

ANÁLISIS ESTADÍSTICO APLICADO AL ESTUDIO DE UNA LITOSECUENCIA EN EL VALLE DE LA MURTA (VALENCIA).

V. PONS, M^a D. SORIANO y J. SÁNCHEZ.

Unidad Docente Edafología-Geología del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Valencia.

Abstract: The general features of 8 profiles localized in a lithosequence placed in the southeast extremo of Valencia are studied. The soils are classified by FAO (1989), developed on a lithological area composed by, fluvial and organic silts and sandy deposit of Quaternary ages; colluvium, marl and limestone material of Cretaceous ages and marl and chalk of Keuper.

Twenty physical and chemical properties from a total of 32 samples were subjected to factor analysis, in order to establish ratios among the soils and their parent materials. Three factors were found to be significant. The first factor was interpreted as a textural and exchange factor. The second factor was ascribed to CaCO_3 content and the soil pH. The third factor was attributed to contents in very fine sand and electrical conductivity, and is associated to soils developed on marl and chalk of Keuper.

The Cluster analysis shows the existence of five differentiated populations as a function of the lithology and the type of soils developed.

Key words: Lithosequence. Physical and Chemical characteristics. Stadistical study.

Resumen: Se estudian los caracteres generales de 8 perfiles de una litosecuencia en el extremo suroriental de la provincia de Valencia. Los suelos que se clasificaron según FAO (1989), se desarrollan en un área litológicamente compuesta por depósitos Cuaternarios, materiales calizos consolidados de edad Cretácica y margas con yesos del Keuper.

El análisis factorial de componentes principales se aplicó al estudio de 20 propiedades físicas y químicas analizadas, para un total de 32 muestras, estableciendo relaciones entre los suelos desarrollados y el material de origen. Se obtuvieron tres factores significativos. El primero de ellos fue interpretado como un factor textural y de cambio. El factor 2 fué adscrito al contenido en CaCO_3 y al pH del suelo y se asocia principalmente a suelos carbonatados desarrollados sobre margas y coluvios. El tercer factor, fué atribuido a la fracción gruesa y a la conductividad y se relaciona con los suelos desarrollados sobre margas y yesos del Keuper.

El estudio del dendograma indica la presencia de cinco poblaciones diferentes, en función de la litología y del tipo de suelos.

Palabras clave: Litosecuencia. Características físicas y químicas. Estudio estadístico.

INTRODUCCIÓN.

El uso del análisis estadístico aplicado al análisis de los suelos fué utilizado por Moore et al. (1972) y Yaalon (1975) entre otros, quienes sugirieron su aplicación a problemas edafológicos a fin de cuantificar relaciones entre suelos y factores formadores. Así mismo Arkey (1976), encuentra que el análisis de «Cluster» es efectivo cuando los suelos estudiados se localizan en pequeñas áreas o se trata de suelos diferentes.

La efectividad, así como la utilidad en el estudio de los suelos de esta técnica ya ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores, como lo demuestran los trabajos de Webster (1977), Lamontagne et al. (1987), Iggy Litaor et al. (1989) y Ann Brown et al. (1990) entre otros.

Se estudia la relación entre los tipos de suelos con los materiales litológicos en una pequeña área de aproximadamente 6 Km, situada en el Valle de La Murta, localizada en el extremo suroccidental de la provincia de Valencia. Para ello se han muestreado 8 perfiles, con 32 muestras de suelos a las que una vez analizadas se les ha sometido a un análisis estadístico persiguiendo los siguientes objetivos: 1) caracterizar los suelos estudiados en función de sus propiedades físicas y químicas, 2) poner de manifiesto la existencia de factores (combinación de variables independientes que se comportan como una nueva variable), y confirmar la clasificación por medio de técnicas estadísticas.

METODOLOGÍA.

