

Dinámica de materia orgánica en el Parque Natural El Hondo de Elche-Crevillente (España)

Dynamics of organic matter in the Nature Reserve El Hondo de Elche-Crevillente (Spain)

P. Córdoba¹, I. Meléndez, J. Navarro-Pedreño,
M^a. B. Almendro & J. Mataix

RESUMEN

Se estudió la variabilidad espacio-temporal de carbono orgánico en suelos del Parque Natural El Hondo de Elche-Crevillente en relación con la evolución en el tiempo y con el tipo de cubiertas vegetales. A su vez, se analizan los posibles cambios en el tiempo asociados al uso y a la gestión del territorio. Los resultados mostraron diferencias significativas (ANOVA $p < 0,05$) entre cubiertas superficiales y periodos de muestreo. La gran diversidad de cubiertas y el uso antrópico de las mismas deja de manifiesto las grandes diferencias espacio-temporales en los contenidos de carbono orgánico de estos suelos y las posibilidades de secuestro de carbono que presentan los distintos medios edáficos en un mismo entorno natural.

Palabras-clave: Carbono orgánico, gestión del territorio, uso antrópico, secuestro de carbono, variación espacio-temporal.

ABSTRACT

The space-temporary organic carbon variability was studied in soils from Nature Reserve El Hondo in relation with its time evolution and with the vegetation covers. At the same time, the possible changes produced along the time associated with the use and management of the territory were analyzed. The results revealed significant differences between superficial covers and periods of sampling (ANOVA $p < 0.05$). The great diversity of covers and the anthropic use manifested the great space-temporary differences in the organic carbon content of these soils and the possibilities of sequestration of carbon in different soils present at the same environment.

Key-words: Anthropic use, management of territory, organic carbon, sequestration of carbon, space-temporary variability.

¹ Grupo de Edafología Ambiental, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández de Elche. Av. de la Universidad s/n. Edificio Alcudia.03202 Elche (Alicante, España). Teléfono (+34 966658532). jonavar@umh.es

INTRODUCCIÓN

En el último medio siglo, gran parte de Europa ha sufrido grandes transformaciones del territorio, transformaciones que continúan manifestándose e interaccionarán de forma compleja con los efectos del cambio climático en los suelos. A corto plazo, los cambios de uso del suelo obedecen sobre todo a factores culturales, políticos y socioeconómicos, más que al impacto directo del clima. Sus efectos sobre el suelo pueden ser tanto o más importantes que los del mismo cambio climático (Vitousek, 1992).

Los contenidos de carbono en el suelo, la cantidad de C que un suelo puede secuestrar y su distribución, dependen de los principales factores relacionados con la formación del suelo pero pueden ser fuertemente modificados por los cambios en el uso y el manejo de la tierra (Lal & Bruce, 1998; Schwager & Mikhailova, 2002; FAO, 2002).

El contenido de materia orgánica ha sido estudiado en una gran cantidad de suelos en el mundo y su mayor o menor proporción ha sido atribuida a diversos factores como la precipitación, temperatura, humedad relativa, contenido de arcilla, factor biótico, altitud (asociada a la disminución de temperatura), material parental, etc (Ochoa *et al.*, 1999), por lo que está íntimamente relacionada con las condiciones climáticas y ambientales de cada zona. Sin embargo, la calidad y cantidad de materia orgánica se asocia, además, a atributos significativos de la calidad de los suelos (Doran & Parkin, 1996), sobre todo en ambientes semiáridos, por su influencia en las características físicas (agregación, sistema poroso), químicas (capacidad de intercambio, pH), y en la biota, al ser fuente de materia y energía (Anderson & Ingram, 1989). Por ello, para analizar los factores de variación del carbono

en suelos, conviene considerar a parte de las condiciones climáticas, otros factores como el tipo de cubierta superficial, su evolución en el tiempo y el modelo de gestión.

