

ANÁLISIS DE LA MATERIA ORGÁNICA, HIERRO Y MANGANESO EN LOS SUELOS DEL KARST SIERRA GORDA-ZAFARRAYA (GRANADA-ESPAÑA)

C. Sierra⁽¹⁾, F.J. Martínez⁽²⁾, A. Roca⁽¹⁾, F. Mamani⁽¹⁾ y I. Saura⁽¹⁾

(1) Dpto de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada. Fac. Farmacia. Campus de Cartuja s/n. 18071 Granada.

(2) Dpto. de Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Almería. EPS. Carretera de Sacramento s/n. La Cañada 04120. Almería.

Resumen

Se han estudiado un total de 9 perfiles en un terreno kárstico situado en los alrededores de Zafarraya. Analizamos la evolución de la materia orgánica con los metales pesados hierro y manganeso, la relación que existe entre ellos con el pH, Eh y contenido en arcillas.

Para ello se han establecido 5 sectores edafogeomorfológicos que vienen marcados por una unidad edafológica modal, enunciando detalles sobre los posibles procesos genéticos que le dieron lugar: ferruginación, melanización y gleysación.

Palabras clave: Materia orgánica, metales pesados, karst, Sierra Gorda, Zafarraya

INTRODUCCION

El karst de Sierra Gorda-Zafarraya se ubica en el extremo suroccidental de la provincia de Granada en el límite con la provincia de Málaga. Según Fernández Rubio (1965), por su desarrollo y extensión es uno de los mejores ejemplares del karst español.

En él se establece una neta dicotomía que está marcada por los sistemas montañosos (lapiaces) y el polje de Zafarraya ([fig. 1](#)).

Merece especial atención el segundo conjunto, conocido localmente como Llanos de Zafarraya, por su importancia socioeconómica dentro del sistema y por las especiales

características medioambientales que marcan la evolución de los suelos (Sierra et al. 1999), transformación de los minerales primarios (Martinez et al. 1996) y la evolución de la materia orgánica, motivo del presente trabajo.

Según Vera (1969), las unidades de sierra Gorda y de Zafarraya corresponden al Subbético interno. La unidad de sierra Gorda se considera como un elemento típico del Subbético interno mientras que la unidad de Zafarraya, entendiéndose como tal los afloramientos carbonatados inmediatos al oeste y sur de la unidad de sierra Gorda, presentan características especiales que permiten catalogarla, dentro de las zonas internas, como unidades Rondaides o Dorsalianas.

El poljé de Zafarraya es una depresión de origen kárstico que está limitada al norte por sierra Gorda, cuyas superficies aplanadas componen un lenar entre las cotas de 1.100 m a 1.200 m, de donde emergen relieves residuales como la Torrecilla (1.321 m), Cazadores (1.321 m), Gavilanes (1.456 m), etc. El límite sur lo constituyen la sierra de Alhama con su pico más destacado de Umbría (1.352 m) y la vertiente septentrional de la sierra Tejada cuyas cimas superan los 2.000 metros ([fig.1](#)).

La red hidrográfica se compone de arroyos y barrancos con caudal intermitente, cuya alimentación es exclusiva por agua de lluvia, siendo el arroyo de la Madre el más importante en el área llana, que prácticamente canaliza en exclusiva el drenaje natural del poljé, discurriendo en el sentido este-oeste para morir en los sumideros situados en el sector occidental.

También hay que tener en cuenta en el desarrollo de la red fluvial la morfología del terreno, factor que en el Llano y durante el período húmedo acentúa las inundaciones temporales la mayoría de los años, merced a la importancia de la escorrentía superficial procedente de los terrenos montañosos circundantes, sobre todo en las posiciones más meridionales por estar más hundidas respecto del conjunto y se responsabilizan de los procesos hidromórficos observados en los suelos con esta ubicación.