Los suelos fueron clasificados según FAO-UNESCO (1988), como Fluvisoles, Regosoles, Arenosoles, Gleysoles, Calcisoles y Luvisoles. Los materiales originarios sobre los que se desarrollan son: limos fluviales, limos orgánicos y depósitos arenosos pertenecientes al Cuaternario; margas, coluvios y calizas consolidadas del Cretácico y margas yesíferas del Keuper.

Los análisis realizados fueron determinados de acuerdo con los Métodos Oficiales del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (1983) y Jackson (1958).

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS/PC+ (Norussis 1986); se inició con el cálculo de la matriz de correlación a fin de comprobar cuáles de las 20 variables consideradas resultaban significativas; posteriormente y a fin de localizar los nuevos factores, se procedió con el análisis factorial por el método de componentes principales (Richardson et al. 1984) utilizando el test de Kaiser-Meyer-Olkin o medida de adecuación de las muestras (Kaiser 1974).

El dendograma se realizó utilizando el coeficiente de distancia Euclídea (Lefkovitch 1987) y estableciendo relaciones y grupos entre las muestras según el índice de similitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Las propiedades físicas y químicas de los perfiles estudiados pueden verse en la Tabla 1. En el conjunto de suelos, el contenido de carbonato cálcico presenta grandes variaciones. En los suelos desarrollados sobre depósitos arenosos, el CaCO_3 está presente a lo largo de todo el perfil, (excepción de ello presenta el perfil P-4, cuyo material original son arenas descarbonatadas), mientras que en aquellos desarrollados sobre calizas consolidadas del Cretácico superior la carencia de este parámetro es notoria. Los Calcisoles y Fluvisoles desarrollados sobre margas, coluvios calizos y limos fluviales, presentan una acumulación de carbonato cálcico en profundidad.

Los valores de pH para el conjunto de suelos estudiados son neutros o ligeramente alcalinos (pH medio = 7.73 (H_2O) y 7.23 (KCl), con una escasa desviación standard (0.30 y 0.40 respectivamente), estos valores se relacionan con el material sobre el que se desarrollan, que mayoritariamente es de tipo calcáreo.

