

SUELOS SOBRE ARENISCAS SILÍCEAS DEL PARQUE NATURAL ALCORNOCALES

Nicolás Bellinfante Crocci, Isidoro Angel Gómez Parrales, M^a Ascensión Ruiz Cordero y Guillermo Paneque Guerrero.

Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. c/ Profesor García González s/n C.P.41012 Sevilla. Tfno: (95)4557138 E-mail: nicolas@cica.es

Abstract: Soils of the natural park Alcornocales on sandstone are studied. The most important properties are showed, emphasizing the ones that have more influence in the evolution of soils. Soils developed on these rocks, in this natural environment, are established as Leptosols, Regosols, Cambisols and Luvisols.

Key words: Sandstone, Alcornocales

Resumen: Se estudian suelos del Parque Natural Alcornocales sobre areniscas silíceas. Se muestran las propiedades más importantes, resaltando aquellas que más influyen en la evolución de los suelos. La serie evolutiva de suelos desarrollados sobre estas rocas en este ambiente natural se establece como Leptosoles, Regosoles, Cambisoles y Luvisoles.

Palabras clave: Arenisca, Alcornocales

INTRODUCCIÓN

El Parque Natural Alcornocales tiene una extensión aproximada de 170.000 ha., se sitúa al sur de la Sierra de Grazalema y en dirección al Estrecho de Gibraltar, entre las provincias de Cádiz y Málaga. Es un espacio natural de riqueza botánica considerable sin duda influenciada por un clima mediterráneo amortiguado por el efecto suavizante de la proximidad al mar, donde las masas oceánicas cargadas de humedad generan frecuentes lluvias y nieblas.

El sustrato geológico está dominado por areniscas silíceas y por el flysch calcarenítico del Campo de Gibraltar, sobre cuyos materiales la orogenia alpina modeló un conjunto de sierras que, a pesar de su modesta altura (1092 m), su

orientación y situación las convierten en un factor determinante en las peculiaridades climáticas de la zona. Estas Areniscas del Algibe (Gavala 1924) o areniscas numídicas, de color blanco a anaranjado-amarillento con tintes rojizos, están constituidas por más del 90% de cuarzo y otros minerales de hierro, feldespatos, etc., cuya alteración da a los suelos una textura arenosa característica.

Estas areniscas se presentan en bancos separados por niveles de arcillas abigarradas, normalmente de poco espesor, aunque a veces pueden llegar a tener una mayor potencia. El espesor que se le calcula a los bancos de areniscas es de 1000 m.

La datación de las areniscas del Algibe no es fácil por medios paleontológicos, ya que se

presentan azoicas, sin embargo, las series que se sitúan en su base, y en sus tramos superiores, han dado una fauna de edad Aquitaniense (IGME, 1987).

Los suelos silíceos del Parque Natural Alcornocales han sido estudiados de manera general (Mudarra et al., 1989; Romero, 1996; Carretero et al., 1996). Sin embargo, estudios más detallados donde se tiene en cuenta la posición fisiográfica, orientación, posible existencia de paleosuelos, etc. hacen de este espacio natural un lugar de gran riqueza edáfica.

MATERIAL Y MÉTODOS

La prospección fue realizada sobre base topográfica E.1:50.000 siendo el criterio geológico-petrográfico diferenciador en la toma de muestras. Fueron estudiados cuarenta perfiles de suelos, de los cuales se eligieron doce para esta presentación.

Para la descripción, nomenclatura y clasificación de suelos se utilizaron criterios seguidos por World Reference Base for Soil Resources (I.S.S.S.-I.S.R.I.C.-F.A.O., 1994). Se llevaron a cabo las siguientes determinaciones analíticas: pH en agua y cloruro potásico (método de la pasta saturada; Guitián, 1976), carbonatos (método gasométrico; Guitián, 1976), carbono y

materia orgánica (método de Walkley; Primo *et al.*, 1973), nitrógeno (método Kjeldahl; Guitián, 1976), fósforo (método Olsen-Watanabe; Porta, 1986), capacidad y cationes de cambio (método del acetato amónico; García et al., 1982), conductividad eléctrica (método del extracto acuoso, suelo/agua 1:1, García et al., 1982) y análisis granulométrico (las fracciones entre 2 y 0.02 mm se determinaron mediante tamices, y otras fracciones mediante el método del densímetro de Bouyoucos; García et al., 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de datos fisiográficos, morfológicos y de orientación, permitió observar que la intercalación de delgados lechos de arcillas entre los paquetes de areniscas tiene lugar, en ocasiones a profundidades edáficas. En estos casos, y a pesar de la textura fundamentalmente arenosa o francoarenosa de estos suelos causada por la propia alteración de la arenisca cuarzosa, puede haber movimientos de aguas subsuperficiales que generan condiciones genéticas más ligadas al agua, con formación, a veces, de horizontes Cg o Bg.

Otra característica común de estos suelos, y que se deriva de la naturaleza silícea de la roca, es la existencia de pH muy bajos. Esta cir-

Tabla 1: Determinaciones de pH, Carbono (C), Materia Orgánica (M.O.), Nitrógeno (N) y Fósforo (P) de los perfiles tipos de Leptosoles (perfiles I, II y III). y Regosoles (perfiles IV y V).

