

Atributos biológicos de dos suelos de Quibor bajo diferentes uso y manejo

Soil biological attributes in two Quibor´soils under different use and management

B. Mendoza¹, A. Florentino², M. Henríquez¹ y O. Rodríguez¹

¹Departamento de Química y Suelos, Dec. de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. Apto. 400. Telf. 00582512592308. ²Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. Apto 4579.

Resumen

El objetivo fue caracterizar en Quibor, Venezuela, los atributos biológicos de dos suelos cultivados, uno bajo manejo convencional (CV) y otro bajo sistema conservacionista (CS) así como de sus respectivos suelos de referencia bajo vegetación natural (VNCV) y (VNCS). Se midió la respiración basal (C-CO₂) por el método de absorción alcalina y el carbono de la biomasa microbiana (CBm) por fumigación-extracción con cloroformo. Los resultados indican que el C-CO₂ (µg C-CO₂ g⁻¹ suelo 10 día⁻¹) fue mayor en CV (337-374) y CS (321-41) con respecto a los suelos de referencia. El menor valor del CBm ocurrió superficialmente en CV (83,49 µg CB g⁻¹ suelo) pero en los otros tres sistemas, fue en el segundo estrato. Los atributos biológicos, determinados en los suelos estudiados son sensibles a los efectos del uso y manejo de suelo, por lo tanto pueden aportar información para establecer la sustentabilidad de los agroecosistemas en la zona.

Palabras clave: biomasa microbiana, respiración basal, sistema de manejo.

Abstract

The aim of this research was to characterize the biological attributes of two cultivated soils in Quibor, Venezuela, one under conventional management (CV) and another under a conservation system (CM) as well as their respective reference soils under natural vegetation (NVCV) and under a conservation system (NVCM). The basal respiration (C-CO₂) was measured by the alkaline absorption method and the microbial biomass carbon (CBm) by chloroform spraying-extracting

Recibido el 22-11-2012 • Aceptado el 30-6-2014

Autor de correspondencia e-mail: bmendoza@ucla.edu.ve; mhenriquez@ucla.edu.ve; orlandorodriguez@ucla.edu.ve; florentino@agr.ucv.ve

method. Results indicate that the C-CO₂ (μg C-CO₂ g⁻¹ soil 10 day⁻¹) was higher in CM (337-374) and CM (321-41) with respect to their reference soils. The lowest value of the CBm took place superficially in CM (83.49 μg CBm g⁻¹ soil) but in the other three systems, took place in the second stratum. The determined biological attributes in the soils studied, resulted sensitive to the effects of their use and management, so, they could provide information to establish the sustainability of this area agro-ecosystems.

Key words: microbial biomass, basal respiration, soil management.

Introducción

La calidad del suelo expresa la capacidad del mismo para funcionar dentro de los límites del ecosistema e interactuar positivamente con su ambiente externo y esta capacidad se expresa a través de indicadores los cuales están definidos en función de atributos inherentes del suelo tales como: propiedades físicas, químicas y biológicas así como de su interacción con los insumos naturales y aplicados (Karlen *et al.*, 1997).

Entre los atributos del suelo que pueden ser indicadores biológicos se utilizan: población de hongos, bacterias, respiración microbiana, carbono de la biomasa microbiana y cociente metabólico.

La Depresión de Quibor ubicada en el estado Lara - Venezuela, representa un área agrícola fundamental como productor de cultivos hortícolas, cultivos anuales, permanentes, semipermanentes y ganadería. Por encontrarse en un clima semiárido, la producción agrícola se desarrolla principalmente bajo riego.

La disminución de la capacidad productiva de los suelos de Quibor, afectados por las lluvias erráticas de la zona y prácticas convencionales, ha sido reportada por Henríquez *et al.* (2003), por lo cual, en ciertas unida-

Introduction

The soil quality expresses its capacity to function on the limits of the ecosystem and to interact positively with its external environment, this capacity is expressed through indicators which are defined in function of attributes inherent to the soil, such as: physical, chemical and biological properties as well as their interaction with the natural and applied inputs (Karlen *et al.*, 1997).

Among the soil attributes that might be biologic indicators are used: fungi population, bacteria, microbial respiration, carbon of the microbial biomass and metabolic ratio.