El clima es muy contrastado, con temperaturas medias que oscilan entre 14 y 15 °C. La pluviometría varía bruscamente según la posición y se observan máximos superiores a los 700 mm en las posiciones más húmedas (P-1040-11) y los mínimos próximos a 300 mm (P-1040-9) (LUCDEME, 1993).

Esta variación conlleva, desde el punto de vista edafológico, variaciones en los regímenes de humedad que catalogamos como integrados ústico-xéricos (Sierra et al. 1999). Los regímenes de temperatura son prácticamente constantes en los suelos del área y de tipo térmico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han muestreado un total de nueve perfiles distribuidos a lo largo de cinco sectores edafogeomorfológicos, cuya descripción se toma del LUCDEME (1993), ampliando el estudio con la evolución de la materia orgánica relacionada con elementos pesados tales como Fe y Mn.

Zona del polje: Sector pelli-vertisólico (P-1040-15); sector rhodi-regosólico (P-1040-11) y sector fluvi-regosólico (P-1040-9)

Zona intermedia (piedemonte): Sector de piedemonte regosólico (P-1040-7, 12,13,14)

Zona de montaña: Sector rhodi-lúvico (P-1040-8, 10)

La metodología analítica seguida es la siguiente: el pH se determinó en suspensión hídrica 1:1, con pH-metro y electrodo de vidrio. Eh se calculó siguiendo la técnica de pH pero cambiando el electrodo de referencia, expresando los resultados en mV. El carbono orgánico total y el fraccionamiento de la materia orgánica se realizó según el método de Tyurin (1951), siguiendo el método rápido de Kononova y Belchikova (1961), citado en Kononova (1982). Las siglas que aparecen en las tablas tienen el siguiente significado: C.O. expresa el tanto por ciento de carbono orgánico total en el suelo; a continuación se separa el extracto húmico total (EHT) y de esta fracción extraemos los ácidos fúlvicos (AF) y húmicos (AH); finalmente de los ácidos húmicos totales separamos ácidos húmicos libres (AHI), ácidos húmicos ligados a óxidos (AH RO) y ácidos húmicos ligados al calcio (AHCa). Todos los valores se expresan en % respecto del porcentaje de carbono total.

Para el cálculo de hierro y manganeso total las muestras se sometieron a digestión con fluorhídrico, sulfúrico y amoníaco. La materia orgánica se destruyó con una mezcla de nítrico y perclórico (Shapiro et al. 1956). Posteriormente y tras la dilución de la muestra se midió en espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 1.100 D (aparato utilizado en todas las medidas realizadas para el hierro y el manganeso). Hierro y manganeso libre (FeDC y MnDC) se calculan según el método de Holmgren (1967). Hierro y manganeso amorfo (FeOX y MnOX) mediante el método de Schwertmant et al. (1974). Hierro y manganeso de cambio, mediante agitación con acetato amónico a pH 7 y posterior adición de nítrico según técnica de Guitian et al. (1976). El hierro y manganeso asimilable se valoró con la técnica de Lindsay et al. (1978). Finalmente, las formas fácilmente reducible de ambos elementos pesados (Fer y Mnr) se determinaron por el método de Guitian et al. (1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas [nº 1](#) y [nº 2](#) se recogen los datos generales y otros referidos a la dinámica del Fe, respectivamente.

Para el estudio edafológico partimos de una secuencia de suelos cuyos perfiles fueron abiertos en el transecto sur-norte (Zafarraya-Almendrales), de manera que recogen un abanico espectral edáfico suficientemente amplio para explicar la dinámica de suelos y sus propiedades de uso actual. Al abanico pedónico del polje se le incorporan los suelos rojos de la zona kárstica de sierra Gorda y los suelos desarrollados sobre materiales cretácicos, ricos en Mn; que constituyen la litología del piedemonte, existentes entre la sierra de Alhama y el polje de Zafarraya.

El contenido en materia orgánica varía de unos suelos a otros siendo superior en las zonas que conservan la vegetación natural y bajo en el piedemonte regosólico (P-1040-7, 12, 13 y 14), recientemente roturado.