El porcentaje de materia orgánica es elevado

Tabla 1.- Características Físicas y Químicas.

	Hor.	Prof. cm.	%Arena				%Limo			%Ac.	
			M.G.	G.	M.	F.	M.F.	G.	F.		
1 FLC	Ah	0-40	0,76	0,30	3,74	26,71	5,32	10,64	33,78	18,75	
	C	40-70	1,85	2,75	7,83	16,44	4,87	12,60	33,27	20,39	
	2C	70-90	2,89	1,76	8,99	15,83	2,73	10,56	30,48	26,76	
	3C	90-	0,05	0,02	7,03	29,43	5,32	8,83	29,95	19,37	
2 GLK	Ap	0-15	7,88	5,37	6,06	2,72	0,27	12,63	30,50	34,57	
	Bg1	15-30	2,72	5,62	2,72	1,67	0,27	7,64	29,98	49,38	
	Bg2	30-45	0,65	0,27	0,46	0,87	0,19	9,19	41,71	46,66	
	C	45-60	0,19	0,19	0,43	1,77	0,51	10,92	46,87	39,12	
	2Ck	60-90	0,22	0,19	0,90	1,25	0,51	0,06	47,81	49,06	
3 RGc	2Cg	90-	1,57	1,88	2,76	3,37	1,05	16,36	26,24	46,77	
	C1	0-40	7,61	13,43	11,60	4,81	1,01	1,14	39,90	20,50	
	C2	40-80	9,80	3,47	2,45	1,02	0,10	3,29	48,01	31,86	
	C3	80-	10,26	3,91	2,91	1,00	0,21	2,19	34,02	45,50	
4 ARh	Ap	0-25	0,36	3,17	49,53	17,81	10,81	0,24	12,46	5,62	
	AC	25-45	0,24	0,93	70,98	12,27	1,33	0,04	10,09	4,12	
	C1	45-80	0,05	1,12	45,51	37,11	1,42	0,02	7,40	7,37	
	C2	80-	0,02	0,33	71,06	10,06	0,88	5,73	6,04	5,88	
5 ARc	Ap1	0-10	2,04	10,13	72,33	5,69	0,65	0,02	3,53	5,61	
	Ap2	10-30	1,98	27,05	57,00	4,56	0,35	0,02	6,53	2,51	
	C1	30-50	1,73	16,49	60,76	8,01	1,05	0,02	7,74	4,20	
	C2	50-80	0,53	15,43	60,33	7,58	0,83	0,02	9,30	5,98	
6 CLh	C3	80-	3,35	11,56	59,56	8,27	1,16	0,03	12,65	3,42	
	Ap	0-10	5,21	4,19	9,71	10,63	7,72	11,34	30,34	20,86	
	Bw1	10-25	3,51	1,31	11,16	30,51	6,64	14,09	17,85	14,93	
	Bw2	25-40	6,44	6,32	22,05	15,96	5,88	14,04	16,40	12,91	
7 CLh	Ck	40-55	28,05	10,01	25,39	8,51	2,98	1,39	15,96	7,71	
	Ah	0-15	6,66	8,51	17,71	13,73	2,40	2,47	35,82	12,70	
	Bw	15-30	10,09	7,60	9,20	11,81	2,56	3,42	36,13	19,19	
	Bk	30-50	7,65	9,59	14,33	10,40	2,01	4,30	30,02	21,70	
8 LVk	Cmk	50-95	14,47	21,29	12,08	7,15	3,67	3,30	27,89	10,15	
	Ah	0-30	0,61	0,51	1,43	7,12	3,33	4,28	21,29	61,43	
	Btck	30-70	1,36	0,68	1,71	3,11	1,23	0,85	12,79	78,27	

