

## CAMBIOS EN ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO SEGÚN EL USO DE LA TIERRA EN EL SECTOR EL CEBOLLAL, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA

Duilio Torres<sup>1</sup>, Nectalí Rodríguez<sup>2</sup>, Héctor Yendis<sup>1</sup>, Adriana Florentino<sup>3</sup> y Frank Zamora<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue el de evaluar el impacto de los tipos de uso de la tierra predominantes en el sector El Cebollal, estado Falcón, Venezuela, a partir de la evaluación de variables químicas y determinar el nivel actual de degradación producto de los sistemas de producción. Se evaluaron tres tipos de uso de la tierra: convencional utilizando melón con rastreo y fertilización química, alternativo utilizando sábila con labranza mínima y manejo orgánico, y un bosque secundario, no alterado por varios años, como patrón de referencia. El efecto de los tipos de uso sobre la calidad del suelo se evaluó a través del contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, contenido de macronutrientes, salinidad y sodicidad. Los resultados permitieron determinar que el suelo que presentó un mayor estado de degradación fue el tipo de uso convencional, donde se observó pérdida en el contenido de materia orgánica y menor fertilidad. El sistema alternativo con sábila fue menos degradado al presentar mayores contenidos de materia orgánica que los del sistema convencional, así como otras variables químicas con valores similares a los del bosque secundario. Este último simuló las condiciones naturales de la zona y por lo tanto presentó las mejores propiedades de suelo.

**Palabras clave adicionales:** Tipo de uso de la tierra, degradación química, salinidad, melón, sábila, zona semiárida

### ABSTRACT

#### **Changes in some chemical properties of soils under different land uses in El Cebollal zone, Falcon State, Venezuela**

The objective of this research was to evaluate the impact of the predominant types of land use in El Cebollal area, Falcon State, Venezuela, by the quantification of some chemical attributes to monitor changes in the soil quality and determine the current level degradation. Three kinds of land uses were evaluated: muskmelon under conventional management and chemical fertilization, aloe under minimal tillage and organic management, and a non altered secondary forest, as a reference soil. The effect on the soil was evaluated through chemical properties such as organic matter, cation exchange capacity, macro-nutrient content, salinity and sodicity. It was found that musk-melon under conventional management represented the land use with the most degraded soil, showing a decrease of organic matter and loss of natural fertility. A better status was observed in the land use with organic aloe, which showed less soil degradation, with higher organic matter content than the conventional management, and being comparative to the secondary forest in the other chemical properties. The secondary forest, that simulated the natural conditions of the area, presented in general, the best soils conditions.

**Additional key words:** Land use, chemical degradation, salinity, muskmelon, aloe, semi-arid region

### 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 químico, lo que se traduce en una pérdida de la productividad

agrícola reflejada en menores rendimientos y mayores problemas ambientales (Lal, 1998).

En la zona semiárida del estado Falcón, se ha observado en los últimos años un proceso de degradación continua de la tierra, debido a la predominancia de sistemas agrícolas inapropiados (Rodríguez, 2002).

Adicionalmente, en las condiciones

---

Recibido: Junio 15, 2005

Aceptado: Junio 23, 2006

<sup>1</sup> Dpto. Ambiente y Tecnología. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. e-mail: duiliotr@unefm.edu.ve

<sup>2</sup> Dpto. Desarrollo y Producción Agrícola. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda Coro, Venezuela. e-mail: nectajo@cantv.net; fzamora@inia.gov.ve

<sup>3</sup> Facultad Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay. Venezuela. e-mail: florentinoa@agr.ucv.ve

agroclimáticas predominantes en la zona (bajas precipitaciones y alta evapotranspiración) los procesos de degradación de tierras se hacen más intensos y en muchos casos son acelerados por la introducción de sistemas de riego localizado 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 así a una salinización oculta a mediano o largo plazo (Rodríguez et al., 1993; Vargas et al., 2000).

En este sentido, dado las disminuciones de los rendimientos agrícolas, atribuidos a un deterioro en la calidad del suelo, desde el punto de vista químico, producto presumiblemente de los tipos de usos de la tierra desarrollados, es necesario cuantificar el estado de degradación actual con el fin de proponer el uso integrado de prácticas de manejo conservacionistas para la recuperación de los suelos degradados.

