



DEGRADACIÓN QUÍMICA DE SUELOS AGRÍCOLAS EN LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, VENEZUELA

José Pastor Mogollón¹, Alicia Martínez² y Wilder Rivas¹ ✉

¹ Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda; ² Instituto Universitario de Tecnología Alonso Gamero.

✉
jmogollon15@gmail.com.

Palabras clave:
uso de la tierra; calidad del suelo; salinidad; zonas áridas.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del uso de la tierra (UT) sobre las propiedades químicas del suelo, estableciendo indicadores de calidad de este recurso, en los sistemas hortícolas del sector Jadacaquiva de la Península de Paraguaná, Venezuela. El área experimental está ubicada en la microcuenca El Socorro-Jadacaquiva del Municipio Falcón, específicamente en el Fundo "El Guárico". Los tres UT evaluados fueron: i) producción de Cucumis melo L. bajo sistema intensivo, con labranza convencional, riego por goteo y fertilización química; ii) producción de Aloe vera M bajo cero labranza y sin fertilización ni riego; y iii) suelo bajo vegetación natural, como condición control o testigo. Las variables químicas estudiadas fueron el pH, la conductividad eléctrica (CE), el carbono orgánico (CO), las bases cambiables (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} y Ca^{2+}), y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). El efecto del TUT con melón bajo manejo convencional mostró los mayores problemas de degradación química al presentar una drástica reducción en el contenido de CO, mayores valores de CE y mayores valores del PSI. Por su parte, el manejo alternativo con sábila presentó mejores condiciones de suelo, al observarse un incremento en el contenido de CO y valores similares de CE comparativamente con el bosque natural.

CHEMICAL DEGRADATION OF AGRICULTURAL SOILS IN PARAGUANA PENINSULA, VENEZUELA

Key words:
land use, soil quality; salinity; arid zones.

SUELOS
ECUATORIALES
44 (1): 22-28

ISSN 0562-5351

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the impact of land use (LU) on soil chemical properties establishing soil quality indicators in the horticultural systems in Jadacaquiva, Paraguaná Peninsula. The experimental area is located in the watershed of the El Socorro-Jadacaquiva Municipality Falcon, specifically the Fundo "The Guárico". The three LU evaluated were: i) production of Cucumis melo L. under intensive system with conventional tillage, drip irrigation and chemical fertilizers; ii) production of Aloe vera M under zero tillage without fertilization or irrigation; and iii) soil under natural vegetation as a control condition. The chemical variables studied were pH, electrical conductivity (EC), organic carbon (OC), exchangeable cations (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+}) and exchangeable sodium percent (ESP). The effect of LU under conventional management with Cucumis melo showed higher chemical degradation problems by presenting a drastic reduction in the content of OC, higher values of EC and ESP. Meanwhile, the alternative management with Aloe vera showed better soil conditions, the observed increase in the OC and EC values comparatively similar to the natural forest.

INTRODUCCIÓN

La degradación de tierras es un proceso que conlleva a un deterioro progresivo de la calidad del suelo. Los sistemas agrícolas han conducido a un deterioro continuo del recurso suelo, en especial, desde el punto de vista físico y químico, lo que se traduce en una pérdida de la productividad agrícola reflejada en menores rendimientos y mayores problemas ambientales. Estos procesos de degradación son bastante frecuentes en las regiones áridas del mundo (Quiñones & DalPozzo, 2008), regiones que comprenden más de la tercera parte de las tierras del mundo. La mayoría de los suelos en esas regiones tienen un alto potencial de fertilidad si son irrigados y se mantiene un balance de nutrientes. No obstante la implementación de sistemas agrícolas en estas zonas, en algunas ocasiones puede llevar a dos tipos de problemas: a) la degradación química del suelo, producto de la acumulación de sales solubles, y b) problemas de degradación física de suelos, como compactación, pérdida de estructura, los cuales no sólo provocan un déficit nutricional sino que también disminuyen el potencial productivo de estos suelos (Muñoz *et al.* 2013).