Perf. Hor	CRA	pH H ₂ O	pH KCl	Cond.	CaCO ₃	%	MO	cmolc Kg ⁻¹			K+	Na+	Sat.
								CIC	Ca++	Mg++			
1 FLC	Ah	20,1	7,5	6,9	0,41	12,4	4,4	14,27	6,25	4,08	2,10	1,83	100
	C	21,0	7,7	7,3	0,32	3,9	1,9	21,06	11,61	7,47	1,29	0,67	100
	2C	23,6	7,9	7,4	0,26	44,2	1,7	27,05	17,75	5,94	2,62	0,74	100
	3C	18,9	8,0	7,5	0,26	34,8	1,1	8,32	5,66	1,31	0,99	1,36	100
2 GLK	Ap	27,9	7,9	7,4	0,34	40,5	4,6	49,23	39,31	8,24	1,17	0,50	100
	Bg1	34,8	7,5	6,7	0,20	38,3	2,7	32,70	26,01	5,18	1,05	0,44	100
	Bg2	35,5	7,8	7,1	0,24	46,4	2,8	42,87	36,17	5,36	0,64	0,68	100
	C	32,6	7,7	7,3	0,68	33,3	2,7	41,37	32,15	7,76	0,58	0,86	100
3 RGc	2Ck	36,4	7,9	7,5	0,58	50,5	2,6	47,79	37,06	9,15	0,54	1,02	100
	2Cg	34,5	7,8	7,5	0,78	24,8	4,6	40,57	35,23	4,05	0,36	0,91	100
	C1	12,4	7,7	7,4	2,11	10,5	0,2	20,94	16,04	4,80	0,27	0,54	100
	C2	27,7	7,1	6,5	1,92	17,2	0,2	20,97	8,76	10,67	0,25	1,28	100
4 ARh	C3	32,7	7,4	7,1	1,87	2,8	0,2	25,67	8,31	14,42	0,64	2,29	100
	Ap	8,2	8,0	7,4	0,07	0,0	0,9	8,68	6,27	1,85	0,44	0,11	100
	AC	7,2	8,0	7,4	0,05	0,0	0,1	6,21	4,29	1,51	0,21	0,08	100
	C1	7,7	7,1	6,5	0,05	0,0	0,1	7,11	3,05	1,32	0,25	0,16	100
5 ARc	C2	7,5	7,4	6,7	0,04	0,0	0,1	4,52	3,33	0,99	0,11	0,12	100
	Ap1	6,1	8,0	7,7	0,13	27,7	0,8	5,05	3,88	0,81	0,10	0,24	100
	Ap2	5,0	8,1	7,9	0,15	33,9	1,0	4,81	3,07	1,31	0,10	0,30	100
	C1	6,3	8,1	7,9	0,17	30,8	0,6	5,12	3,40	1,26	0,11	0,35	100
6 CLh	C2	6,8	8,1	7,9	0,17	33,1	0,2	5,35	3,96	0,93	0,10	0,35	100
	C3	8,4	7,6	7,2	0,55	40,2	0,8	6,00	3,69	1,72	0,11	0,46	100
	Ap	22,4	7,1	6,8	0,43	10,3	3,2	32,09	26,69	4,03	1,08	0,27	100
	Bw1	15,9	7,3	6,9	0,36	8,7	1,3	22,83	17,95	3,59	1,05	0,23	100
7 CLh	Bw2	15,9	7,6	7,1	0,44	4,9	1,4	17,44	13,42	3,01	0,77	0,25	100
	Ck	9,4	7,8	7,7	0,39	38,7	1,3	5,13	2,41	2,32	0,13	0,26	100
	Ah	16,6	8,0	7,5	0,14	34,2	6,5	10,42	7,41	1,55	0,32	0,62	100
	Bw	18,4	8,1	7,4	0,11	36,4	1,3	10,38	8,80	0,71	0,36	0,50	100
8 LVk	Bk	19,0	8,0	7,5	0,10	43,4	1,1	7,34	6,29	0,48	0,10	0,46	100
	Cmk	13,4	8,0	7,8	0,10	90,0	1,3	4,13	3,24	0,43	0,03	0,41	100
	Ah	39,2	7,8	6,7	0,86	0,0	7,0	44,52	24,81	9,56	1,28	0,31	80,8
	Btck	46,2	7,5	6,9	0,96	0,9	2,1	60,41	29,65	7,54	0,63	0,39	63,3