Quibor depression located in Lara state, Venezuela, represents a fundamental agriculture area as a producer of horticulture crops, annual, permanent and semi-permanent crops and livestock. Since it presents a semi-arid weather, the agriculture production mainly develops under irrigation.

The reduction of the soil productive capacity of Quibor, affected by erratic rains of the area and conventional practices, has been reported by Henríquez *et al.* (2003); thus, in some production units some conservative handle practices have been reported such as: crop rotation, incorporation of organic

des de producción, se han adoptado algunas prácticas de manejo conservacionista tales como: rotación de cultivos, incorporación de materiales orgánicos y barbecho, incluso en algunos casos se ha recurrido a cambios en el patrón de uso con introducción de otros cultivos, en aras de mejorar o recuperar la calidad del suelo.

En tal sentido, el objetivo de este trabajo fue caracterizar biológicamente dos suelos bajo diferentes sistemas de manejo y sus respectivas áreas no intervenidas de referencia, para tener un diagnóstico inicial de algunos de sus indicadores de calidad.

Materiales y métodos

El estudio se realizó con suelos de la Serie de Suelos Quibor, ubicada en la depresión de Quibor (9°53'N, 69°34' W, 700 msnm), municipio Jiménez del estado Lara, con precipitación de 400 a 500 mm anuales y temperatura media de 25,5°C. Se seleccionaron dos suelos intervenidos, uno bajo manejo convencional (CV) y otro bajo manejo conservacionista (CS), el primero con clase textural arcillo limosa y el segundo franca, para cada uno se seleccionó un área no intervenida como referencia, en este sentido, se tiene vegetación natural (VNCV) y vegetación natural (VNCS), respectivamente (cuadro 1).

En CV se siguió una rotación: cebolla (*Allium cepa* L.)-maíz dulce (*Zea mays*)-tomate (*Lycopersicum esculentum* mill.)-cebolla, con descanso del suelo de seis a 10 meses entre cosecha y nueva siembra. Durante el cultivo, se aplicaron diferentes insecticidas, fertilizantes químicos y de 15

materials and fallow, even in some cases there have been changes in the use pattern introducing other crops, with the aim of improving or recovering the soil quality.

On this sense, the aim of this research was to make a biological characterization of two soils under different handling systems and their corresponding non-intervened areas of reference, to obtain an initial diagnose of some of the quality indicators.

Materials and methods

The research was done with soils of the soil series Quibor, located in the Quibor depression (9°53'N, 69°34' W, 700 masl), Jiménez parish, Lara state, with annual precipitations from 400 to 500 mm and mean temperature of 25.5°C. Two intervened soils were selected, one under conventional management (CM) and other with conservationist management (CS), the first with lime clayey texture and the second with loamy texture, for each a non-intervened area was selected as reference, in this sense, there is natural vegetation (NVCM) and conservationist vegetation (NVCS), respectively (table 1).

In CM a rotation was followed: onion (*Allium cepa* L.)-Sweet corn (*Zea mays*)-tomato (*Lycopersicum esculentum* mill.)-onion, with soil resting from six to 10 months among harvest and a new sowing. During the crop, different insecticides and chemical fertilizers were applied, and from 15 to 20 Mg.ha⁻¹ of organic matter (compost) directly prepared in the farm. Furrow irrigation was done. The CS is being sowed eight years ago with

Cuadro 1. Clase textural de los suelos bajo diferentes sistemas de manejo.**Table 1. Texture type of soils under different handling systems.**

Sistema de manejo	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
Convencional	0	51	49	Arcillo limosa
Vegetación Natural	0	48	52	Arcillo limosa
Conservacionista	28	47	25	Franca
Vegetación Natural	35	46	19	Franca

a 20 Mg.ha⁻¹ de enmiendas orgánicas (compost) preparado directamente en la finca. El riego se hizo por surco en forma de serpentin. El suelo en CS viene siendo sembrado desde hace ocho años con pasto bermuda (*Cynodon dactylon* L.), también con aplicación de compost y riego en melgas. Se escogió un área representativa para cada suelo, muestreando cada uno de ellos, en cuadrículas, en nueve puntos distribuidos, equidistantes 10 m entre sí, resultando un área de 900 m² (30 m * 30 m). La profundidad de muestreo se definió a partir de la diferenciación de estratos en el perfil de suelo. En CV, dado que el objetivo fue tomar las muestras en el área donde existía el mayor volumen de raíces de la cebolla, se realizó un corte horizontal para remover la capa superficial del camellón y considerar como punto inicial de muestreo el nivel donde se encontraba el sistema radical de la cebolla. La primera profundidad de muestreo fue hasta los primeros 5 cm, luego de 5 a 18 cm; en VNCV, se utilizó igual criterio que en CV. En CS se cortó la biomasa aérea del cultivo y se tomaron muestras de 0-5 y de 5-12 cm. En VCNS, se utilizó el mismo criterio que en CS.

