual modo, Gómez *et al.* (2008) y Pool *et al.* (2000) reportaron incremento del potasio al aplicar materiales orgánicos al suelo. Aunque, Arrieche y Mora (2005) no encontraron efecto de la aplicación el material orgánico sobre que el contenido de K en el suelo.

Magnesio

No se notó efecto significativo ($P > 0,05$) de la aplicación de materia orgánica al suelo y de la profundidad sobre el contenido de magnesio del suelo. Tampoco se encontró interacción entre los factores. El contenido de magnesio del suelo no fue afectado por la aplicación de materia orgánica en las profundidades del suelo evaluadas (cuadro 2), aunque los mismos fueron valores altos (Comerma *et al.*, 1983).

Así mismo Gómez *et al.* (2008) y Arrieche y Mora (2005) encontraron que la aplicación de materia orgánica no incrementó el contenido de Mg.

of the organic matter on the K content in the soil.

Magnesium

None significant effect ($P > 0.05$) was observed between the application of the organic matter to the soil and the depth on the magnesium content of the soil. None interaction was found among the factors. The magnesium content of the soil was not affected by the application of organic matter in the soil depths evaluated (table 2), though these were high values (Comerma *et al.*, 1983).

Gómez *et al.* (2008) and Arrieche and Mora (2005) found that the application of organic matter did not increase the Mg content. Nevertheless, Pool *et al.* (2000) reported an increment of Mg when applying manure (10 t.ha⁻¹), for four cropping cycles.

Phosphorous

A high significant effect ($P < 0.01$) was observed with the application of

Aunque, Pool *et al.* (2000) reportaron aumento del Mg con la aplicación de gallinaza (10 t.ha⁻¹), durante cuatro ciclos de cultivos.

Fósforo

Se observó efecto altamente significativo ($P < 0,01$) de la aplicación de materia orgánica al suelo y de la profundidad sobre el contenido de fósforo disponible. Sin interacción entre ambos factores. Con la aplicación de materia orgánica aumentó el contenido de fósforo disponible del suelo en los primeros 10 cm de profundidad, con valores bajos a altos (cuadro 2).

El incremento del contenido de P disponible presentó comportamiento similar a la MO y K, indicando que el estiércol aplicado al suelo proporcionó P o hizo disponible el fósforo en el suelo. Por otra parte, los menores valores se presentaron en el suelo sin la aplicación de materia orgánica.

Resultados similares han reportado Gómez *et al.* (2008), Arrieche y Mora (2005) y Pool *et al.* (2000) con aumento contenido de fósforo disponible al aplicar materia orgánica al suelo.

Estos resultados fueron debido a que la materia orgánica del suelo contiene cerca del 5% de N total y otros elementos esenciales para las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

Propiedades físicas

Porosidad total y macroporosidad

La aplicación de materia orgánica y la profundidad no tuvieron efecto ($P > 0,05$) sobre la porosidad total y macroporosidad. Sin interacción entre los factores. La porosidad total y la macroporosidad del suelo no fueron

organic matter to the soil and the depth on the content of available phosphorous; and without any interaction among the factors. With the application of organic matter, the content of available phosphorous in the soil increased in the first 10 cm of depth, with values from low to high (table 2).

The content increment of the available P had a similar behavior to OM and K, indicating that the manure applied to the soil provided P or made phosphorous available in the soil. On the other hand, the lowest values were presented in the soil without the application of organic matter.

Similar results have been reported by Gómez *et al.* (2008), Arrieche and Mora (2005) and Pool *et al.* (2000) with an increment of the available phosphorous when applying the organic matter to the soil. These results were due to the organic matter of the soil has approximately 5% of the total N and other elements essential to the plants, such as phosphorous, magnesium, calcium, sulphur and micronutrients (Julca-Otiniano *et al.*, 2006).

Physical properties

Total porosity and macroporosity

The application of organic matter and depth did not have any effect ($P > 0.05$) on the total porosity and macroporosity, and without any interaction among the factors. The total porosity and the soil macroporosity were not affected by the application of the organic matter in the depths studied (table 3).