Tabla 2.- Matriz de Correlación de las Propiedades Físicas y Químicas.

Correlacion	Arena M.G.	Arena G.	Arena M.	Arena F.	Arena F.	Limo G.
Arena M.G.	1.0000					
Arena G.	.3335	1.0000				
Arena M.	-.1961	.3909	1.0000			
Arena F.	-.1870	-.2557	.1176	1.0000		
Arena F.	-.0009	-.1825	-.0793	.5850**	1.0000	
Limo G.	-.1074	-.4283*	-.5323**	.1797	.2971	1.0000
Limo F.	.1460	-.3039	-.8118**	-.2598	-.0957	.3416
Arcilla	-.1391	-.4816*	-.7199**	-.4376*	-.2631	.4732
C.R.A.	-.1166	-.5341**	-.8053**	-.4011	-.1942	.3719
pH (H ₂ O)	.0027	.4419*	.2403	-.1948	-.0841	-.2565
pH (KCl)	.1965	.6390**	.2995	-.2091	-.0899	-.2532
Conduc.	.2026	-.1043	-.4187*	-.3796	-.2472	.0484
CaCO ₃	.3245	.4652*	-.1564	-.3025	-.2685	-.0473
M.O.	-.0972	.2692	-.5065*	-.1050	.0894	.4040
C.I.C.	-.2040	-.5026*	-.6763**	-.4089	-.1752	.3984
Ca ⁺⁺	-.2188	-.4472*	-.6274**	-.4049	-.1568	.5032*
Mg ⁺⁺	.0065	-.4347*	-.6142**	-.4029	-.2230	.2018
K ⁺	-.2150	-.4823*	-.5062*	-.2980	.3311	.5990**
Na ⁺	.0309	-.2688	-.5177*	-.0688	-.1408	.1836
Sat.	.1428	.2026	.2091	.1616	.0505	.1570
Correlacion	Limo F.	Arcilla	C.R.A.	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Conduc.
Limo F.	1.0000					
Arcilla	.4732*	1.0000				
C.R.A.	.5961**	.9748**	1.0000			
pH (H ₂ O)	-.1167	-.2119	-.2403	1.0000		
pH (KCl)	-.1558	-.3813	-.3978	.8609**	1.0000	
Conduc.	.4443*	.4434*	.4033	-.4101*	-.2874	1.0000
CaCO ₃	.2877	-.0588	.0046	.4918*	.5462**	-.2761
M.O.	.3340	.4797*	.5407**	.0717	-.1382	-.0556
C.I.C.	.4641*	.9070**	.9095**	-.2366	-.3432	.3604
Ca ⁺⁺	.4933*	.7753**	.8063**	-.1370	-.2284	.2044
Mg ⁺⁺	.5536**	.7353**	.7561**	-.3880	-.4041	.6969**
K ⁺	.3104	.3253	.4044	-.1870	-.3144	.0006
Na ⁺	.5939**	.3500	.4267*	-.1761	-.1111	.5207*
Sat.	.1685	-.6290**	-.5088*	.1062	.2676	-.2061
Correlacion	CaCO ₃	M.O.	C.I.C.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
CaCO ₃	1.0000					
M.O.	.0668	1.0000				
C.I.C.	-.0714	.5368**	1.0000			
Ca ⁺⁺	.0741	.5521**	.9415**	1.0000		
Mg ⁺⁺	-.2228	.2615	.7203**	.5522**	1.0000	
K ⁺	-.1258	.4178*	.4027	.3463	.3878	1.0000
Na ⁺	.0330	.1123	.2022	.0916	.5814**	.3374
Sat.	.2907	-.2614	-.5187*	-.2801	-.2850	-.0969
Correlacion	Na ⁺	Sat.				
Sat.	.1150	1.0000				

* P < 0.01 ** P < 0.001

para gran cantidad de horizontes superficiales, pero en ningún caso la acumulación e incorporación de este parámetro es suficiente para originar horizontes mólicos. Posiblemente la causa sea debida a existencia de una cobertura vegetal poco densa, que unida a la escasa humedad ambiental y condiciones climáticas impide la formación de este tipo de horizontes.

Los valores de capacidad de intercambio

cátionico presentan una elevada desviación a consecuencia de la diversidad de suelos. Especialmente, presentan altos valores de C.I.C los Luvisoles desarrollados sobre las calizas duras del Cretácico superior.

La matriz de correlación (Tabla 2), presenta elevadas correlaciones para gran parte de los datos analizados, así como una alta significación (p < 0.001). Entre las más importantes cabe

mencionar las obtenidas entre la C.I.C. con el % arcilla, % materia orgánica y la capacidad de retención de agua.

El contenido en carbonatos se correlaciona con los valores de pH tanto en agua como en cloruro potásico, así como con el % arena gruesa, lo cual es lógico al tratarse de suelos saturados y en general carbonatados; debido al origen calcáreo de la mayor parte de los materiales sobre los que se desarrollan los suelos estudiados. La correlación entre estos dos últimos parámetros ($p < 0.01$), se asocia con los suelos desarrollados sobre depósitos arenosos y margas.

Se aplicó el análisis factorial de componentes principales, obteniendo como resultado tres factores que explicaban el 81,9% de la varianza total (Tabla 3).

El factor 1 ha sido interpretado como un factor textural y de cambio y explica el 49,7% de la varianza total. Con respecto al carácter textural, este factor presenta una fuerte y positiva correlación con el % arcilla y capacidad de retención de agua, al mismo tiempo una fuerte

y negativa correlación con el % arena media. Con respecto al carácter de cambio, las correlaciones son fuertes y positivas con el valor de la C.I.C. y con el Ca^{2+} y Mg^{2+} de cambio.