PERFIL		PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		pH		C (g/Kg)	M.O. (g/Kg)	N (g/Kg)	C/N	P (g/Kg)
			Seco	Húmedo	Agua	Cloruro potásico					
I	A R	0-10 >10	10 YR 4/1	10 YR 2/1	5.0	4.0	38.42	66.08	2.56	14.99	0.0071
II	A	0-25	10 YR 5/2	10 YR 3/2	5.0	4.6	32.18	55.35	2.43	13.22	0.0011
	A/C	25-55	10 YR 5/4	10 YR 3/4	4.8	4.0	9.41	16.19	1.13	8.32	0.0010
	C1	55-105	10 YR 6/4	10 YR 4/6	4.7	3.8	5.29	9.10	0.69	7.60	0.0006
	C2g	>105	10 YR 6/4	10 YR 5/4	4.7	3.7	6.84	11.76	0.69	9.83	0.0005
III	A R	0-14 >14	10 YR 5/2	10 YR 3/2	4.6	3.7	47.15	81.10	2.89	16.31	0.0068
IV	A	0-25	10 YR 5/3	10 YR 4/2	5.4	4.7	19.5	33.54	1.12	17.41	0.0072
	C1	25-65	2.5 YR 5/8	2.5 YR 4/6	5.0	4.2	5.79	9.95	1.03	5.62	0.0088
	C2g	>65	10 YR 6/3	10 YR 5/3	4.8	4.0	4.42	7.60	1.44	3.07	0.0050
V	A	0-10	10 YR 5/2	10 YR 3/2	4.8	4.3	20.33	34.97	1.62	12.52	0.0024
	A/C	10-125	10 YR 6/3	10 YR 4/3	4.4	3.6	7.33	12.61	0.65	11.28	0.0003
	C	>125	Abigarrado	Abigarrado	4.5	3.9	5.07	8.73	0.97	5.20	0.0000

Tabla 2: Determinaciones del Análisis Textural y Complejo de Cambio de los perfiles tipos de Leptosoles (perfiles I, II y III) y Regosoles (perfiles IV y V).

Perfil		Análisis textural (%)								Complejo de Cambio (mol (+)/Kg)					
		Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo grueso	Limo fino	Arcilla	Ca	Mg	Na	K	T	V(%)
I	A R	2.50	6.00	20.53	35.90	17.08	8.69	6.80	2.50	0.038	0.014	0.000	0.002	0.139	40.26
II	A	2.52	1.29	27.65	30.00	11.85	12.50	14.20	0.00	0.054	0.018	0.002	0.005	0.139	57.06
	C	2.01	6.62	18.21	25.44	12.83	7.57	6.63	20.70	0.019	0.007	0.001	0.002	0.091	33.81
	A/C	2.19	8.03	20.44	21.85	14.66	9.00	1.33	22.50	0.011	0.007	0.001	0.002	0.091	24.89
	C ₁	1.30	5.13	16.77	23.00	9.38	5.64	13.04	25.76	0.010	0.007	0.001	0.002	0.105	19.92
III	A R	1.15	5.33	18.30	36.32	15.74	7.94	9.58	5.64	0.011	0.011	0.001	0.003	0.151	18.1
IV	A	0.64	4.11	19.00	38.62	14.50	5.25	17.89	0.00	0.049	0.013	0.001	0.001	0.082	80.04
	C	0.74	3.93	13.26	21.13	7.93	4.76	8.25	40.00	0.014	0.010	0.001	0.000	0.128	21.03
	C ₁	0.86	2.05	4.87	10.10	9.40	7.78	3.75	61.18	0.013	0.023	0.002	0.001	0.187	21.65
V	A	0.79	4.21	18.60	43.84	16.00	4.67	6.26	5.63	0.031	0.008	0.001	0.002	0.071	60.93
	A/C	9.40	7.00	21.81	34.50	11.52	4.18	0.95	10.65	0.011	0.011	0.001	0.001	0.043	57.16
	C ₁	3.00	6.70	16.75	18.08	5.58	3.33	8.20	38.37	0.023	0.015	0.001	0.002	0.143	29.58

Tabla 3: Determinaciones de pH, Carbono (C), Materia Orgánica (M.O.), Nitrógeno (N) y Fósforo (P) de los perfiles tipos: Cambisol Mólico (VI), Cambisol Crómico (VII), Cambisol Dístico (VIII), Cambisol Gleico (IX); Luvisol Gleico (X), Luvisol Dístico (XI) y Luvisol Crómico (XII).