However, an increment of the total porosity was observed, non

afectadas por la aplicación de materia orgánica en las profundidades estudiadas (cuadro 3).

Sin embargo, se observó un aumento de la porosidad total, no significativo de 49,57 a 54,28%. Aunque, Adeleye *et al.* (2010) y CH Yang *et al.* (2010), reportaron incremento de la porosidad total del suelo con el uso de estiércol de ave y paja de arroz, respectivamente en comparación con la usencia el mismo.

Así mismo Eche *et al.* (2013) con uso de estiércol de vaca se indujo un incremento en 15% de la porosidad total. Ojeniyi *et al.* (2013) presentaron aumento de la porosidad con el uso de gallinaza.

Con respecto a la macroporosidad, fue de 36,61 a 37%, los cuales son superiores al 10% indicado por Pla (1983) que genera restricciones en el drenaje.

Los valores de porosidad total fueron normales para la textura arcí-

significan though, it was from 49.57 to 54.28%. Nevertheless, Adeleye *et al.* (2010) and CH Yang *et al.* (2010) reported and increment of the total porosity of the soil using bird manure and rice straw, respectively, compared to its absence.

Likewise, Eche *et al.* (2013) using cow manure induced an increment in 15% of the total porosity. Ojeniyi *et al.* (2013) presented an increment of the porosity using the compost.

Regarding the macroporosity, it was from 36.61 to 37%, which are superior to 10% indicated by Pla (1983), which generates restriction in the drainage.

The values of total porosity were normal for the clayey texture (Narro, 1994) without any compacting problem.

Seguel *et al.*, (2003) found more macroporosity in the treatments conditioned with higher contents of organic matter, which favored a better

Cuadro 3. Porosidad total, macro y microporosidad del suelo con y sin aplicación de materia orgánica a diferentes profundidades.

Table 3. Total porosity, macro and microporosity of the soil with and without application of organic matter at different depths.

| Tratamientos | | | | |
|------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Materia orgánica (estiércol) | Profundidad (cm) | Porosidad total (%) | Macroporosidad (%) | Microporosidad (%) |
| Sin aplicación de materia orgánica | 0-10 | 49,57 ^a | 36,61 ^a | 12,95 ^b |
| | 10-20 | 49,23 ^a | 36,20 ^a | 13,03 ^b |
| | 20-30 | 53,97 ^a | 38,58 ^a | 15,39 ^{ab} |
| Con aplicación de materia orgánica | 0-10 | 54,28 ^a | 37,00 ^a | 17,27 ^a |
| | 10-20 | 55,16 ^a | 38,30 ^a | 16,85 ^{ab} |
| | 20-30 | 50,65 ^a | 36,27 ^a | 14,38 ^{ab} |

Columnas con letras diferentes denotan diferencias significativas (P<0,05).

llosa (Narro, 1994) sin problemas de compactación.

Seguel *et al.* (2003) encontraron mayor macroporosidad en los tratamientos acondicionados con mayores contenidos de materiales orgánicos, lo que favorecería una mejor aireación e infiltración de agua. Así mismo, Li1 *et al.* (2011) con el uso de cama de pollo y estiércol de ave modificaron los macroporos del suelo con aumento de la macroporosidad.

Microporosidad

La aplicación de materia orgánica al suelo presentó efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la microporosidad. Aunque la profundidad no fue afectada. Sin interacción entre los factores. La microporosidad aumentó con la aplicación de materia orgánica al suelo en los primeros 10 cm de profundidad de 12,95 a 17,27% (cuadro 3). Esto puede ser probablemente por que la aplicación del estiércol compostado aumentó la agregación incrementando las porosidades mas finas y por ende la capacidad de retención de humedad del suelo.