Aquellos suelos desarrollados sobre calizas consolidadas y limos orgánicos, con altos contenidos de arcilla (Luvisoles y Gleysoles), presentan a su vez mayores valores de capacidad de retención de agua y de C.I.C. Los Arenosoles y Calcisoles son los que poseen valores más bajos de estos tres parámetros. Obteniéndose para Regosoles y Fluvisoles, valores intermedios entre los dos grupos de suelos mencionados anteriormente.

El factor 2, interpretado como un factor calcáreo, explica el 21,4% de la varianza total. Los resultados de este factor indican una fuerte y positiva correlación con el contenido en carbonato cálcico y el porcentaje de arena gruesa, así como con los valores de pH en agua y en cloruro potásico.

El conjunto de datos explicados por el factor 3, esta asociado a aquellos suelos desarrollados sobre margas yesíferas, representan-

Tabla 3.- Factores obtenidos en el Análisis Factorial de Componentes Principales.

Variables	Comunalidad	SMC*	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Arena G.	0.803	0.796	-0.619	0.488	0.426
Arena M.	0.657	0.909	-0.775	-0.173	0.165
Arena F.	0.779	0.827	-0.344	-0.664	-0.470
Arcilla	0.905	0.985	0.924	0.216	-0.068
C.R.A.	0.957	0.990	0.944	0.214	-0.141
pH (H_2O)	0.767	0.851	-0.461	0.717	-0.200
pH (KCl)	0.836	0.873	-0.564	0.720	0.020
Conduc.	0.867	0.818	-0.566	-0.066	0.737
CaCO_3	0.668	0.703	-0.201	0.769	-0.190
C.I.C	0.920	0.984	0.920	0.218	-0.162
Ca^{2+}	0.836	0.967	0.808	0.313	-0.293
Mg^{2+}	0.831	0.861	0.852	0.016	0.323
Valores propios			5.96	2.57	1.29
Varianza acumulada (%)			49.7	71.1	81.9

*SMC = Correlación múltiple al cuadrado de cada variable con todas las otras variables.

do este factor el 10,8% de la varianza total. Presenta una fuerte y positiva correlación con la conductividad, mientras que la correlación es fuerte y negativa con el contenido de arena fina.

Los horizontes desarrollados sobre calizas y limos orgánicos del Cuaternario alcanzan su máximo agrupamiento sobre el eje F1, presentando valores positivos con respecto a este eje. Se trata de horizontes con más de un 34,5% de arcilla, correspondientes a Luvisoles y Gleysoles (FAO, 1989), en los que las variables que determinan este primer factor (capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de arcilla y capacidad de retención de agua) son las más características de este tipo de suelos (tabla 4).

Los suelos desarrollados sobre materiales margosos se agrupan alrededor del eje F2, con valores positivos. De igual forma, se observa la agrupación mayoritaria alrededor de este factor, de aquellos horizontes desarrollados tanto sobre coluvios como sobre limos fluviales, que presentan valores negativos o positivos en función de su bajo o alto contenido en carbonato cálcico.

Los horizontes C desarrollados sobre margas y yesos del Keuper (que se encuentran desprovistos del horizonte superficial) se sitúan exclusivamente sobre el eje F3, siendo las variables controladas por este factor claros indicadores de la concentración de sales.

El grupo de suelos desarrollados a partir de depósitos arenosos, se distribuyen en general sobre los ejes F2 y F1. Con respecto al primero, distinguimos dos comportamientos diferentes. Las arenas carbonatadas se relacionan positivamente, mientras que aquellas con bajos contenidos presentan una relación negativa. La textura poco equilibrada (bajos contenidos de arcilla), justificaría los valores negativos respecto al eje F1.

El resultado del dendograma aplicado a las 32 muestras se encuentra en la Figura 1, donde se observa la agrupación de los horizontes de los diferentes tipos de suelos en función del índice de similitud. Las muestras son agrupadas tanto por materiales como por tipo de suelos definiéndose en el dendograma 5 grupos diferentes denominados A, B, C, D y E.