Son suelos descarboxados que aparecen puntualmente enriquecidos en caliza; neutros o ligeramente básicos, con moderada o alta capacidad de cambio, siendo las bases dominantes calcio, magnesio y puntualmente sodio o potasio (LUCDEME 1993).

Tienen textura fina, imprimiéndole ciertas características vérticas que según el porcentaje y la naturaleza de los minerales modulan el grado de remoción y justifican, con la materia orgánica, el color más oscuro de los Vertisoles. La hidromorfía temporal puede movilizar el manganeso heredado de los materiales cretácicos circundantes y se suma al proceso de melanización, motivando al manganeso que desarrolla formas lábiles y se asocian con la materia orgánica y las arcillas.

En los suelos crómicos el grado de homogeneización entre arcillas y materia orgánica es menor que en las tierras negras. El matiz rojo que presenta los Regosoles del sector septentrional del polje es similar al de los Luvisoles de las sierras vecinas y está relacionado con la presencia de óxidos de hierro y su naturaleza..

Ahora bien, como el índice de actividad (Blume y Schwertmann, 1969) es semejante en la mayoría de los suelos estudiados, son las desviaciones puntuales las que marcan la dinámica del hierro en este área kárstica ([tabla nº 2](#)). Hay enriquecimiento en hierro total y libre con la profundidad en los suelos rhódicos (P-1040-8,10 y 11), a diferencia de lo que sucede en los suelos de los sectores central y meridional del polje (P-1040-9 y 15), pudiendo intuirse del análisis comparando de las formas de hierro y de la mineralogía arcillosa (Martinez et al. 1996) una alteración más ferruginosa que fersialítica.

Respecto del pH, el hierro fácilmente reducible permanece prácticamente constante dentro de los márgenes de 7-8, decreciendo a partir del segundo valor y tiende a aumentar cuando el suelo es ligeramente ácido. Este hecho, por demás lógico, debe puntualizarse con el Eh, observando en líneas generales que hay un descenso casi lineal del hierro móvil para márgenes de Eh entre -10 y -35 mV; por debajo de -35 mV ésta forma de hierro aumenta, mientras que si son mayores de -10 mV disminuye.

Las ecuaciones polinomiales que definen las relaciones entre arcilla y el hierro en sus distintas formas, vienen marcadas por coeficientes de correlación: $r=0.78-0.81$ con

significación del 1%, observándose dos tramos lineales según porcentajes de arcilla menores del 20% o superior es al 40%.

En el primer caso hay correlación positiva y es superior para el hierro total respecto del hierro libre. En el segundo el hierro fácilmente reducible crece de forma casi lineal y se invierte el proceso para el hierro total y libre. La razón puede deberse a procesos hidromorfos propios de ambientes confinados y mal drenados como sucede en el área de Zafarraya, y al tipo de arcillas.

El estudio del manganeso en los suelos del Llano de Zafarraya y alrededores ([tabla nº3](#)), viene marcado por la alta correlación existente entre las distintas formas de manganeso con las formas libres y amorfas: las curvas que definen estas relaciones tienen valores crecientes en el coeficiente de correlación según la secuencia Mn total ($r=0.82$), Mn amorfo ($r=0.95$) y Mn fácilmente reducible ($r=0.99$), que indican procesos diferentes en la dinámica de este elemento.

Hay baja correlación entre las formas de manganeso y el pH, salvo para el manganeso fácilmente reducible ($r=0.81$ y significación del 1%). La forma de la curva es positiva para valores para pH entre 7.2 y 8.