Este enfoque teórico fue el asumido en la presente investigación y para ello se consideraron tres tipos de usos de la tierra: un sistema degradado, un sistema alternativo y un área que no había sido alterada durante años la cual fue usada como patrón de comparación.

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar el nivel de degradación química del suelo producto del impacto de los tipos de uso de la tierra predominantes en el sector El Cebollal de la planicie de Coro en el estado Falcón, para lo cual se estudiaron dos unidades de producción (manejo alternativo y manejo convencional), además de una zona de bosque como área de referencia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en el sector El Cebollal en la planicie de Coro, estado Falcón ubicada entre 12° 55' y 12° 57' N. La zona presenta una precipitación media anual de 450 mm, un evaporación de 3200 mm de promedio anual, temperatura de 27,7 °C y humedad relativa de 74 %, en promedio.

Los suelos estudiados pertenecen a la serie El Patillal y fueron clasificados como Ustollic Haplargids; presentan una textura franco-arenosa, con permeabilidad alta, pH neutro a alcalino, materia orgánica muy baja y baja capacidad de intercambio catiónico.

Para el estudio se seleccionaron dos fincas de productores bajo dos tipos de uso de la tierra y un área bajo bosque natural no intervenido, lo cual originó los siguientes tratamientos:

1. Sistema degradado. Unidad de producción de melón con riego por goteo bajo manejo convencional con tres pases de rastra y fertilización química.
2. Sistema alternativo. Unidad de producción de sábila con riego por goteo, manejo orgánico y labranza mínima.
3. Sistema recuperado. Un área de bosque secundario sin uso durante 7 años y que no había sido alterado por las actividades agrícolas.

Las aguas empleadas para riego presentan una conductividad eléctrica entre 1,44 y 2,25 dS·m<sup>-1</sup>, con cloruros como sal predominante.

El estudio fue de carácter cuasi-experimental, y se interpretó como un diseño completamente aleatorio, con el tipo de uso de tierra como variable de clasificación, y dentro de cada una de ellas se obtuvieron 10 muestras (réplicas) para evaluar los cambios en las variables químicas como resultado del impacto luego de 7 años.

El muestreo se hizo por la metodología de transecta en cuadrículas, donde los puntos de intersección (cada 50 metros aproximadamente) correspondieron a los puntos o sitio de muestreo; se tomaron muestras alteradas para las determinaciones químicas en los primeros 20 cm de suelo. Se muestrearon en total 30 puntos (10 por cada tipo de uso de la tierra).

Las variables químicas evaluadas fueron el carbono orgánico, la conductividad eléctrica, los nutrientes calcio, magnesio y potasio, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

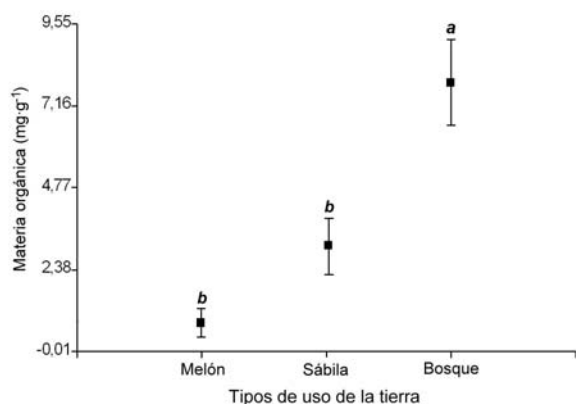
Los resultados fueron analizados mediante el empleo del programa estadístico Infostat. Se utilizó el análisis de varianza y la prueba de medias DGC (Di Rienzo et al., 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, al comparar el efecto de los tipos de uso de la tierra sobre algunos parámetros químicos, reflejan los cambios adversos que se han evidenciado producto de las prácticas agrícolas convencionales. En primer lugar se observó un descenso considerable en el