En este sentido, se plantea que la salinidad, además de afectar el crecimiento de las plantas, puede ejercer un proceso adverso sobre la biota y sobre los procesos biológicos esenciales que mantienen la calidad de un suelo (Mogollón *et al.* 2001). En la zona semiárida del estado Falcón, Venezuela, se ha observado en los últimos años un proceso de degradación continua de la tierra, debido a la predominancia de sistemas agrícolas inapropiados (Torres *et al.* 2006; Mogollón *et al.* 2010), lo que ha traído como consecuencia el incremento de suelos afectados por sales, erosión hídrica y eólica, resultando en reducción de la fertilidad de los suelos, disminución en la cantidad y calidad de agua disponible para los cultivos y pérdida de la biodiversidad animal y vegetal; lo que ha conducido a la improductividad de los recursos existentes en la zona (Rodríguez *et al.* 2009).

En el caso de los agroecosistemas ubicados en la Península de Paraguaná, a la fecha no se han realizado estudios que permitan evaluar el estado actual de las condiciones del recurso suelo, a pesar de la alta presión que existe hoy en día, producto de sistemas altamente intensivos como las cucurbitáceas bajo

sistema de riego altamente tecnificado. Es bastante probable que exista en la zona una condición de incipiente a moderada degradación de suelos, por lo cual resulta sumamente importante establecer la línea base del estado de calidad actual del recurso suelo. Por ello es necesario evaluar algunos parámetros químicos como posibles indicadores de la calidad del suelo, que permitan establecer las condiciones actuales de este recurso en estas zonas intervenidas. Por ello se planteó esta investigación cuyo principal objetivo fue la evaluación del impacto de tres tipos de uso de la tierra sobre algunos parámetros químicos relacionados con condiciones de degradación edáfica, a fin de establecer indicadores de calidad del recurso suelo, en los sistemas hortícolas del sector Jadacaquiva de la Península de Paraguaná.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio

El trabajo se realizó en la Parroquia Jadacaquiva del Municipio Falcón. Específicamente el sector Las Margaritas, que se encuentra ubicado entre las coordenadas Norte 1.307.343 y 1.323.107 metros, Este 366.440 y 394.731 metros. Limita por el Norte con el Mar Caribe, por el sur con el municipio Carirubana, por el Este con el municipio Los Taques y por el Oeste con Golfo Triste. La precipitación media anual en la zona de Jadacaquiva es de 323 mm, y una evaporación media anual de 2850 mm (Matteucci *et al.* 1999). Los suelos predominantes en esta microcuenca son los Haplargids (Zamora *et al.* 2008). La vegetación de la zona corresponde al monte espinoso tropical, y el tipo de dominancia vegetal está representada por *Ritterocereus* spp. (Matteucci, 1987).

Descripción del área experimental

El área experimental está ubicada en la microcuenca El Socorro-Jadacaquiva del Municipio Falcón, con una superficie aproximada de 26.516,90 ha. El estudio se desarrolló en el fundo "El Guárico" (Figura 1) localizado según las coordenadas UTM 1.315.620 Norte y 383.336 Este, a una altura de 54 msnm, con una superficie total de 57 hectáreas.

Evaluación de la calidad del suelo

Para evaluar la calidad del suelo, una de las alternativas es la construcción de escenarios hipotéticos considerando el tiempo y el uso de la tierra como factores

importantes en el cambio de las variables evaluadas (Martínez, 2006). En este sentido, la metodología utilizada para determinar los indicadores de calidad de suelo, fue la utilizada por Rodríguez *et al.* (2009) que se basa en la construcción de un gradiente artificial del uso de la tierra. Este enfoque teórico fue el asumido en la presente investigación, con base en trabajos previos (Mogollón *et al.*, 2010; Torres *et al.*, 2006) y que el sistema con mayor impacto sobre el suelo en zonas áridas del estado Falcón en Venezuela, fue el uso con melón (*Cucumis melo L.*).