Si hacemos intervenir el Eh, la correlación con el manganeso es buena para las formas libres y amorfas, sin que haya significación con el manganeso fácilmente reducible, entre los márgenes de Eh -35mV y -22mV , (margen menor que en el caso del hierro), se sitúan los máximos de concentración para estas formas, sin que exista relación clara entre ellas y el Eh. A partir de -22mV la curva invierte el sentido. Si analizamos los valores de la [tabla nº 1](#), con excepción del perfil nº 1040-7, se observa que hay una relación inversa entre Eh y pH, como puede verse en los perfiles 1040-9 y 10, donde junto a pH 8.2 hay valores de Eh menores de -30mV .

El conjunto manganeso/arcilla se correlaciona positivamente con los compuestos amorfos y libres ($r=0,94$ y $0,88$). Sin embargo la relación entre el manganeso total y la arcilla es de escasa significación, en oposición al caso del hierro, por no intervenir este elemento activamente en la composición de los filosilicatos.

También hay buena correlación entre los compuestos de manganeso asimilables y de cambio ($r=0.98$ y significancia del 1%), con aumento gradual de las dos formas a partir de concentraciones del $1 \times 10^{-3}\%$ de manganeso asimilable, mientras que a concentraciones inferiores la forma dominante es la de cambio.

La relación entre las formas de hierro y manganeso es siempre alta y viene definida por $r > 0.86$ a nivel de significación del 1%.

Las formas libres de ambos elementos pesados se relacionan lineal y positivamente hasta valores de hierro libre del 2%, punto en el que se invierte la relación cuantitativa entre ambas formas.

Los componentes amorfos y asimilables de los dos elementos pesados se correlacionan mediante curva polinomial con varias inflexiones, que muestran la dificultad de relacionar ambos elementos sin tener en cuenta el par Eh/pH y matizan el hecho descrito anteriormente, en el sentido de aumentar el manganeso amorfo cuando decrece el hierro en igual estado, situación que se concreta para valores del carbono orgánico mayores del 0.4%.

La [tabla n°1](#) recoge valores de las relaciones C/N y ac.húmicos /ac.húmicos de las que se puede deducir la existencia de un mull evolucionado en todos los casos. Cabe destacar los valores anómalos del perfil n° 1040-12 debidos posiblemente a que son terrenos que han sido perturbados de forma importante por el hombre con fines agrícolas.

La correlación de las formas de manganeso y las sustancias húmicas tienen distinto rango de significación, así el manganeso total mantiene con los ácidos húmicos y fúlvicos correlaciones de $r=0.84-0.85$ respectivamente y significancia del 5%. Sólo la correlación de los AH RO con el manganeso es altamente significativa ($r=0.96$).

El comportamiento polinomial de las variables conjugadas, aun siendo similar en todas ellas, tiene más significación para las formas asimilables y de cambio: los ácidos húmicos mantienen el grado de correlación alto en todo los casos, oscilando el valor de r entre 0.89 y 0.94, con significancia del 1%, para el manganeso libre, de cambio y asimilable, descendiendo a valores de $r=0.83-0.87$ para el amorfo y el fácilmente reducible, mientras que es poco relevante con los ácidos fúlvicos. Respecto de los ácidos húmicos ligados a óxidos la correlación es válida para la mayoría de las formas y más estrecha para las asimilables, de cambio y total.

La alta correlación del carbono orgánico total con el del extracto húmico ($r=0.98$ y significación del 1%), nos lleva a pensar en un proceso de humificación similar para todos los suelos del área de estudio, matizando el proceso según el uso que se les da a los suelos y la naturaleza del material original (dado el escaso desarrollo de los suelos), que provocan diferencias en la cantidad de ácidos húmicos y fúlvicos libres o ligados al calcio y óxidos.

Entre las distintas formas de hierro y las sustancias húmicas sólo hay alta correlación cuando se trata del binomio hierro amorfo y ácidos húmicos, de forma tal, que aumentan casi linealmente hasta contenidos de carbono orgánico en los ácidos húmicos del 0.4%; a partir de aquí decrece el hierro amorfo para formar posibles complejos-sales con el manganeso principalmente, siendo fijados por las arcillas a través de los grupos OH.