Cuevas *et al.* (2006) consideraron que al aplicar lodos compostados, la redistribución del sistema poroso, con aumento en los microagregados tendría efectos positivos sobre la capacidad de retención de agua. Li1 *et al.* (2011) encontraron disminución del volumen de microporos con el uso de cama de pollo y estiércol de ave.

Densidad aparente y Conductividad hidráulica

No se apreció efecto significativo ($P < 0,05$) de la aplicación de materia orgánica al suelo y de las profundidades evaluadas sobre la densidad aparente (D_a), sin interacción de los fac-

airing and water infiltration. Likewise, Li1 *et al.* (2011) using chicken bed and bird manure modified the soil macropores with an increment of the macroporosity.

Microporosity

The application of the organic matter to the soil presented a significant effect ($P < 0.05$) on the microporosity, without any effect on the depth and with none interaction among the factors. The microporosity increased with the application of organic matter to the soil in the first 10 cm of depth from 12.95 to 17.27% (table 3). This might be because the application of composted manure increased the aggregate, increasing the finest porosities, thus, the humidity retention capacity of the soil.

Cuevas *et al.* (2006) considered that when applying composted mud, the redistribution of the porous system might have positive effects with the increment in the micro-aggregates on the capacity of water retention. Li1 *et al.* (2011) found a volume reduction of microspores using the chicken bed and bird manure.

Apparent density and hydraulic conductivity

None significant effect ($P < 0.05$) was observed between the application of the organic matter to the soil and the evaluated depths on the apparent density (D_a), without interaction among the factors. Even though there was not observed any significant effect, a reduction of D_a was observed with the application of OM to the soil (table 4).

This result might be due to the highest value of total porosity of approximately 4%, since it generates spaces inside the soil matrix by effect

tores. A pesar de no presentar efecto significativo se apreció un descenso de la Da con la aplicación de MO al suelo (cuadro 4).

Este resultado puede ser debido al mayor valor de la porosidad total alrededor del 4%, ya que se generan espacios dentro de la matriz del suelo por efecto del material orgánico adicionado. Así mismo, Cuevas *et al.* (2006) al aplicar lodos compostados en dosis mayores 30 t.ha⁻¹ indujo disminución de la densidad aparente del suelo.

Por su parte Adeleye *et al.* (2010) y CH Yang *et al.* (2010), indicaron disminución de la densidad aparente el suelo al comparar el uso de estiércol de ave y paja de arroz, respectivamente con la ausencia del mismo. Además, Ojeniyi *et al.* (2013) reportaron que la densidad aparente se redujo como la tasa de aplicación de gallinaza. Eche,

of the added organic matter. Likewise, Cuevas *et al.* (2006) when applying composted mud in doses higher than 30 t.ha⁻¹ induced a reduction of the apparent density of the soil.

On the other hand, Adeleye *et al.* (2010) and CH Yang *et al.* (2010) indicated a reduction of the apparent soil density when comparing the use of bird manure and rice straw, respectively, with its absence. Additionally, Ojeniyi *et al.* (2013) reported that the apparent density reduced as the application rate of compost. Eche *et al.* (2013) using cow manure reduced in 18% the apparent density.

Also, the application of organic matter in big volume caused a reduction of the apparent density at short term; related to the increment of the total porosity, especially the thick porous (Seguel *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Densidad aparente y conductividad hidráulica del suelo con y sin aplicación de materia orgánica a diferentes profundidades.

Table 4. Apparent density and hydraulic conductivity of the soil with and without the application of the organic matter at different depths.

| Tratamientos | | | |
|---------------------------------------|---------------------|---|--|
| Materia orgánica (estiércol) | Profundidad (cm) | Densidad aparente (g cm ⁻³) | Conductividad hidráulica (cm.h ⁻¹) |
| Sin aplicación de materia orgánica | 0-10 | 1,24 ^a | 1,32 ^{ab} |
| | 10-20 | 1,24 ^a | 1,25 ^b |
| | 20-30 | 1,14 ^a | 2,75 ^a |
| Con aplicación de materia orgánica | 0-10 | 1,07 ^a | 2,35 ^{ab} |
| | 10-20 | 1,09 ^a | 1,38 ^{ab} |
| | 20-30 | 1,13 ^a | 2,57 ^{ab} |

Columnas con letras diferentes denotan diferencias significativas (P<0,05).

et al. (2013) con el uso de estiércol de vaca se redujo reducción en un 18% de la densidad aparente.