En cada punto se tomaron muestras disturbadas, con tres repeticiones

Cynodon dactylon L., and applying compost and irrigation. A representative area was selected for each soil, sampling each in grid systems in nine distributed points with 10 m distance in between, resulting in an area of 900 m² (30 m * 30 m). The sampling depth was defined after the difference of stratus in the soil profile. In CM, since the objective was to take the samples in the area with more volume of onion roots, a horizontal cut was done to remove the superficial surface and to consider as initial sampling area the level where the root system of the onion was. The first sampling depth was until the first 5 cm, later from 5 to 18 cm; in NVCM the same criteria was used in CM. In CS the aerial biomass of the crop was cut and samples of 0-5 and 5-12 were taken. In NVCM, the same criterion was used as in CS.

On each point, disturbed samples were taken, with three replications per point. In the case of non-intervened areas, only three points were sampled with three replications, since the values were only used as reference.

To the soil samples taken in the field were determined in the laboratory: the basal respiration (C-CO₂) according to the method described by Alef (1995)

por punto. En el caso de las áreas no intervenidas, solamente se muestrearon tres puntos con tres repeticiones, ya que sus valores fueron utilizados solo como referencia.

A las muestras de suelo tomadas en campo se les determinó en el laboratorio: la respiración basal (C-CO₂) según el método descrito por Alef (1995) y el contenido de carbono proveniente de la biomasa microbiana (CBm) mediante el método de fumigación-extracción modificado de Vance *et al.* (1987). Todas las determinaciones se hicieron por triplicado. El cociente metabólico (qCO₂) se obtuvo a partir de la relación entre C-CO₂ y CBm.

Después de agrupar los datos en función de la clase textural y determinado las variables biológicas de suelo, se realizó un análisis comparativo de las medias poblacionales para cada sistema de manejo mediante prueba de t de student (P<0,05), para determinar si existen diferencias significativas entre los sistemas de manejo para cada uno de las variables biológicas evaluadas. También se realizó la misma prueba de t de student (P<0,05), para determinar si existen diferencias significativas debido a la profundidad en los sistemas de manejo para cada uno de las variables biológicas evaluadas. Para los análisis estadísticos se trabajó con el paquete estadístico computarizado INFOSTAT Versión 1.1.

Resultados y discusión

Respiración basal

En el cuadro 2, se observan los valores de respiración basal para todos los suelos estudiados. Estos variaron entre 98,4 y 393,1 µg C-CO₂ g⁻¹

and the carbon content coming from the microbial biomass (CBm) with the fumigation-extraction method of Vance *et al.* (1987). All the determinations were done by triplicate. The metabolic ratio (qCO₂) was obtained after the relation between C-CO₂ and CBm.

After grouping the data in function of the texture and determining the biological variables of the soil, a comparative analysis of the population means was performed for each handling system, with the T student test (P<0.05), to determine if there are significant differences among the handling systems for each of the evaluated biologic variables. Also, the same t student test (P<0.05) was performed to determine if there are significant differences due to the depth in the handling systems for each of the evaluated biological variables. For the statistical analysis, the INFOSTAT 1.1 computer statistical software was use.

Results and discussion

Basal respiration

In table 2 are observed the basal respiration values for all the studied soils. These varied from 98.4 to 393.1 µg C-CO₂ g⁻¹ soil 10 day⁻¹. In the clayey lime texture type, the CM shows C-CO₂ of the same stratum statistical inferior than the second, meanwhile, in NVCM is not observed a significant effect of the depth on this variable. For the loamy texture, the basal respiration in both systems was statistical superior in the most superficial layer.

On each texture type, the intervened handling system (CM and CS) showed values of C-CO₂ significantly higher than the areas

Cuadro 2. Atributos biológicos de los suelos bajo diferentes sistemas de manejo.
Table 2. Biologic attributes of the soils under different handling systems.