Los bajos niveles de C orgánico en el suelo superficial observables en suelos mediterráneos y, sobre todo, en suelos semiáridos, los sitúa a menudo por debajo de los valores propuestos como umbrales de degradación. Estos bajos niveles de materia orgánica deben considerarse como un factor clave para la conservación del suelo y para el mantenimiento de las condiciones de cultivo sobretodo en modelos de gestión que basen su fertilidad en la reserva orgánica del suelo (Romanyà *et al.*, 2007).

Estas afirmaciones derivan a varios planteamientos a la hora de estimar el potencial de captura de carbono en suelos bajo distintos escenarios, estableciéndose la necesidad de distinguir dos aspectos fundamentales: cuál es la existencia original de carbono en el suelo y cuáles son los cambios en las existencias de carbono (Batjes, 1999).

En este trabajo se analiza la variabilidad espacio-temporal de carbono orgánico en suelos semiáridos del sureste español, y a su vez, se infiere en los posibles cambios en el tiempo asociados al uso y a la gestión del territorio. En este estudio se ha analizado la reserva de carbono en suelos del Parque Natural El Hondo de Elche-Crevillente en relación con la evolución en el tiempo, y con el tipo de cubiertas que sustentan los suelos, teniendo en cuenta que en su conjunto conforman un único entorno natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Parque Natural de El Hondo se encuentra ubicado entre los términos municipales de Elche y Crevillente (Figura 1),

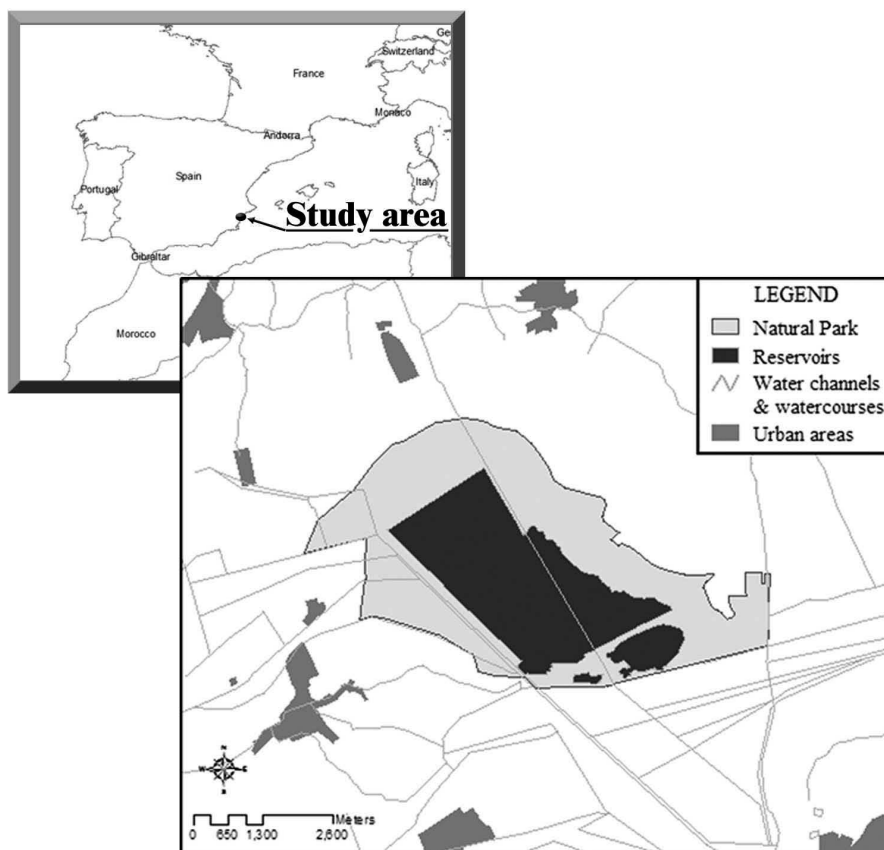


Figura 1- Ubicación Parque Natural El Hondo.

ambos pertenecientes a la comarca del Bajo Vinalopó, al sur de la Comunidad Valenciana, España ($38^{\circ}12'$ latitud norte y $0^{\circ}42'$ longitud oeste). Muestra un clima termomediterráneo seco, con características semiáridas propias del sureste de la Península Ibérica, la temperatura media anual es de 18°C y la precipitación media anual es de 286 mm.