Además, las aplicaciones de materia orgánica en grandes volúmenes provocaron en el corto plazo una disminución de la densidad aparente; relacionada con el aumentó la porosidad total, especialmente los poros gruesos (Seguel *et al.*, 2003).

Más aun, la materia orgánica contribuye a una mejor agregación y estructuración del suelo, produciendo una reducción de la densidad aparente, mejorando la conductividad hidráulica, la infiltración y retención de agua (Castillo *et al.*, 2004).

Con respecto a la conductividad hidráulica, se notó efecto ($P < 0,05$) significativo de la profundidad sobre la conductividad hidráulica. No así en la aplicación de materia orgánica al suelo, sin interacción entre los factores. La conductividad hidráulica fue mayor en la profundidad de 20 -30cm en el suelo *in situ* sin aplicación de materia orgánica, aunque sin tendencia clara (cuadro 4).

Cuevas *et al.* (2006) mencionaron que la aplicación de compost de lodo en dosis crecientes de hasta 37,5 t.ha⁻¹ provoca un aumento de la conductividad hidráulica saturada. Aunque, en dosis mayores (hasta 80 t.ha⁻¹) se ha observado la formación de un sello superficial.

Conclusiones

El uso de estiércol de caprino en cantidad de 130 t.ha⁻¹ para la producción en huertos demostrativos de la comunidad periurbana de la ciudad de Carora, estado Lara se consideró favorable.

The organic matter contributes to a better aggregation and soil structuring, producing a reduction of the apparent density, improving the hydraulic conductivity, the infiltration and water retention (Castillo *et al.*, 2004).

Regarding the hydraulic conductivity, a significant effect ($P < 0.05$) was observed between the depth and the hydraulic conductivity; but without any effect in the application of organic matter to the soil, and without any interaction among the factors. The hydraulic conductivity was higher in the depth from 20-30 cm in the soil *in situ* and without application of the organic matter, but without any clear tendency (table 4).

Cuevas *et al.* (2006) mentioned that the application of mud compost in crescent doses of even 37.5 t.ha⁻¹ caused an increment of the saturated hydraulic conductivity. However, in higher doses (until 80 t.ha⁻¹) the formation of a superficial seal is observed.

Conclusions

The use of goat manure in quantity of 130 t.ha⁻¹ was considered favorable for the production of demonstrative orchards of the urban community of Carora city, Lara state.

The application of organic matter improved the physical and chemical properties of the soil in a demonstrative orchard. The soil increased the content of organic matter, available phosphorous and potassium, it increased the microporosity and reduced the

La aplicación de materia orgánica, mejoró las propiedades físicas y químicas del suelo en un huerto demostrativo. El suelo presentó incremento del contenido de materia orgánica, fósforo disponible y potasio, aumento de la microporosidad y disminución de la densidad aparente, característica que favorecieron la retención y la conservación de humedad en el suelo, necesaria en condiciones de semiáridos.

apparent density, characteristics that favored the retention and conservation of humidity in the soil, which is necessary in semi-arid conditions.

End of english version

orgánicas en las propiedades físicas de un ultisol. Agricultura Técnica. 64 (3): 288-294.

Literatura citada

Adeleye, E.O., L.S Ayeni y S.O. Ojeniyi. 2010. Effect of Poultry Manure on Soil Physico-Chemical Properties, Leaf Nutrient Contents and Yield of Yam (*Dioscorea rotundata*) on Alfisol in Southwestern Nigeria. *Journal of American Science* 6(10): 871- 878.