contenido de materia orgánica en el sistema convencional con melón ( $0,84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) con respecto a un sistema no intervenido de bosque secundario ( $7,84 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) (Figura 1). No obstante, se debe destacar que ocurrió una ligera recuperación en el sistema de sábila con manejo orgánico en el cual se alcanzaron niveles de hasta  $3,07 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  de materia orgánica luego de 7 años bajo este uso. Esto sugiere la importancia que tiene el uso de abonos orgánicos y los sistemas de mínimos insumos para disminuir la degradación en áreas donde el contenido de materia orgánica es muy bajo. Lozano et al. (2004), en un estudio llevado a cabo en sabanas ácidas de los llanos centrales, destacan que los contenidos de carbono orgánico del suelo lograron incrementarse entre un 17 y 57 % luego de cuatro años bajo manejo conservacionista.

Los resultados obtenidos se corresponden a lo señalado por Havlin et al. (1990), quienes indican que los sistemas alternativos, que contemplan la incorporación de residuos orgánicos incrementan el contenido de materia orgánica, mientras que ésta declina cuando baja la producción de residuos y se combina con sistema de labranza tradicional, como fueron los resultados reportados en el caso del melón bajo manejo convencional. Igualmente, Álvarez et al. (1995) y Hunt et al. (1996) encontraron incrementos de los contenidos de materia orgánica en condiciones de no labranza combinada con el uso de abonos orgánicos en comparación los sistemas convencionales en un rango amplio de tipos de suelo.

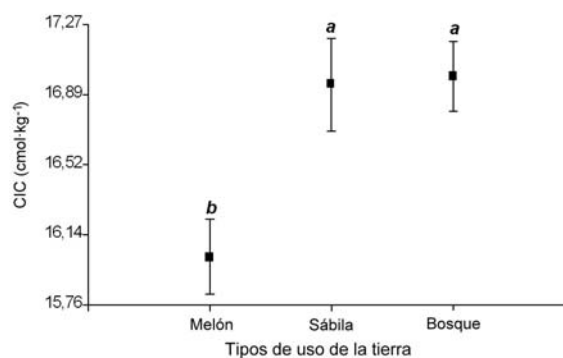


**Figura 1.** Contenidos de carbono orgánico en tres tipos de uso de la tierra en serie El Cebollal (diferencias significativas para  $\alpha=0,05$ ; las barras indican el error estándar)

Gallardo (2004) señala que mientras los ecosistemas están más cercanos al ecuador acumulan más carbono en la biomasa vegetal (siempre que haya una pluviometría favorable). La excepción la constituyen aquellas áreas o regiones donde la lluvia es escasa, característica típica de la zona del estado Falcón donde se realizó este estudio.

La disminución del contenido de carbono orgánico en el sistema convencional trajo como consecuencia una reducción en la CIC (Figura 2). La materia orgánica contribuye a un incremento de las cargas negativas y promueve el aumento de la CIC. No obstante los valores son bajos en general, dado la naturaleza franco arenosa de los suelos estudiados.

La disminución de la CIC ha promovido una menor retención de cationes básicos en el suelo con manejo convencional, lo cual es especialmente notorio al observar la tendencia en los contenidos de calcio, magnesio y potasio (Cuadro 1).



**Figura 2.** Capacidad de intercambio catiónico ( $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) en tres tipos de uso de la tierra en el sector El Cebollal (diferencias significativas para  $\alpha=0,05$ ; las barras indican el error estándar)

El mayor contenido del CO y CIC en el sistema de sábila bajo manejo orgánico en comparación con el sistema bajo manejo convencional ratifica los resultados obtenidos por Wick et al. (1998) y Liebig y Doran (1999), quienes señalan que la materia orgánica está ligada al mejoramiento de las propiedades químicas del suelo.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Sánchez et al. (2002) quienes señalan que el contenido de carbono orgánico,

CIC y potasio fueron algunas de las características más sensibles al cambio de uso de la tierra en el Mediterráneo español y concluyen que estos atributos podrían ser usados como indicadores químicos para determinar la calidad del suelo.