Usos de la tierra evaluados

En esta unidad de producción se evaluaron tres tipos de uso de la tierra: i) suelo bajo vegetación natural, el cual fue empleado como referencia para la construcción del gradiente ambiental; ii) producción

de melón (*Cucumis melo L.*) bajo sistema intensivo, con labranza convencional, riego por goteo y fertilización química; y iii) producción de Sábila (*Aloe vera M*) bajo cero labranza y sin fertilización ni riego. En el momento del muestreo (Julio del 2013), la superficie de la parcela con melón estaba representada por tres hectáreas del cultivo, cuya mecanización se realizó con un pase de arado y tres pases de rastra; el riego se aplica por sistema de goteo, utilizando agua de pozo profundo. Se aplicaron fertilizantes al suelo, utilizando triple 15 (15-15-15), 400 kg/ha/ciclo. Se aplicaron insecticidas (Iannate, 800 ml/ha) y fungicidas (benomyl, 300 ml/ha) en el control fitosanitario del cultivo. Este uso se viene realizando en esta misma parcela desde hace doce años aproximadamente; anteriormente el suelo estaba bajo vegetación natural.

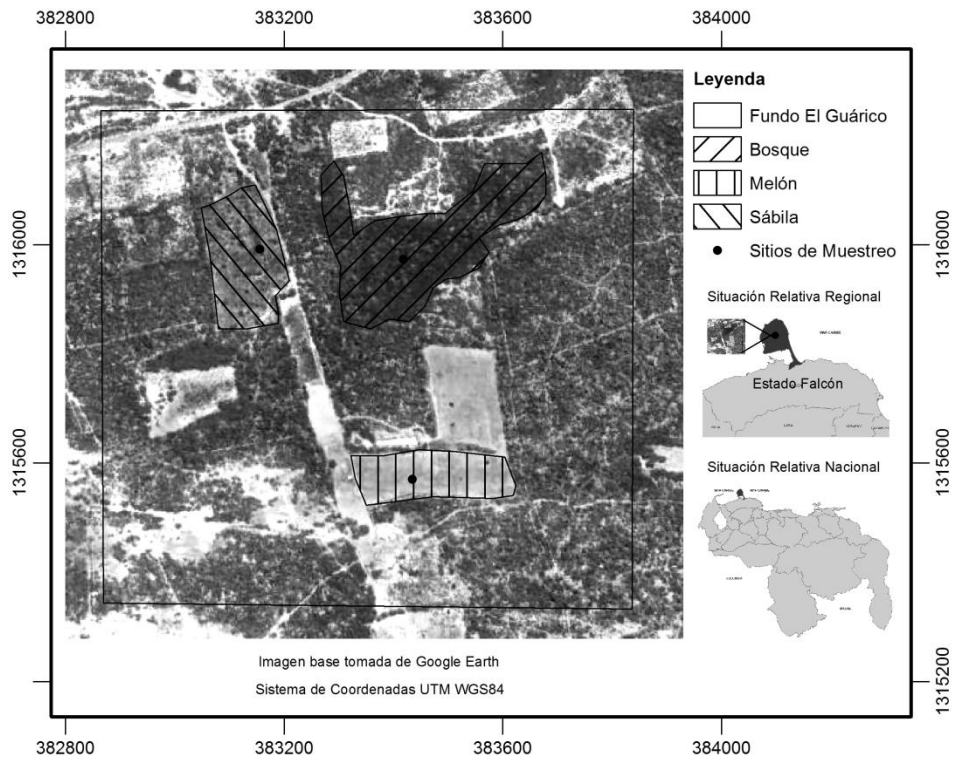


Figura 1: Ubicación del sitio experimental. Imagen editada a partir del Google Earth

La parcela con sábila correspondía a una superficie aproximada de una hectárea. Para el momento del muestreo, el cultivo tenía una edad aproximada a 3 años. Se realizó una preparación inicial del suelo al momento de la siembra (2 pases de rastra), pero luego no se hizo ningún tipo de mecanización. No se aplica

riego, ni agroquímicos. La parcela utilizada como condición control, correspondió a un bosque secundario con vegetación natural, predominando la especie *Ritterocereus spp* además de especies como el Cují (*Prosopis juliflora*), y a nivel de sotobosque predominan la tuna guasabara (*Opuntia caribea*) y el

buche (*Cactus caesius*), entre otras. Los tres suelos evaluados en esta finca, se ubican en la misma unidad taxonómica denominada *Typic Haplargids*, con textura franco-arcillo-arenosa, alta permeabilidad, pH neutro, y bajos valores de materia orgánica.