El Hondo fue declarado Paraje Natural de la Comunidad Valenciana en el año 1988, en 1994, fue recalificado como Parque Natural y, en la actualidad, goza de la protección derivada del régimen urbanístico, ya que está integrado en el Plan General de

Ordenación Urbana de Elche y Crevillente. Está incluido en el convenio de RAMSAR (05/12/1989).

Categorización de las cubiertas edáficas

Los terrenos que constituyen El Hondo son bastante homogéneos pero se dan distintos ambientes debido al grado de encharcamiento de las diversas zonas y calidad de las aguas.

La formación dominante es el carrizo alternando en algunas zonas con formaciones de juncos. Las charcas periféricas están

constituídas por aguas con alto grado de salinidad y, en general, de mejor calidad. En ellas, las formaciones de saladar son las predominantes que junto con otras formaciones, constituyen una vegetación típica en la zona de gran interés por su carácter endémico en el sureste peninsular.

También están presentes diferentes tipos de cultivos. El principal cultivo de porte arbóreo en el entorno de este Parque es de la especie *Phoenix dactylifera* en viveros. En cuanto a cultivos de bajo porte, son la alfalfa y cereales los cultivos predominantes según épocas del año. La dificultad de aislar cada zona de cultivos de este tipo aconsejó el establecimiento de una gran mancha al Norte del perímetro donde el predominio del palmeral es notorio, identificándolo, junto al resto de cultivos, como unidad de cultivos en general.

La menor presión antrópica de carácter urbanizador que sufre este Parque frente a otras zonas situadas en la costa, hace de este uso agrícola el predominante en el entorno.

Dada esta versatilidad, se planteó el estudio de la variación temporal en los contenidos de materia orgánica para suelos superficiales de carrizal, saladar y cultivos forrajeros. Los muestreos se realizaron entre febrero y abril de 2007 al ser ésta la época de mayor producción vegetal en el área.

Para este estudio se eligieron siete zonas de muestreo representadas por diferentes cubiertas vegetales:

Zona 1. Carrizal mono-específico (*Phragmites australis*).

Zona 2. Carrizal mezclado con *Juncos sp.* y otros hidrófitos.

Zona 3. Saladar bien desarrollado.

Zona 4. Saladar asentado sobre cultivos recientemente abandonados.

Zona 5. Campo de cultivo con avena (*Avena sativa*).

Zona 6. Campo de cultivo con avena en el primer muestreo, segado y sembrado en el

segundo muestreo.

Zona 7. Campo de cultivo con alfalfa (*Medicago sativa*).

Determinación de carbono orgánico

Las muestras naturales de suelo se acondicionaron como fase previa para la realización del análisis. Se colocaron en bandejas previamente numeradas y, se mantuvieron al aire hasta que se equilibró su humedad con la del laboratorio, una vez finalizado el proceso de secado pasaron por tamiz de malla de 2mm de luz.

La determinación de materia orgánica se realizó mediante el método del LOI (Loss-on-ignition) (Konen *et al.*, 2002). Este método de pérdida por ignición se basa en determinar la pérdida de peso de una muestra de suelo al someterla a una temperatura determinada en un horno-mufla.

Se realizaron 12 replicas para cada cubierta de suelo con el fin de obtener la mayor precisión posible. Para ello, en primer lugar, se pesaron los crisoles donde se ubicaron las muestras, y a continuación, se pesó 3g de cada suelo. Los crisoles con las muestras se colocaron en la estufa a 100°C durante 24 horas para la eliminación de humedad. Pasadas las 24 horas, las muestras de suelo se colocaron en el horno-mufla durante 6 horas a 350°C y, transcurrido este tiempo se colocaron en un desecador. Tras su atemperación se pesaron nuevamente y finalmente se determinó el contenido de carbono orgánico.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los resultados de carbono orgánico con el fin de observar y comparar su tendencia y forma de distribución en función del tipo de cubierta y según el periodo de muestreo.