En conjunto puede definirse una estrecha relación entre el manganeso en todas las formas y el porcentaje de carbono orgánico de los ácidos húmicos y los ligados a las formas amorfas, lo que nos refrenda el equilibrio que hay entre ellos en función de las condiciones fisico-químicas de los suelos estudiados.

[Tabla 4](#)

Bibliografía

Blume, G. Y Schwertmann, Ll. (1969). "Genetic evaluation of profile distribution of Al, Fe and Mn oxides". Soil Sci. Soc. of Amer. Proc. Vol.33.pp 438-444.

Fernández Rubio, R. (1965). "Características hidrogeológicas de los poljes". Conf. Del Sem. De hidrogeología. C.E.H. Madrid.

Guitian, F. Y Carballas, T. (1976). "Técnicas de análisis de suelos". 2º Edicc. Ed. Pico sacro. Santiago de Compostela. 288 p.

Holmgren, G. (1974). "A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure"" Soil. Sci.Soc. Amer. Proc. 31:210-211.

Kononova, M.M. (1982). "Materia orgánica del suelo. Su naturaleza propiedades y métodos de investigación". Ed. Oikos-Tau. Pp. 268-283. Barcelona.

Lindsay, W.L.; Norvell, W.A. (1978). "Development of a DPTA soil test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper." Soil Sci.Soc. of Am. Jour. Vol 42 nº 3. USA.

LUCDEME (1993). Mapa de suelos de Zafarraya E. 1:100.000. Universidad de Granada.

Martinez, F.J., Sierra , C., Roca, A. y Asencio, C. Análisis de los suelos del piedemonte de la vertiente norte de la sierra de Alhama (Granada). Cuadernos: revista de Xeoloxía Galega e do hercínico penínsular . Universidade da Coruña, 1996. Nº 21: 801 y 813.

Sierra, C., Lozano, J., Martínez, F.J. y Roca, A. Problemática de los regímenes de humedad de temperatura en el ámbito mediterráneo andaluz (España). 14º Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. Chile (1999). Pag. 258.

Sierra, C., Martínez, F.J. Roca, A. y Saura, I. Los suelos del Polje de Zafarraya: génesis y problemática de uso. Avances en el estudio del Cuaternario Español. Pallí Buxó, Ll. y Roqué Pau, C. (editores). Pag. 215 y 222. Girona, 1999.

Schwertmann, U. (1964). "The differentiation of iron oxides in soils by their extraction witt acid ammonium oxalate." Zeit pflanzenernahr. Dung. Bodenkunde. 105: p. 194-201.

Shapiro, L. Y Brannock, W. (1956). "Rapid analysis of silicate rocks". U.S. Geol. Survey Bull. 1.036. C: 19-56.

Tyurin, I.V. (1951). "Analytical procedure for a comparative study of soil humus". Trudy. Pochr. Inst. Dokuchaeva. 38, 5.

Vera, J.A. (1969). "Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes". Mem. Inst. Geol. Y Min. 72, pp. 1-183. España.

FIGURAS Y TABLAS.