Diseño experimental

El estudio es de carácter cuasi-experimental, y se interpretó como un diseño completamente aleatorio, con el tipo de uso de tierra como variable de clasificación (un factor). Dentro de cada tipo de uso de la tierra se obtuvieron siete muestras a dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) para evaluar los cambios en los parámetros químicos del suelo.

Preparación de la muestra

Las muestras fueron recolectadas con un barreno y se tomaron de forma aleatoria para las determinaciones químicas. Se tomaron en total 42 muestras de suelo (14 por cada Tipo de Uso de la Tierra). Una vez recolectadas, éstas se secaron a temperatura ambiente; se tamizaron (tamiz de 2 mm) y se almacenaron en envases plásticos de 500 gramos.

PARÁMETROS ANALIZADOS

pH y conductividad eléctrica

El pH y la conductividad eléctrica (CE) se determinaron a través de los métodos potenciométrico, en una relación suelo:agua 1:2 y método conductimétrico, en una relación suelo:agua 1:2, según la metodología propuesta por el FONAIAP (1990). Se pesaron 50 g de cada muestra y se agregó 100 ml de agua destilada en un beaker de 100 ml. Se colocaron 30 minutos en el agitador para luego proceder a tomar las lecturas con el pHmetro y conductímetro. Los resultados de la CE fueron expresados en dS m^{-1} .

Carbono orgánico

El carbono orgánico (CO) del suelo se determinó mediante oxidación húmeda con ácido sulfúrico concentrado, dicromato de potasio y posterior titulación con sulfato ferroso amoniacal (Walkley & Black, 1934).

Bases cambiables

Se determinó Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ , mediante extracción con acetato de amonio y posterior

determinación por absorción atómica, según el método descrito por Thomas (1982).

Porcentaje de sodio intercambiable

Se estimó el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) mediante fórmula matemática:

$$\text{PSI} = \left(\frac{[\text{Na}^+]}{\sum \text{bases cambiables}} \times 100 \right)$$

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) para determinar las diferencias entre los distintos tipos de uso de la tierra, sobre los parámetros de suelo evaluados. Para aquellas variables que presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), se realizaron pruebas de medias de Tukey para separar los tratamientos en función de la magnitud de los valores obtenidos. Para ello se utilizó el software INFOSTAT 1.1 (INFOSTAT, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH

En relación al pH no se observaron diferencias significativas entre los diferentes TUT evaluados (tabla 1). Todos los valores están dentro del rango de la neutralidad, presentando valores entre 6,90 a 7,20.

Carbono orgánico del suelo

En la tabla 1 se observan los valores del carbono orgánico del suelo (COS), el cual siempre resultó ser mayor ($p < 0,05$) en el primer horizonte del suelo (0-10 cm), encontrándose una disminución marcada en el estrato subsuperficial (10-20 cm), particularmente en el TUT con melón, lo cual pudiese indicar un agotamiento progresivo de los niveles de materia orgánica del suelo (MOS) en este sistema más intensivo de producción. En este sentido, al comparar los valores del CO del suelo superficial en el TUT con melón (1,19%) con el suelo superficial bajo bosque (1,97%), hay una disminución equivalente al 40% del carbono orgánico del suelo. Por otra parte, los valores de COS en el TUT con sábila fueron iguales al sistema control (TUT bajo vegetación natural) lo cual indica que este tipo de uso de la tierra, no conlleva efectos negativos sobre la MOS.

Tabla 1. Características físico-químicas de los suelos estudiados a las dos profundidades evaluadas.