Después de agrupar los datos por tipos de cubierta y periodo de muestreo, se realizó un análisis de la varianza ANOVA ($p < 0,05$) para estudiar la significancia de los cambios temporales en los contenidos en carbono y el tipo de cubierta presente en cada muestreo.

Los análisis fueron desarrollados con el programa estadístico informático, Statistical Package for the Social Sciences 15.0 (SPSS Inc., 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1, muestra los estadísticos descriptivos: media, desviación típica, límite superior e inferior, varianza, asimetría y curtosis de la distribución de valores en campo, los cuales nos dieron una primera idea de la distribución y dispersión de los resultados obtenidos de LOI (g kg^{-1}).

A la vista de los resultados, los carrizales mostraron un contenido de materia orgánica en torno a 30 g kg^{-1} en el primer muestreo incrementándose a 45 g kg^{-1} , aproximadamente, en el segundo periodo de muestreo. Las medidas de tendencia central para ambos se mostraron compactas alrededor de la media. El carrizal mono-específico (1), mostró una distribución aproximadamente simétrica (según los resultados del coeficiente de simetría) en ambos periodos de muestreo con un reducido grado de concentración alrededor del valor central. El Carrizal mezclado con *Juncos sp* (2), presentó una pequeña distribución asimétrica negativa, que expresó una mayor concentración de valores a la izquierda de la media en el primer muestreo y, una asimetría positiva que manifestó una mayor concentración de los valores a la izquierda en el segundo muestreo; sin embargo, los resultados del coeficiente de curtosis mostraron en ambos

periodos un elevado grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable.

El saladar estabilizado (3) mostró un LOI de 26 g kg^{-1} que se mantuvo estable en el posterior muestreo (sin ganancia de materia orgánica). Presentó una asimetría positiva que expresó una mayor concentración de valores a la derecha de la media con un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales, aunque más acentuada en el primer periodo. El saladar asentado sobre cultivos recientemente abandonados (4), mostró un LOI de 18 g kg^{-1} en el primer muestreo incrementándose a 23 g kg^{-1} en el segundo periodo. Mostró la misma tendencia de distribución en ambos periodos, asimetría positiva con un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable.

En el cultivo de avena (5), se determinó un LOI que varió de 18 a 43 g kg^{-1} , manteniéndose esta tónica para el cultivo de alfalfa (7) que varió de 31 a 52 g kg^{-1} . En cambio, no presentaron el mismo comportamiento en cuanto a su distribución. El cultivo de avena (5) mostró una distribución completamente simétrica en el primer periodo de muestreo, existiendo por tanto, la misma concentración de valores a la derecha y a la izquierda de la media con un elevado grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable. En el segundo periodo, siguió esta distribución pero según los resultados de curtosis, existió una reducida concentración alrededor de los valores centrales de la variable, aunque en este caso esta desviación de la simetría está suficientemente alejada del 0 para ser considerada significativa. El cultivo con avena, segado y sembrado en el segundo muestreo (6), incrementó su contenido en materia orgánica de 30 a 40 g kg^{-1} entre periodos.

Tabla 1. Valores medios y estadística descriptiva de LOI (g kg^{-1}).