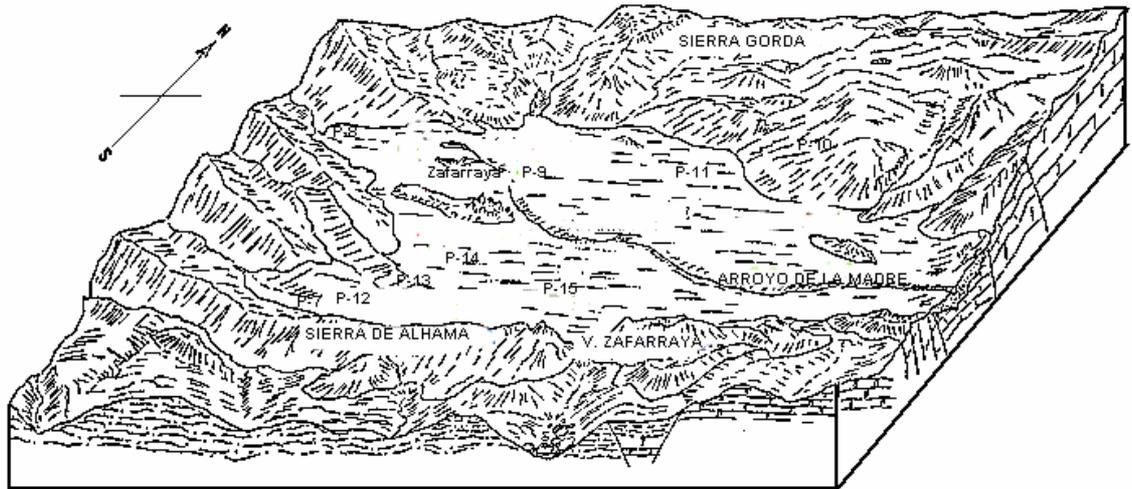


Fig nº 1.- Bloque diagrama del polje de Zafarraya y localización de los perfiles muestreados

Tabla nº1.-Valores de pH, Eh, texturales y relaciones empíricas que marcan la evolución de la materia orgánica en los suelos del karts sierra Gorda-Zafarraya

Perfil	Hor.	pH	Eh	% arcilla	C/N	Unidad
1040-7	Au	7.4	-1	37	15.1	Xerorthent típico RGe
	2C	7.2	-32	35	14.2	
1040-8	Ap	8.2	-30	47	10.9	Rhodoxeralf típico LVx
	Bt	8.2	-50	61	10.6	
1040-9	Ap	8.2	-34	17	11.2	Xerorthent típico RGe
	C	8.0	-30	24	10.2	
1040-10	A	7.9	-28	58	13.8	Rhodoxeralf lítico LVx
	Bt	7.8	-19	75	9.7	
1040-11	Ap	7.4	-14	39	11.3	Xerorthent típico RGx
	C	7.2	-17	34	9.3	
1040-12	Ap1	7.9	-12	7	12.6	Xerochrept calcixerólico CLh
	Ap2	7.9	-23	9	12.8	
1040-13	Ap	7.5	-26	55	12.0	Xerorthent típico RGe
	2C	7.4	-40	35	8.1	
1040-14	Ap	7.6	-25	64	7.2	Xerorthent típico RGe
	2C	7.1	-29	53	10.8	
1040-15	Ap	7.3	-21	53	10.9	Pellixerent típico VRe
	C	7.2	-25	68	11.1	

Tabla nº 2.- Análisis fraccionado del hierro en los suelos del karts sierra-Gorda-Zafarraya

Muestra	Hor.	%Fe _{Total}	%Fe(DC)	%Fe(OX)	%Fe asim.	%Fe _{cambio}	%Fe _{r.}
1040-7	Au	4.74	0.4	0.60	1.100E-04	0.0	4.000E-04
	2C	4.13	1.54	0.10	1.300E-04	0.0	4.200E-04
1040-8	Ap	5.33	1.82	0.41	0.002	0.0	3.200E-04
	Bt	6.71	2.70	0.55	3.200E-04	0.0	4.600E-04
1040-9	Ap	3.97	0.7	0.16	3.300E-04	0.0	2.700E-04
	C	4.26	1.45	0.21	2.700E-04	0.0	2.900E-04
1040-10	A	4.38	1.71	0.44	3.300E-04	0.0	3.300E-04
	Bt	4.76	1.51	0.59	2.000E-04	0.0	5.100E-04
1040-11	Ap	5.73	2.67	0.72	8.700E-04	0.0	4.700E-04
	C	5.65	2.86	0.63	0.001	0.0	4.700E-04
1040-12	Ap1	2.24	1.05	0.19	2.000E-04	0.0	0.001
	Ap2	1.61	0.70	0.19	5.100E-04	0.0	7.100E-04
1040-13	Ap	3.72	1.19	0.4	0.007	0.0	5.100E-04
	2C	2.36	0.88	0.1	5.400E-04	0.0	4.600E-04
1040-14	Ap	3.67	1.34	0.51	1.700E-04	0.0	5.800E-04
	2C	4.24	0.56	0.39	3.300E-04	0.0	2.500E-04
1040-15	Ap	3.79	1.90	0.48	1.800E-04	0.0	4.200E-04
	C	3.91	2.00	0.54	3.200E-04	0.0	8.940E-04