Tipo Uso	pH	CO	Clase	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Tierra/Prof (cm)		(%)	Textural	Cmol _c Kg ⁻¹			
Sábila							
0-10 cm	6,94 a	1,82 a	FAa	1,90 a	0,20 a	0,26 c	0,14 a
10-20 cm	6,90 a	1,22 b	FAa	1,69 a	0,17 a	0,25 c	0,08 b
Melón							
0-10	7,20 a	1,19 b	FAa	1,57 a	0,19 a	1,37 a	0,12 a
10-20	7,15 a	0,82 c	FAa	1,93 a	0,17 a	0,78 b	0,07 b
Vegetación Natural							
0-10 cm	7,10 b	1,97 a	FAa	1,81 a	0,15 a	0,21 c	0,06 b
10-20 cm	7,10 b	1,37 b	FAa	1,57 a	0,14 a	0,20 c	0,07 b

Letras diferentes indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0,05$, $n=14$). CO: Porcentaje de Carbono Orgánico.

Se ha señalado en la literatura que los suelos de zonas áridas presentan bajos contenidos de materia orgánica (MO) como resultado de la escasa producción primaria neta y de la rápida degradación de los restos orgánicos (Abril *et al.* 2014). Por otra parte, también se ha indicado que las prácticas que conllevan el uso intensivo de la tierra pueden tener un efecto adverso sobre los niveles de la MOS (Zamora *et al.* 2005). Concentraciones muy bajas de CO en suelos utilizados con monocultivos, pueden estar relacionadas con un efecto de dilución del suelo superficial con el suelo subsuperficial, aunado a un aumento en la tasa de oxidación de la MOS (Angers *et al.* 1993). Resultados similares a los encontrados en este estudio, han sido reportados en suelos de zonas áridas del Cebollal de Coro, donde el manejo intensivo con cultivos de melón han propiciado la disminución de las reservas de MOS en el corto plazo (Mogollón *et al.* 2010).

Cationes cambiables

En la tabla 1 se presentan los valores de los cationes cambiables del suelo para los tres TUT y las dos profundidades de muestreo. Para el caso del calcio (Ca²⁺) y el magnesio (Mg²⁺) no hubo diferencias significativas entre los TUT ni por profundidades.

Con respecto a los valores de sodio (Na⁺), los valores más altos (tabla 1) se encontraron en el TUT con melón

(1,37 Cmol_c Kg⁻¹); no hubo diferencias significativas entre el TUT con sábila y vegetación natural (0,26 y 0,21 Cmol_c Kg⁻¹ respectivamente), para el estrato de 0-10 cm. Una tendencia similar se encontró para el estrato más profundo (10-20 cm). De alguna manera, se observa la acumulación de Na⁺ en los suelos con TUT bajo melón; esto indica que los sistemas de manejo tradicionales de la zona podrían acumular sodio intercambiable, un agente dispersante que conlleva problemas estructurales graves, más aun si los niveles de materia orgánica son bajos y el suelo se encuentra desprotegido frente al impacto de las gotas de lluvia, tal como ha sido señalado por Torres *et al.* (2006).

En el caso del potasio (K⁺) los valores más altos (cuadro 1) se registraron en los TUT con sábila y melón, con valores de 0,14 y 0,12 Cmol_c Kg⁻¹ respectivamente, para el suelo superficial. El suelo con TUT bajo vegetación natural presentó valores de 0,06 Cmol_c Kg⁻¹. Los resultados del TUT con melón pueden ser atribuidos a las prácticas de fertilización previa que ha recibido esta parcela. En el caso del TUT con sábila, la acumulación de K⁺ en los suelos superficiales puede ser atribuida a la alta tasa de evaporación en los suelos de este sistema, que aunada a las pocas precipitaciones registradas en la zona, condicionan la acumulación de sales en la superficie del suelo, lo cual es característico de las zonas semiáridas (Satti & López, 1994).