Manejo	Profundidad cm	Clase textural arcillo limosa			
		$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo } 10 \text{ día}^{-1}$	C-CO ₂	CBm	qCO_2
		$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ suelo } 10 \text{ día}^{-1}$	$\mu\text{g CB g}^{-1} \text{ suelo}$	$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ CBm día}^{-1}$	$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ CBm día}^{-1}$
Manejo convencional	0 - 5	336,80 ± 45,02 ^{Ab}	83,49 ± 42,02 ^{Ba}	0,55 ± 0,38 ^{Aa}	
	5 - 18	373,50 ± 36,25 ^{Aa}	86,56 ± 44,4 ^{Ba}	0,65 ± 0,35 ^{Aa}	
Vegetación natural	0 - 5	164,80 ± 18,22 ^{Ba}	304,19 ± 13,94 ^{Aa}	0,05 ± 0,007 ^{Ba}	
	5 - 15	148,20 ± 18,45 ^{Ba}	233,14 ± 30,62 ^{Ab}	0,06 ± 0,007 ^{Ba}	
Clase textural franca					
Manejo conservacionista	0 - 5	393,10 ± 62,97 ^{Aa}	411,52 ± 102,61 ^{Aa}	0,10 ± 0,024 ^{Aa}	
	5 - 12	290,80 ± 62,78 ^{Ab}	321,31 ± 118,15 ^{Ab}	0,10 ± 0,043 ^{Aa}	
Vegetación natural	0 - 5	169,40 ± 12,4 ^{Ba}	369,28 ± 40,99 ^{Aa}	0,05 ± 0,007 ^{Ba}	
	5 - 15	98,40 ± 23,10 ^{Bb}	145,60 ± 23,56 ^{Bb}	0,07 ± 0,01 ^{Ba}	

Media ± desviación estándar de: C-CO₂ = carbono del dióxido de carbono; CBm = carbono de la biomasa microbiana; qCO₂ = cociente metabólico. Valores seguidos por letras mayúscula distintas dentro de la columna indican diferencias estadísticas entre los sistemas de manejo de una misma clase textural según prueba t (P<0,05). Valores seguidos por letra minúscula distinta dentro de la columna indican diferencias estadísticas entre la profundidad para un mismo sistema de manejo según prueba t (P<0,05).

suelo 10 día⁻¹. En la clase textural arcillo limosa, CV muestra C-CO₂ del primer estrato estadísticamente inferior al segundo, mientras que en VNCV no se observa un efecto significativo de la profundidad sobre esta variable. Para la clase textural franca la respiración basal en ambos sistemas fue estadísticamente superior en la capa más superficial.

En cada clase textural el sistema de manejo intervenido (CV y CS) mostró valores de C-CO₂ significativamente superior al de los sitios bajo vegetación natural, VNCV y VNCS respectivamente, esta tendencia difiere de la reportada por Frazao *et al.* (2010) quienes señalan una mayor actividad respiratoria de la biomasa microbiana en los sistemas con menor intensidad de manejo de suelo.

El C-CO₂ en CV indica mayor actividad biológica, esto puede ser debido a la presencia de un sustrato más lábil o a una situación de estrés. En el caso del suelo bajo manejo conservacionista, la alta actividad microbiana podría originarse de los aportes de biomasa aérea, de raíces y los exudados radicales desde el pasto, los cuales proveen un sustrato orgánico, nutrientes y energía a los microorganismos, favoreciendo su crecimiento y actividad (Koné *et al.*, 2008).

Por otro lado, se ha encontrado que la actividad microbiana decrece al disminuir el contenido de humedad del suelo (Tang *et al.*, 2006), lo que podría estar influyendo en estos resultados, debido a que las muestras de los suelos intervenidos se tomaron cuando éstos contenían entre 60 y 66% de la humedad a capacidad de campo,

under natural vegetation, NVCM and NVCS respectively, this tendency differs to the reported by Frazao *et al.* (2010), who mention a higher respiratory activity of the microbial biomass in the systems with less handling intensity of the soil.

The C-CO₂ in CM indicates higher biologic activity; this might be due to the presence of a more labile substrate or a stress situation. In the case of the soil under conservationist system, the high microbial activity might originate from the provisions of aerial biomass of the roots and the roots exudates from the grass, which provide organic substrates, nutrients and energy to the micro-organisms, favoring their growth and activity (Koné *et al.*, 2008).