Tabla nº 3.- Análisis fraccionado del Mn en los suelos del karts sierra Gorda-Zafarraya

Muestra	Hor.	%Mn _{Total}	%Mn(DC)	%Mn(OX)	%Mn asim.	%Mn _{cambio}	%Mn _{r.}
1040-7	Au	0.284	0.024	0.115	1.300E-04	0.003	0.010
	2C	0.525	0.134	0.262	1.400E-04	2.750E-04	0.079
1040-8	Ap	0.442	0.089	0.262	0.004	0.005	0.032
	Bt	0.274	0.068	0.165	0.002	2.750E-04	0.037
1040-9	Ap	0.204	0.028	0.072	5.600E-04	0.001	0.019
	C	0.217	0.035	0.103	5.300E-04	0.001	0.020
1040-10	A	0.509	0.165	0.344	8.600E-04	5.500E-04	0.089
	Bt	0.406	0.168	0.356	6.600E-04	0.0	0.102
1040-11	Ap	0.360	0.097	0.231	0.003	0.004	0.039
	C	0.345	0.095	0.222	0.002	8.250E-04	0.038
1040-12	Ap1	0.24	0.063	0.101	9.900E-04	0.001	0.024
	Ap2	0.20	0.047	0.039	5.700E-04	2.750E-04	0.017
1040-13	Ap	0.257	0.089	0.232	5.700E-04	5.500E-04	0.029
	2C	0.113	0.01	0.043	5.300E-04	5.500E-04	0.011
1040-14	Ap	0.353	0.116	0.284	7.000E-04	5.500E-04	0.043
	2C	0.276	0.047	0.226	6.400E-04	5.500E-04	0.006
1040-15	Ap	0.347	0.118	0.253	0.002	0.002	0.038
	C	0.423	0.142	0.290	6.400E-04	2.750E-04	0.049

Muestra	Hor.	%C.O.	%C.O. no extraíble	%EHT	%AF	%AH	AH/AF	%AHCa	AH _í y AH _{RO}
1040-8	Ap	5.91	72.9	27.1	15.7	11.4	0.72	4.0	7.4
	Bt	1.49	83.9	16.1	11.7	4.4	0.41	1.7	2.7
1040-9	Ap	1.18	83.1	16.9	10.2	6.7	0.67	3.9	2.8
	C	1.27	85.7	14.3	8.1	6.2	0.80	3.6	2.6
1040-11	Ap	2.4	73.0	27.0	10.4	16.6	1.60	6.5	10.1
	C	2.16	68.9	31.1	12.6	18.5	1.50	5.9	12.6
1040-12	Ap1	3.21	74.6	25.4	7.2	18.2	2.53	17.0	1.2
	Ap2	4.52	70.5	29.5	7.5	22.0	2.93	18.7	3.3
1040-13	Ap	2.44	83.0	17.0	8.8	8.2	1.0	7.1	1.1
1040-14	Ap	1.38	70.0	30.0	15.5	14.5	1.0	10.6	3.9
1040-15	Ap	3.31	74.6	25.4	12.6	12.8	1.0	10.8	2.0
	C	2.28	81.8	18.2	7.8	10.4	1.4	8.9	1.5

Tabla nº 4.- Porcentaje de carbono orgánico en el suelo y de las distintas fracciones del mismo en el área de sierra Gorda-Zafarraya