ÍNDICES DE SALINIDAD DEL SUELO

Conductividad eléctrica

Se observaron cambios significativos ($p \leq 0,05$) en la CE del suelo (tabla 2), por efecto del TUT. Los valores más bajos se encontraron en el TUT bajo vegetación natural, con valores entre 0,52 y 0,65 dS m^{-1} siendo catalogados como suelos no salinos. Los suelos del TUT con sábila presentaron valores de 0,88 dS m^{-1} para la profundidad de 0-10 cm y de 1,45 dS m^{-1} para la profundidad de 10-20 cm. Los valores más altos en este parámetro fueron encontrados en los suelos con TUT de melón, con valores entre 2,75 y 3,76 dS m^{-1} , para la profundidad de 10-20 cm y 0-10 cm respectivamente; siendo clasificados estos suelos como altamente salinos.

Tabla 2. Índices de salinidad para los suelos a las dos profundidades de estudio.

Tipo Uso	Tierra/Prof (cm)	CE (dSm^{-1})	PSI (%)	Clase Suelo
Sábila	0-10 cm	0,88 d	10,40c	No salino
	10-20 cm	1,45 c	11,41 c	
Melón	0-10 cm	3,76 a	42,15a	Salino sódico
	10-20 cm	2,75 b	26,4 b	
Vegetación Natural	0-10 cm	0,52 e	9,41 c	No salino
	10-20 cm	0,65 e	10,60 c	

Letras diferentes indican diferencias significativas, prueba de Tukey ($p \leq 0,05$, $n=14$). CE: Conductividad Eléctrica; PSI: Porcentaje de Sodio Intercambiable.

En este sentido, se plantea que el TUT bajo el sistema intensivo cultivado con melón bajo riego y con aplicación de fertilizantes y agroquímicos está propiciando un proceso de salinización de suelos, siendo este más evidente en el horizonte superficial del suelo. Resultados similares han sido reportados por Mogollón *et al.* (2010), para la zona del Cebollal de Coro, donde en épocas pasadas el uso de la tierra con sistemas de melón tecnificado propició procesos de salinización del suelo. Zamora *et al.* (2008) plantean que los procesos de degradación de la tierra en zonas semiáridas del estado Falcón, son acelerados por la introducción de sistemas de riego localizados y de alta frecuencia, que mantienen la solución edáfica diluida, permitiendo así obtener altas producciones aunque sin eliminar las sales o el sodio del suelo, y llevando de esta manera a una salinización oculta a mediano o largo plazo.

Por otra parte los bajos niveles de CE en suelos bajo vegetación natural pueden estar relacionados con la protección que brinda la vegetación de bosque, que cubre la superficie edáfica, disminuyendo los niveles de evaporación y por ende evitando la acumulación superficial de las sales en los suelos.

Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) expresa el porcentaje de Na^+ respecto a los demás cationes adsorbidos. Se considera que un suelo puede sufrir problemas de sodificación y dispersión de la arcilla cuando el $\text{PSI} > 15\%$. En la tabla 2 se observan los valores de PSI para los tres TUT evaluados. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en este parámetro, siendo los valores del TUT con melón mayores al TUT con sábila y vegetación natural, no existiendo diferencias entre estos dos últimos.

En el caso del TUT con melón los valores de PSI fueron mayores al 15% en las dos profundidades evaluadas (42% y 26% para 0-10 y 10-20 cm, respectivamente). Con base en los valores de CE y el PSI, estos suelos se clasifican como suelos salino-sódicos, lo cual da a entender que tienen un exceso de sales solubles principalmente de tipo sódicas. Es importante resaltar, que desde el punto de vista agrícola presentan un problema que requiere de medidas especiales y prácticas de manejo adecuadas, ya que en los suelos salino-sódicos se altera la productividad de los cultivos, deprimiéndose significativamente (Goykovic & Saavedra, 2007).

En principio se puede pensar que dado a que los suelos salino-sódicos tienen muchas sales disueltas como los suelos salinos, y alto porcentaje de sodio adsorbido como los suelos sódicos, los efectos serán la suma de los efectos de los suelos salinos y los sódicos. Efectivamente, al igual que los suelos salinos, los rendimientos de los cultivos se ven reducidos por el efecto osmótico de las sales disueltas; y así mismo como ocurre con los suelos sódicos, presentan problemas de toxicidad debido al alto PSI. Pero en cambio los suelos salino-sódicos pueden mantener su estructura cuando el efecto dispersante es contrarrestado por el efecto floculante de las sales disueltas; naturalmente esto depende de la concentración de sales, del PSI y de los demás factores que intervienen en la dispersión de las partículas (FAO, 1997).