Tabla 4.- Valores obtenidos de los tres factores en relación con cada uno de los casos estudiados.

Caso	F1	F2	F3	Caso	F1	F2	F3
1	-0.086	-1.202	-0.887	17	-1.132	-1.324	-0.465
2	0.085	-0.558	-0.222	18	-1.135	0.728	0.019
3	0.669	0.390	-0.736	19	-1.442	1.537	0.833
4	0.044	0.037	-1.565	20	-1.186	1.134	0.231
5	1.418	0.869	-0.043	21	-1.111	1.162	0.159
6	1.138	-0.031	-0.096	22	-1.164	0.067	0.472
7	1.694	0.619	-0.509	23	0.336	-1.078	-0.124
8	1.288	0.278	0.243	24	0.012	-1.405	-1.142
9	1.799	0.944	0.076	25	-0.358	-0.653	-0.223
10	1.303	0.491	0.057	26	-0.728	0.609	0.195
11	-0.727	-0.150	2.347	27	-0.265	0.589	-0.594
12	-0.187	-1.536	2.452	28	-0.027	0.715	-0.738
13	0.094	-1.027	2.720	29	-0.154	0.856	-0.545
14	-0.785	-0.282	-0.821	30	-0.474	2.083	0.007
15	-0.992	-0.269	-0.646	31	1.317	-0.706	0.472
16	-0.957	-2.262	-1.549	32	1.768	-0.626	0.621

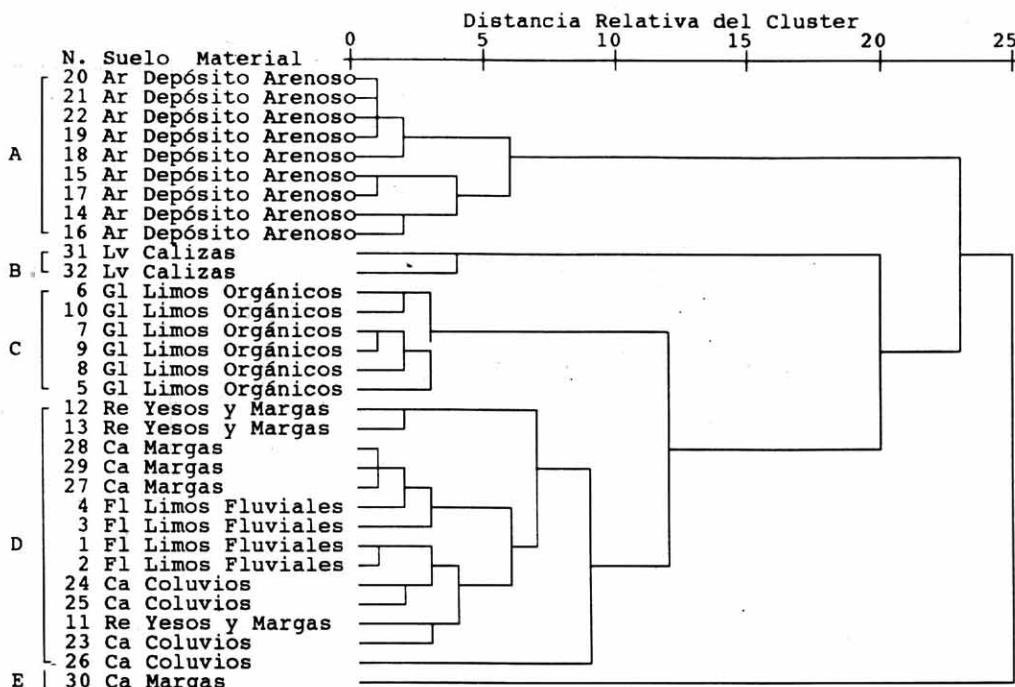


Figura 1.- Dendrograma entre grupos.

El grupo A está integrado por Arenosoles, suelos desarrollados sobre materiales arenosos del Cuaternario que son los que mayor índice de similitud presentan, siendo sus características comunes el elevado porcentaje de arena fina y media de todos sus horizontes.