**Cuadro 1.** Valores de bases cambiables en suelos del sector El Cebollal bajo tres tipos de uso de la tierra

Uso de la tierra	Ca	Mg	K
	cmol·kg <sup>-1</sup>		
Sábila manejo orgánico	0,93 b	1,02 b	0,16 a
Melón manejo convencional	0,43 b	0,98 b	0,12 a
Bosque secundario	2,17 a	2,52 a	0,12 a

Letras diferentes indican diferencias significativas para  $\alpha=0,05$

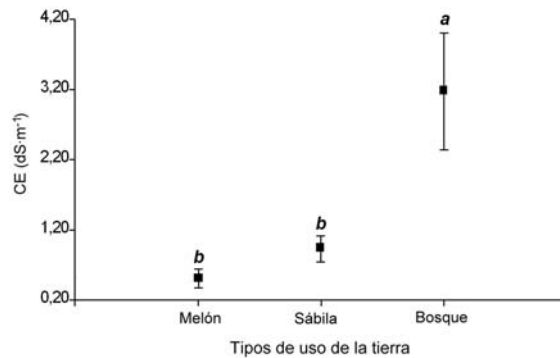
Con relación a los niveles de salinidad, se observa que en el bosque secundario los valores son altos (Figura 3) y reflejan el nivel de salinización que alcanzaron los suelos de esta serie producto del inadecuado uso de la tierra, problema que se ha mantenido como consecuencia de la escasez de precipitaciones y la alta tasa de evapotranspiración. Los menores valores observados en los otros usos de la tierra probablemente se deban a los riegos de aspersión que periódicamente se han aplicado en los cultivos.

En general, los niveles de conductividad eléctrica son superiores a los reportados por Mogollón et al. (2004) de 0,52 dS·m<sup>-1</sup> para la misma zona dos años antes de la realización de la presente evaluación, por lo que en algunas áreas se evidencia cierto avance del proceso de salinización.

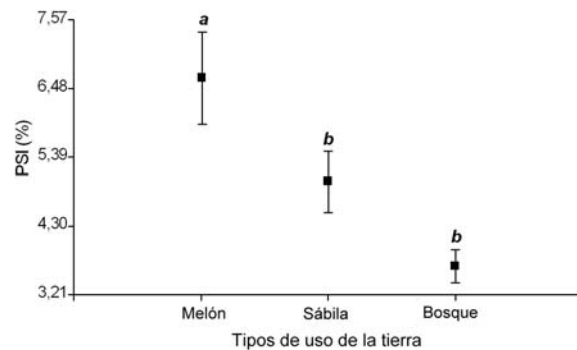
Villafañe et al. (1999) señalan que en el caso de la depresión de Quíbor la abundancia relativa de tierras con respecto a la abundancia de agua favoreció la práctica generalizada de rotación de cultivos, la cual ha evitado su uso intensivo y por consecuencia su salinización. No obstante en la planicie de Coro (Cebollal) las tierras fueron explotadas de manera intensiva y el proceso de salinización ha sido más severo como se observa en la parcela bajo bosque donde los niveles de sales alcanzaron valores superiores a los 3 (dS·m<sup>-1</sup>) que puede afectar a la mayoría de los cultivos hortícolas (Mass, 1990).

Con relación al riesgo de sodificación, en la Figura 4 se observa que los valores de PSI son significativamente más altos en el sistema con uso convencional. Esto indica que los sistemas

tradicionales de manejo en la zona podrían acumular sodio intercambiable, es decir un agente dispersante, que acarrea problemas estructurales graves, más aun si los niveles de materia orgánica son bajos y si el suelo se encuentra desprotegido frente al impacto de las gotas de lluvia.



**Figura 3.** Conductividad eléctrica (CE) en tres tipos de uso de la tierra en el sector El Cebollal (diferencias significativas para  $\alpha=0,05$ ; las barras indican el error estándar)



**Figura 4.** Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) en tres Tipos de uso de la tierra Serie El Cebollal (diferencias significativas para  $\alpha=0,05$ ; las barras indican el error estándar)

En el tipo de uso con bosque secundario los niveles de sodio intercambiable son menores a la vez que se han incrementado los niveles de carbono orgánico por lo que pudiese observarse un mejoramiento en las propiedades estructurales; así mismo, la vegetación contribuye a disminuir el impacto de las gotas de lluvias.