On the other hand, it is known that the microbial activity decreases when reducing the humidity content of the soil (Tang *et al.*, 2006), which might be influencing in these results, since the intervened soil samples were taken when these had from 60 to 66% of humidity to field capacity; meanwhile, in areas under natural vegetation of the soil, had less humidity (3% m/m), because these are not irrigated and in the area, the precipitations are scarce.

Carbon of the microbial biomass

The CBm in NVCM was statistical equal for both stratus, but not for XXXX, probably because the conventional handle favors the degradation of organic matter, since when the aggregates break down, the OM is exposed to the microbial action, meanwhile, the natural system contributes to the accumulation of few organic matter naturally provided to

mientras que en los sitios bajo vegetación natural naturales el suelo tenía menos humedad (3% m/m) pues éstos no reciben riego, y en la zona, las precipitaciones son escasas.

Carbono de la biomasa microbiana

El CBm en VNCV fue estadísticamente igual para los dos estratos, no así para VNCV, probablemente porque el manejo convencional favorece la degradación de la materia orgánica, ya que al romperse los agregados, la MO queda expuesta a la acción microbiana, mientras que el sistema natural, contribuye a la acumulación de la poca materia orgánica que se aporta naturalmente al sistema. En los sistemas de manejo de la clase textural franca se observa una disminución significativa del CBm a mayor profundidad, resultados similares fueron reportados por Zamora *et al.* (2005) y Huang *et al.* (2012), explicando que el origen del CBm es la materia orgánica y que ésta fue mayor en el horizonte más superficial.

Contrario a los sistemas de manejo de la clase franca (CS y VNCS), el CBm en VNCV es significativamente superior al obtenido en CV. El suelo de CV presenta el menor valor de CBm de todos los suelos estudiados. Las cantidades de CBm determinadas en los suelos evaluados están entre 83,49 $\mu\text{g C g}^{-1}$ en CV y 432,93 $\mu\text{g C g}^{-1}$ en VNCS. El valor de 83,49 $\mu\text{g C g}^{-1}$ de suelo está muy cerca de los valores reportados por Koné *et al.* (2008) de 90 y 95 $\mu\text{g C g}^{-1}$, en un suelo de sabana, quemado antes de ser cultivado con maíz en rotación con leguminosas, y fertilizado con urea. Estos bajos valores de CBm pudieran atribuirse a que la labranza en CV,

the system. In the handling systems with loamy texture, a significant reduction of CBm was observed at a higher depth; similar results were reported by Zamora *et al.* (2005) and Huang *et al.* (2012), explaining that the origin of CB is the organic matter, and it was higher in the most superficial horizon.

Contrary to the handling systems of loamy type (CS and NVCS), the CBm in NVCM is significantly higher than the obtained in CM. The soil of CM presents the lowest value of CBm of all the studied soils. The CBm quantity determined in the evaluated soils are 83.49 $\mu\text{g C g}^{-1}$ in CM and 432.93 $\mu\text{g C g}^{-1}$ in NVCS. The value of 83.49 $\mu\text{g C g}^{-1}$ of the soil is very close to the values reported by Koné *et al.* (2008) from 90 to 95 $\mu\text{g C g}^{-1}$, in a soil with Savannah, burned before being cropped with corn in rotation with legumes and fertilized with urea.

These low values of CBm might be attributed in function that the tillage in CM allows a dilution of the microbial biomass in a higher soil volume, situation that is marked by a higher depth of arable soils regarding the non-tillage soils. Also, the erosion by the water and wind, when tillage soils are undercover or the crops are not too developed, might cause lost of organic matter in the superficial horizon. Bationo *et al.* (2007), indicate that the content of microbial biomass is strongly sensitive to the input and output of the organic matter.

Metabolic ratio

The metabolic ratio was not affected by the depth in any of the handling systems, but it did vary significantly the handle, the same

permite una dilución de la biomasa microbiana en un mayor volumen de suelo, situación que es acentuada por una mayor profundidad de los suelos arables con respecto a la de los otros suelos no labrados. También la erosión por el agua y el viento, cuando los suelos labrados están descubiertos o los cultivos poco desarrollados, pueden acarrear pérdidas de materia orgánica en el horizonte superficial. Bationo *et al.* (2007), indican que el contenido de biomasa microbiana es fuertemente sensible a la entrada y salida de materia orgánica al suelo.