El grupo B incluye un perfil de Luvisol desarrollado sobre las calizas consolidadas del Cretácico superior. El grupo C incluye las muestras de Gleysoles, que originan un pequeño grupo con suficiente identidad, (elevados valores del % arcilla, capacidad de retención de agua, carbonatos totales, capacidad de intercambio catiónico y de materia orgánica incluso en profundidad) en relación al conjunto.

El grupo D incluye tanto a los Regosoles desarrollados sobre margas yesíferas del Keuper, como a Fluvisoles desarrollados sobre limos fluviales y Calcisoles sobre margas y coluvios. Estas muestras originan un grupo caracterizado

en general, por presentar contenidos similares en lo que se refiere a los porcentajes de arcilla y en correspondencia a la capacidad de retención de agua, así como elevados contenidos en carbonato cálcico.

El grupo E incluye una sola muestra, muy diferente al resto, ya que se trata de un horizonte Cmk de un Calcisol desarrollado sobre margas.

CONCLUSIONES

De las veinte variables analizadas únicamente 12 resultan significativas y se agrupan en tres FACTORES que explican el 81.9% de la varianza. El primer factor fue identificado como un factor textural y de cambio. Los suelos desarrollados sobre limos orgánicos y calizas, se ven mayoritariamente afectados por este primer factor.

El segundo factor fue adscrito al pH y % CaCo₃, y se asocia principalmente con los suelos desarrollados sobre margas y depósitos arenosos.

Los Fluvisoles desarrollados sobre limos fluviales se asocian mayoritariamente al primer y segundo factor. El factor 3 se relaciona con suelos sobre margas yesíferas del Keuper.

El dendograma demuestra la existencia de cinco grupos diferentes, en los que se integran bien diferenciados los distintos tipos de suelos estudiados en función del material de origen. El dendograma no solo apoya la relación descrita suelo-litología, sino que también confirma la clasificación de los suelos estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

- Ann Brown, D., Mathur, S.P., Anton Brown and Kushner, D.J., 1990. Relationships between some properties of organic soils from the southern Canadian shield. *Can. J. Soil Sci.*, 70: 363- 377.
- Arkey, R.J., 1976. Statistical methods in soil classification research. *Adv. Agron.*, 26: 37-70.
- F.A.O.-U.N.E.S.C.O., 1988. Soil map the world 1:5.000.000 Revised Legend. Roma.
- Iggy Litaor, M., Dan, Y. and Koyumdjisky, H., 1989. Factor Analysis of a Lithosequence in the Northeastern Samaria Steppe (Israel). *Geoderma*, 44: 1-15.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliff. Londres.
- Kaiser, H.F., 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrica*, 39: 31-36.
- Lamontagne, L. and CAMIRE, C., 1987. Soil Analysis and Numerical Classification of the Lanoraire Delta, Quebec. *Can. J. Soil Sci.*, 67: 417-432.
- Lefkovitch, L.P., 1987. Clustering From Ordination. *Math. Biosci.*, 87: 17-30.
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 1983. *Métodos Oficiales de Análisis*. Ed. M.A.P.A. Madrid
- Moore, A.W., Russel, J.S. and Ward, W.T., 1972. Numerical Analysis of Soils: A Comparison of Three Soil Profile Models With Field Classification. *J. Soil Sci.*, 23:193-209.
- Norussis, M.J., 1986. *Advanced Statistics SPSS/PC for the IBM PC/XT/AT*, SPSS Inc. Chicago.
- Richardson, J.L. and Bigler, R.J., 1984. Principal Component Analysis of Prairie Pothole Soils in North Dakota. *Soil Sci. Am. J.*, 48: 1350-1355.
- Webster, R., 1977. *Quantitative and Numerical Methods in Soil Classification and Survey*. Clarendon Press. Oxford. U.K.
- Yalon, D.H., 1975. Conceptual modesl in pedogenesis : Can soil-forming functions be solved?. *Geoderma*, 14: 189-205.