Cuevas J., O. Seguel, A. Ellies, J. Dörner. 2006. Efectos de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo con especial referencias a la adición de lodos urbanos. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 6 (2): 1- 12.

Altieri, M. y C. Nicholls. 2009. Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo. *Agroecología* 1: 30-36.

CH Yang, TK Kim., JH Ryu, SB Lee, S Kim, NH Baek, WY Choi y SJ Kim. 2010. Effect of rice straw application on Soil Physico-chemical Properties. *Memoria World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World*. Australia. pp: 13-15.

Álvarez-Solís, J., E. Díaz-Pérez, N. León-Martínez y J. Guillén-Velásquez. 2010. Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz. *Terra Latinoamericana* 28 (3): 239-245.

Eche, N., E. Oyema, I. Amapui y M.V. Bruns. 2013. Effect of application of organic and mineral soil amendments in a continuous cropping system for 10 years on chemical and physical properties of an Alfisol in Northern Guinea Savanna zone. *International Journal of Agricultural Policy and Research* 1 (4): 116-123.

Arrieché, I. y O. Mora. 2005. Efecto de la aplicación de residuos orgánicos sobre el cultivo de maíz en suelos degradados en el estado Yaracuy, Venezuela. *Bioagro* 17 (3): 155-159.

Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Mac- Fonaiap. 2da. Edición. Caracas. 270 p.

Bohn, H., B. McNeal y G. O'Connor. 2000. Química de suelo. Editorial LIMUSA. Mexico.

Gómez, R., G. Lázaro y J.A. León. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico de Tabasco. *Universidad y Ciencia* 24 (1): 11-20.

Carvajal, A., A. Feijoo, H. Quintero, M. Rondón. 2009. Carbono orgánico del suelo en diferentes usos del terreno de paisajes andinos colombianos. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 9 (3): 222-235.

Julca-Otiniano, A., L. Meneses-Florián, R. Blas-Sevillano, S. Bello-Amez. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia* 24(1): 49-61.

Castillo, A., D. Gauna, H. Dalurzo y S. Fernández. 2004. Subproductos del tabaco y de tung como enmiendas

Li1, J.T., X.L. Zhong, F. Wang y Q.G. Zhao. 2011. Effect of poultry litter and livestock manure on soil physical and

- biological indicators in a rice-wheat rotation system. *Plant soil Environment*. 57 (8):351–356.
- Liu, X., S. J. Herbert, A. M. Hashemi, X. Zhang y G. Ding. 2006. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation—a review. *Plant Soil Environment* 52 (12):531–543.
- López, R. y M. López. 1985. El diagnostico de suelo y plantas (Métodos de campo y laboratorio). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 351p.
- Mogollón1, J., O. Tremont y N. Rodriguez. 2001. Efecto del uso de un vermicompost sobre las propiedades biológicas y químicas de suelos degradados por sales. *Venesuelos* 9(1 y 2):48-57.
- Narro, E. 1994. Física de suelos: Con enfoque Agrícola. Editorial Trillas. México. 195 p.
- Ojeniyi, S.O., O.A. Amusan y A.O. Adekiya. 20013. Effect of Poultry Manure on Soil Physical Properties, Nutrient Uptake and Yield of Cocoyam (*Xanthosoma saggitifolium*) in Southwest Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 13 (1):121-125.
- Pérez, P. y B. Mendoza. 2002. Manual de Prácticas de Suelo. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Decanato de Agronomía. 89 p
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnostico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. *Revista Alcance* 32:1-91.
- Pool, L., A. Trinidad, J. Etchevers, J. Pérez y A. Martínez. 2000. mejoradores de la fertilidad del suelo en la agricultura de ladera de los altos de Chiapas, México. *Agrociencia* 34(003):251-259.
- Rivero, C. 1999. La materia orgánica y los suelos del trópico con énfasis en los suelos Venezolanos. En: *La materia Orgánica*. Revista Alcance 57:185-212.
- Seguel, O., García V. y M. Casanova. 2003. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. *Agricultura Técnica* 63 (3):287-297.