Cociente metabólico

El cociente metabólico no se vio afectado por la profundidad en ninguno de los sistemas de manejo, pero si varió significativamente debido al manejo, este mismo comportamiento fue encontrado por Silva *et al.* (2010). El qCO_2 fue significativamente menor en las dos áreas bajo vegetación natural con respecto a las áreas intervenidas, indicando que posiblemente en los suelos cultivados, los microorganismos tienen una más alta tasa metabólica por condiciones desfavorables, y por tanto utilizan más C para la respiración y menos cantidad para síntesis celular, especialmente en el suelo CV (Ferrerías *et al.*, 2009). Resultado similares son descritos por Hernández y López (2002), al señalar que el tipo de manejo afectó el cociente metabólico de la biomasa microbiana en macro y microagregados, pues los macro y microagregados del suelo natural y el suelo con siembra directa, mostraron menos actividad de la biomasa microbiana que en el suelo con manejo convencional y que, esto probablemente se debía a dos razones: primero

behavior was found by Silva *et al.* (2010). The qCO_2 was significantly lower in the two areas under natural vegetation, regarding the intervened areas, indicating that in the cropped soils, the micro-organisms might have a higher metabolic rate by unfavorable conditions, thus, use more C for breathing and less quantity for cellular synthesis, especially in the CM soil (Ferrerías *et al.*, 2009). Similar results are described by Hernández and López (2002), when mentioning that the type of handle affected the metabolic ratio of the microbial biomass in the macro and micro-aggregates, since the macro and micro-aggregates of the natural soil and the soil with direct sow showed less activity of the microbial biomass than in the soil with conventional handle, and this probably was due to two reasons: first to the great quantity of organic substrate, which is not easily available for the micro-organisms, evidenced in the highest quantity of OM content in these soils, and secondly, due to the presence of older aggregates in the natural soil and in the soil under direct sow compared to the conventional tillage. In those older aggregates, part is steadier and more recalcitrant OM and consequently, less subject to the attack of micro-organisms.

The values of the metabolic ratio varied from 0.65 to 0.05 $\mu g\ C-CO_2\ \mu g^{-1}\ CBm\ day^{-1}$ similar to the ones obtained in this research are reported by Ferrerías *et al.* (2009) and Silva *et al.* (2010), the latter mention that high values are indicative of the ecosystem submitted to some stress condition or disturb, indicating a less conservationist system of the organic

a la gran cantidad de sustrato orgánico que no está fácilmente disponible para los microorganismos, lo cual se evidencia en la mayor cantidad de MO contenida en estos suelos y segundo debido a la presencia de agregados más viejos en el suelo natural y en el suelo bajo siembra directa comparado con labranza convencional. En esos agregados más viejos parte de la MO es más estable y recalcitrante y en consecuencia, menos sujeta al ataque de los microorganismos.

Los valores de cociente metabólico variaron entre 0,65 y 0,05 $\mu\text{g C-CO}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{CBm día}^{-1}$ similares a los obtenidos en este estudio son reportados por Ferreras, *et al.* (2009) y Silva *et al.* (2010), estos últimos señalan que valores elevados son indicativo de ecosistemas sometidos a alguna condición de estrés o disturbio indicando sistema menos conservacionista de la materia orgánica del suelo.

Los atributos respiración basal y carbono de la biomasa microbiana fueron más sensibles que el cociente metabólico ya que ambos se vieron afectados por la profundidad y las diferentes situaciones de manejo del suelo, mientras que el cociente metabólico sólo se vio afectado por el manejo del suelo.

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio, en ambas clases texturales de suelo la intervención antrópica del mismo conllevó al incremento de la respiración basal y el cociente metabólico. Los atributos biológicos expresan que el manejo convencional del suelo provoca su degradación bio-

matter of the soil.

The attributes basal respiration and carbon of the microbial biomass were more sensitive than the metabolic ratio, since these were affected by the depth and the different handling situations of the soil; meanwhile, the metabolic ratio was only affected by the soil handle.