	<u>Media</u>	<u>Desviación estándar</u>	<u>Máximo</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Varianza</u>	<u>Coefficiente Asimetría</u>	<u>Curtosis</u>
1º MUESTREO							
(1) Carrizal	29,86	9,11	43,45	15,45	82,97	0,210	-0,921
(2) Carrizal	31,54	7,05	41,68	18,21	49,65	-1,004	0,799
(3) Saladar	26,38	16,34	59,42	14,3	266,96	1,091	-0,396
(4) Saladar	18,60	1,26	20,55	16,64	1,59	0,380	-1,030
(5) Cultivo	18,39	2,38	23,32	14,27	5,67	0,060	0,947
(6) Cultivo	30,02	1,09	31,61	27,93	1,19	-0,559	-0,383
(7) Cultivo	31,03	2,20	34,16	27,74	4,84	-0,079	-1,352
2º MUESTREO							
(1) Carrizal	43,53	9,33	57,41	30,09	87,12	0,138	-1,461
(2) Carrizal	45,11	6,79	59,3	38,6	46,15	1,103	0,388
(3) Saladar	26,63	5,27	34,25	19,33	27,82	0,135	-1,302
(4) Saladar	23,38	3,43	29,23	20,02	11,77	0,805	-0,215
(5) Cultivo	42,94	2,93	47,13	38,28	8,61	0,075	-1,380
(6) Cultivo	40,20	3,01	47,91	37,07	9,07	1,944	3,604
(7) Cultivo	52,30	4,87	60,04	48,23	23,74	0,811	-1,519

Los resultados revelaron una mayor concentración de valores a la izquierda de la media en el primer muestreo, con un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable. En el segundo muestreo, mostraron un comportamiento contrario, hubo una mayor concentración de valores a la derecha de la media con un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable. Por último, el cultivo de alfalfa (7), presentó una ligera asimetría negativa en el primer

periodo y, una asimetría positiva en el segundo periodo, pero en ambos casos, con un reducido grado de concentración alrededor de los valores centrales de la variable.

En líneas generales, todos los suelos presentan un contenido en materia orgánica (LOI) que sigue una distribución aproximadamente simétrica, con valores de dispersión y desviaciones suficientemente bajas para ser consideradas significativas aunque sí entre suelos considerando las coberturas vegetales.

Tabla 2 - Análisis de la varianza ANOVA ($p < 0,05$)

	ANOVA LOI (g kg^{-1})				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	16703,737	13	1284,903	28,473	,000
Intra-grupos	6859,202	152	45,126		
Total	23562,939	165			

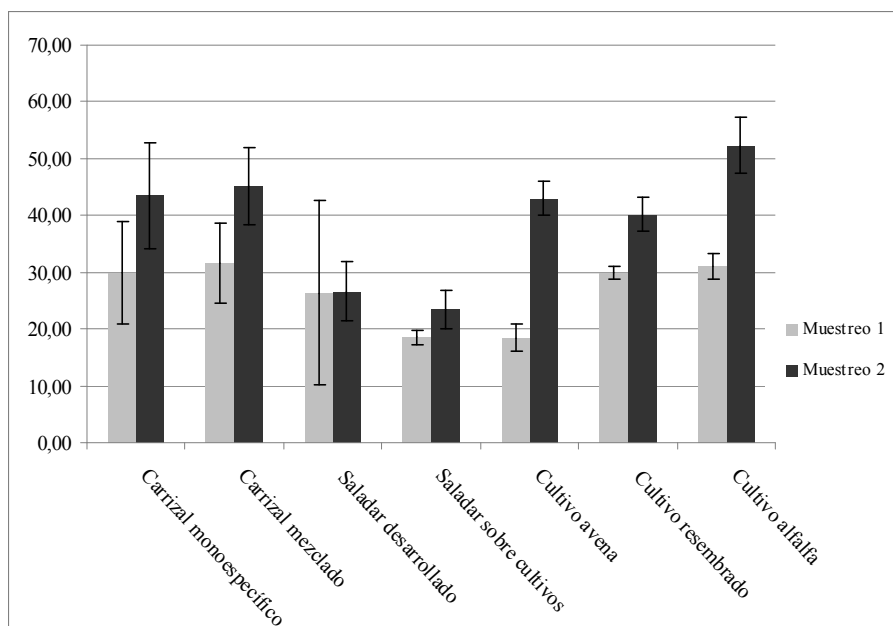


Figura 2 – Gráfico prueba post-hoc: diferencias espacio-temporales entre cubiertas de suelo.

Los resultados del análisis de la varianza ANOVA ($p < 0,05$) (Tabla 2) confirmaron la existencia de efectos diferenciales asociados a cubiertas vegetales del suelo, lo cual queda manifiesto en los valores de las medidas de tendencia central.