En general, los valores más bajos de materia orgánica, CIC, calcio y magnesio y los mayores de sodio intercambiable se encontraron en el tipo de uso con melón bajo manejo convencional. Se

observó, además, cierta recuperación en el suelo con manejo alternativo y una superioridad de las condiciones en el bosque secundario.

### CONCLUSIONES

El tipo de uso de la tierra bajo manejo convencional mostró los mayores problemas de degradación química al presentar una drástica reducción en el contenido de carbono orgánico, menor capacidad de intercambio catiónico y menor contenido de bases, así como un incremento en el riesgo de sodicidad. Por su parte, el manejo alternativo con sábila orgánica presentó mejores condiciones de suelo, al observarse un incremento en el contenido de carbono orgánico, y valores similares de capacidad de intercambio catiónico comparativamente con el bosque secundario.

### LITERATURA CITADA

1. Álvarez, R., A. Díaz, N. Barbero, O. Santanogila y L. Blotta. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. *Soil Tillage Research* 33: 17-28.
2. Di Rienzo, J.A., A.W. Guzmán y F. Casanoves. 2002. A multiple comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *J. Agric. Biol. Environ. Statistics* 7: 129-142.
3. Gallardo, J. 2004. Secuestro de carbono en bosques. Perspectivas futuras. Memorias del XVII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Suelo. Cartagena. Colombia. p. 14.
4. Havlin, P., E. Kissel, L. Maddux, M. Classen y J. Long. 1990. Crop rotation effect on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Science* 54: 448-452.
5. Hunt, P., D. Karlen, T. Matheny y V. Quisenberry. 1996. Changes in carbon content of a Norfolk loamy sand after 14 years of conservation or continuous tillage. *Soil Water Conservation* 51: 255-258.
6. Lal, R. 1998. Soil quality and sustainable. *Advances in Soil Science*. CRC Press. Boca Raton, Florida. pp. 17-30.
7. Liebig, M., y J. W. Doran. 1999. Impact of organic production practices on soil quality indicators. *J. Environ. Qual.* 28:1601-1609.
8. Lozano, Z., C. Rivero y R.M. Hernández. 2004. Cambios en la calidad de suelos de sabana por el uso de sistemas de manejo conservacionistas. Memorias del XVII Congreso Latinoamericano de Ciencias del suelo. Cartagena. Colombia. p. 6.
9. Mass, E.V. 1990. Crop salt tolerance. *In*: K. Tanji (ed.). *ASCE Manuals and Reports on Engineering* 71. American Society of Civil Engineers. New York. pp. 262-304.
10. Mogollón, J., O. Tremont y N. Rodríguez. 2004. Efectos del uso de un vermicompost sobre las propiedades biológicas y químicas de suelos degradados por sales. VI Jornadas de Investigación de la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda-UNEFM. Coro. Venezuela. Resúmenes p. 199.
11. Rodríguez, A., M. González, L. Hernández, C. Jiménez, M. Orte, P. Padrón, J. Torres y G. Vargas. 1993. Assessment of soil degradation in the Canary Island (Spain). *Land Degradation & Rehabilitation*. 4: 11-20.
12. Rodríguez, N. 2002. Identificación de indicadores de sostenibilidad para los tipos de uso de la tierra en las series El Cebollal y San Isidro de la llanura de Coro. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 96 p.
13. Sánchez, M., M. Soriano, G. Delgado y R. Delgado. 2002. Soil quality in Mediterranean mountain environments. Effect of land use changes. *Soils Science Society Journal* (66): 948-958.
14. Vargas, G., C. Jiménez y A. Rodríguez. 2000. Influencia de las aguas de riego en los procesos de salinización y sodificación de suelos en cultivos de plátanos y tomates. *Edafología* 7: 129-136.

15. Villafañe, R., O. Abarca, M. Azpúrua, T. Ruiz y J. Dugarte. 1999. Distribución espacial de la salinidad en los suelos de Quíbor y su relación con las limitaciones de drenaje y la calidad del agua. *Bioagro* 11 (2): 43-50.
16. Wick, B., R. Kuhne y P. Vlek. 1998. Soil microbiological parameters as indicators of soil quality under improved fallow management-systems in south-western Nigeria. *Plant Soil* 202: 97-107.