Conclusions

Under the conditions of this research, in both soil textures, the antropic intervention caused the increment of the basal respiration and the metabolic ratio. The biologic attributes express that the conventional handle of the soil provokes its biologic degradation, and the conservationist handle favors the increment of the microbial biomass. The determination of the biologic attributes basal respiration, carbon of the microbial biomass and metabolic ratio in the different handling conditions of the soil might indicate changes regarding the degradation or restoration of the soil quality.

Acknowledgement

The authors thank UCV-UNEFM-UCLA, FONACIT project "Development and validation of indicators for the sustainability evaluation of the land use and the design of sustainable agricultural systems", with the code number: G-2002000557 and the Scientific and Technological Development Board of UCLA (CDCHT), with the project registered with the code 001-DAG-2008.

End of english version

lógica, y el manejo conservacionista favorece el aumento de la biomasa microbiana. La determinación de los atributos biológicos respiración basal, carbono de la biomasa microbiana y cociente metabólico en las diferentes situaciones de manejo del suelo puede indicar cambios en cuanto a la degradación o restauración de la calidad del suelo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a: UCV-UNEFM-UCLA proyecto FONACIT “Desarrollo y validación de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad del uso de la tierra y el diseño de sistemas agrarios sostenibles” Código del Proyecto: G-2002000557 y al Consejo de Desarrollo científico y Tecnológico de la UCLA (CDCHT) proyecto registrado bajo el código 001-DAG-2008.

Literatura citada

- Alef, K. 1995. Soil respiration. En: Alef, K.; P. Nannipieri. (Eds). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press. Harcourt Brace & Company, Publishers. p. 214-217.
- Bationo, A., J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Wasway J. Kimetu. 2007. Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agroecosystems. *Agricultural Systems*. 94:13-25.
- Ferreras, L., S. Toresani, B. Bonel, E. Fernández, S. Bacigaluppo, V. Faggioli y C. Beltrán. 2009. Parámetros químicos y biológicos como indicadores de calidad del suelo en diferentes manejos. *Ciencia del Suelo Argentina*. 27(1):103-114.
- Frazao, L.A., M.C. Piccolo, B.J. Feigl, C.C. Cerri y C.E.P. Cerri. 2010. Inorganic nitrogen, microbial biomass and microbial activity of a sandy Brazilian Cerrado soil under different land uses. *Agric. Ecosys. Environ.* 135:161-167.
- Henríquez, M., O. Rodríguez, F. Montero y A. Hernández. 2003. Efectos de acondicionadores naturales y sintéticos sobre los cationes solubles y la infiltración de agua en un Aridisol. *Pesq. Agrop. Bras.* 2:311-316.
- Hernández, R.M. y D. López. 2002. El tipo de labranza como agente modificador de la materia orgánica: Un modelo para suelos de sabana de los llanos centrales venezolanos. *INCI*. 27(10):529-536.
- Huang, Z. S., Y.H. Fu y L. F. Yu. 2012. Characteristics of soil microbial biomass carbon and soil water soluble organic carbon in the process of natural restoration of Karst forest. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 23(10): 2715-20.
- Karlen, D.L., M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Gline, R.F. Harris, y G.E. Schuman. 1997. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:4-10.
- Koné, W.A., J.E. Tondoh, F. Bernhard-Reversat, G. Loranger-Merciris, D. Brunet y Y. Tano. 2008. Changes in soil biological quality under legume- and maize-based farming systems in a humid savanna zone of Côte d'Ivoire. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(2):147-155.
- Silva, R.R., M.N.L., Silva, E.L. Cardoso, F.M.S. Moreira, N. Curi y A.M.T. Alovisei. 2010. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes – MG. *R. Bras Ci Solo*. 34:1585-1592.
- Tang, X., G. Zhou, S. Liu, D. Zhang, S. Liu, J. Li y C. Zhou. 2006. Dependence of soil respiration on soil temperature and soil moisture in successional forests in southern China. *J. Integr. Plant Biol.* 48 (6):654-663.
- Vance, E.D., P.C. Brookes y D.S. Jenkinson. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19:703-707.

Zamora, F., J.P. Mogollón y N. Rodríguez.
2005. Cambios en la biomasa
microbiana y la actividad enzimática
inducidos por la rotación de cultivos

en un suelo bajo producción de
hortalizas en el estado Falcón,
Venezuela. Multiciencias. 5(1): 62-70.