Se realizó una prueba post-hoc para saber en qué cubiertas y en qué periodo se dieron dichas diferencias significativas. Los resultados de la prueba post-hoc se muestran gráficamente en la Figura 2. Visualmente, se observa una evolución similar para los carrizales 1 y 2, determinándose únicamente diferencias significativas para la variación temporal, es decir, entre el primer y segundo periodo de muestreo.

Los cultivos, mostraron diferencias significativas entre zonas en el primer periodo de muestreo, con mayor similitud entre los cultivos 6 y 7, mientras que en el segundo periodo, se encontraron mayores

diferencias entre todos los suelos de los cultivos. Todos aumentaron su contenido de materia orgánica entre muestreos.

Para los saladares, no se encontraron diferencias significativas entre si; ambas cubiertas mostraron un comportamiento similar a lo largo del tiempo siendo zonas de baja productividad vegetal.

CONCLUSIONES

La gran diversidad de cubiertas y el uso antrópico de las mismas deja de manifiesto las grandes diferencias espacio-temporales en los contenidos de carbono orgánico de estos suelos y, las posibilidades de secuestro de carbono que presentan los distintos medios edáficos en un mismo entorno.

Se pone de manifiesto que en zonas con baja productividad vegetal, el contenido de materia orgánica puede ser estable en el

tiempo y fácilmente determinado, como en el caso del saladar, mientras que zonas cultivadas o naturales con elevada productividad muestran una mayor variabilidad, incluso en periodos de tiempo relativamente cortos.

Ante estas circunstancias, surge el planteamiento sobre si realmente los cambios de carbono orgánico en estos suelos obedecen a una conducta natural o sin embargo se atribuyen a los distintos usos del suelo en la actualidad, al historial y a las condiciones climáticas de cada zona, incluso, en ambientes protegidos como el asociado a un Parque Natural.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Caja de Ahorros del Mediterráneo su colaboración en la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J.E. & Ingram, J. 1989. The tropical soil biology and fertility programme, TSBF, C.A.B. Intern. (ed), Wallingford, UK. 171 pp.
- Batjes, N.H. 1999. Management options for reducing CO₂-concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil. ISRIC. Wageningen, The Netherlands.
- Doran, J.W. & Parkin, T.B. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum dataset. In: Doran, J.W., Jones, A.J. (Eds.), *Methods for Assessment of Soil Quality*, pp. 25-37. SSSA Special Publ. No. 49, Madison, WI
- FAO. 2002. *Captura de Carbono en los suelos para un mejor manejo en la Tierra*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- Konen, M.E., Jacobs, P.M., Lee Burras, C., Talaga, B.J & Mason, J.A. 2002. Equations for Predicting Soil Organic Carbon Using Loss-on-Ignition for North Central U.S. Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66: 1878-1881.
- Lal, R. & Bruce, J.P. 1998. The potential of world cropland soils to sequester C and mitigate the greenhouse effect. *Environmental Science & Policy.*, 177-185.
- Ochoa, G., Oballos, J., Sánchez, J., Sosa, J., Manrique, J. & Velásquez, J.C. 1999. Organic carbon variation in relation with the altitude in the Santo Domingo river basin, Mérida and Barinas states, Venezuela. *Rev. Geog. Venez.*, 41(1): 79-87.
- Romanyà, J., Rovira, P. & Vallejo, R. 2007. Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España. Aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en el ámbito mediterráneo. *Ecosistemas*, 16 (1): 50-57.
- Schwager, S.J. & Mikhailova, E.A. 2002. Estimating variability in soil organic carbon storage using the method of statistical differentials. *Soil Sci.*, 167:194-200.
- Statistical Package for the Social Sciences 15.0. SPSS 15.0 for Windows Help System. SPSS 15.0 by Inc Spss. 2007.
- Vitousek P.M. 1992. Global environmental change: an introduction. *Annual Review Ecology and Systematics*, 23: 1-14.