CONCLUSIONES

El tipo de uso de la tierra con melón bajo manejo convencional mostró los mayores problemas de degradación química al presentar una drástica reducción en el contenido de carbono orgánico, mayores valores de conductividad eléctrica, y mayores valores de sodio intercambiable. Por su parte, el manejo alternativo con sábila presentó mejores condiciones de suelo, al observarse un incremento en el contenido de carbono orgánico del suelo, con valores similares a los encontrados en la zona no intervenida y bajo vegetación natural.

REFERENCIAS

- ABRIL A, NOE L, FILIPPINI M (2014). Manejo de enmiendas para restaurar la materia orgánica del suelo en oasis de regadío de Mendoza, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 40:1-9.
- ANGERS D, BISSONNETTE N, LEGERE A, SAMSON N (1993). Microbial and biochemical changes induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Can. J. Soil Sci.* 73:39-50.
- FAO (1997). Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. ISSN. 1024-6703. FAO Land and Water Bulletin Number 5. 208 p.
- FONAIAP (1990). Manual de Laboratorio para análisis de suelo. FONAIAP, Maracay, Venezuela. 88 p.
- GOYKOVIC V, SAAVEDRA G (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA*. 25:47-58.
- INFOSTAT (2002). Infostat versión 1.1 Manual del usuario. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina, 134 p.
- MARTINEZ L (2006). Modelo para evaluar la calidad de las tierras: Caso del cultivo de papas. *Agronomía Colombiana*. 24:96-110.
- MATTEUCCI S, COLMA A, PLA L (1999). Recolección sistemática de germoplasmas de *Amaranthus* spp. en ecosistemas secos del estado Falcón, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16: 356-370.
- MATTEUCCI S (1987). The vegetation of Falcon State, Venezuela. *Vegetatio*. 70: 67-91.
- MOGOLLÓN JP, TORRES D, MARTÍNEZ A (2010). Cambios en algunas propiedades biológicas del suelo según el uso de la tierra en el sector el Cebollal, Estado Falcón, Venezuela. *Bioagro*. 18:123-128.
- MOGOLLÓN JP, TREMONT O, RODRÍGUEZ N (2001). Efecto del uso de un vermicompost sobre las propiedades biológicas y químicas de suelos degradados por sales. *Venezuelos*. 9:48-57.
- MUÑOZ D, FERREIRA M, ESCALANTE I, LÓPEZ J (2013). Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra*. 31:201-210.
- QUIÑONES E, DALPOZZO F (2008). Distribución espacial del riesgo de degradación de suelos por erosión hídrica en el estado Lara, Venezuela. *Geoenseñanza*. 13:59-70.
- RODRÍGUEZ N, FLORENTINO A, TORRES D, YENDIS H, ZAMORA F (2009). Selección de indicadores de calidad de suelo en tres tipos de uso de la tierra en la planicie de Coro estado Falcón. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 26: 340-361.
- SATTI S, LÓPEZ M (1994). Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25:2807-2823.
- THOMAS GW (1982). Exchangeable cations. In: A.L. Page (ed.). *Methods of soil analysis*. ASA, SSSA. Madison, Wisconsin, USA, 1806 p.
- TORRES D, RODRÍGUEZ N, YENDIS H, FLORENTINO A, ZAMORA FR (2006). Cambios en algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el sector El Cebollal, estado Falcón. *Bioagro*. 18:123-128.
- WALKLEY A, BLACK IA (1934). An examination of the method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29.
- ZAMORA FR, TORRES D, RODRÍGUEZ N, ZAMORA FJ (2008). Dinámica de las sales en un suelo sembrado con melón (*Cucumis melo*) bajo riego por goteo en la Península de Paraguaná estado Falcón. *Multiciencias*. 8:27-32.
- ZAMORA FR, MOGOLLÓN JP, RODRÍGUEZ N (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*. 5:62-70