PERFIL		PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		pH		C (g/Kg)	M.O. (g/Kg)	N (g/Kg)	C/N	P (g/Kg)
			Seco	Húmedo	Agua	Cloruro Potásico					
VI	A	0-30	10 YR 5/2	10 TR 3/2	6.1	5.3	26.92	46.30	1.78	15.11	0.0167
	Bw	30-70	10 YR 6/4	10 YR 5/3	4.2	3.4	15.30	26.31	0.89	17.17	0.0027
	B/C	70-100	10 YR 6/6	10 YR 4/6	4.5	2.9	8.96	15.41	0.58	15.40	0.0039
	B/Cg	>100	2.5 Y 4/4	2.5 Y 4/4	4.4	3.5	6.32	10.86	0.78	8.14	0.0104
VII	A1	0-5	10 YR 4/2	10 YR 2/2	6.2	5.8	56.9	97.87	3.54	15.62	0.0067
	A2	5-40	10 YR 6/3	10 YR 4/3	5.3	5.0	16.05	27.61	0.76	21.05	0.0056
	Bw	40-55	7.5 YR 5/6	7.5 YR 4/4	4.8	4.5	10.00	17.20	0.93	10.73	0.0036
	R	>55									
VIII	Ao	0-5	10 YR 4/2	10 YR 2/2	4.2	3.7	98.98	170.24	6.61	14.98	0.0124
	A1	5-15	10 YR 5/2	10 YR 3/2	4.1	3.5	43.57	74.95	2.61	16.71	0.0055
	Bw1	15-35	10 YR 6/3	10 YR 5/4	4.0	3.2	11.81	20.32	1.74	6.79	0.0049
	Bw2	35-60	10 YR 6/3	10 YR 5/4	4.0	3.2	5.72	9.84	1.52	3.75	0.0029
	C	>60	10 YR 6/4	10 YR 4/6	3.5	3.0	5.17	8.89	1.02	5.08	0.0049
IX	Ao	0-10	5 YR 5/1	5 YR 2.5/1	3.8	3.3	64.87	111.58	2.46	26.41	0.0104
	E	10-20	7.5 YR 7/2	7.5 YR 5/2	4.0	2.8	22.34	38.43	0.17	128.76	0.0053
	Bw	20-60	10 YR 7/4	10 YR 5/6	4.1	3.3	6.41	11.02	0.17	36.95	0.0048
	B/C	60-85	10 YR 7/4	10 YR 6/6	4.0	3.2	13.31	22.90	0.17	76.71	0.0058
	Cg	>85	Abigarrado	Abigarrado	3.9	3.1	2.95	5.07	0.76	3.87	0.0053
X	A	0-20	10 YR 5/3	10 YR 4/2	5.6	4.9	23.70	40.77	1.33	17.79	0.0036
	Bt	20-55	5 YR 5/6	5 YR 4/6	4.7	4.3	6.50	11.18	0.60	10.87	0.0011
	C1	55-75	5 YR 6/6	5 YR 5/6	4.7	4.1	5.39	9.27	0.51	10.52	0.0016
	C2g	>75	7.5 YR 6/6	7.5 YR 5/6	4.2	3.9	4.28	7.36	0.51	8.35	0.0041
XI	A	0-25	7.5 YR 4/4	7.5 YR 3/2	5.2	4.5	31.68	54.48	1.55	20.41	0.0067
	Bt1	25-55	2.5 YR 5/6	2.5 YR 4/6	4.5	3.9	9.49	16.32	0.97	9.75	0.0033
	Bt2	55-110	2.5 YR 5/6	2.5 YR 4/6	4.6	3.7	6.32	10.86	0.77	8.25	0.0016
	C	>110	7.5 YR 5/8	7.5 YR 5/6	4.6	3.5	4.20	7.23	0.48	8.66	0.0022
XII	A1	0-15	10 YR 3/1	10 YR 2/1	5.5	5.2	52.72	90.68	4.15	12.70	0.0056
	A2	15-30	10 YR 4/2	10 YR 3/2	4.5	4.3	13.10	22.54	1.35	9.66	0.0066
	Bt	30-70	7.5 YR 5/6	7.5 YR 4/4	4.8	4.3	4.42	7.60	0.93	4.74	0.0077
	C1	70-140	7.5 YR 6/8	7.5 YR 5/6	4.0	3.2	1.29	2.22	0.51	2.54	0.0034
	C2g R	140-155 >155	Abigarrado	Abigarrado	3.8	3.0	3.50	6.03	0.61	5.75	0.0039

Perfil		Análisis textural (%)								Complejo de Cambio (mol(+) /Kg)						
		Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena media	Arena fina	Arena muy fina	Limo grueso	Limo fino	Arcilla	Cn	Mg	Na	K	T	V(%)	Al
VI	A	1.23	4.44	16.79	23.71	12.31	9.82	15.30	16.40	0.066	0.034	0.001	0.004	0.106	100	0.000
	Bw	0.32	1.59	8.07	17.39	13.17	13.93	19.73	25.80	0.015	0.044	0.002	0.002	0.259	64.25	0.046
	B/C	0.63	4.09	17.69	29.99	14.44	9.77	4.28	19.11	0.025	0.035	0.002	0.002	0.104	65.52	0.019
	B/C ₁	0.89	1.88	4.10	7.63	5.59	7.79	27.15	44.97	0.038	0.073	0.002	0.003	0.205	58.60	0.068
VII	A1	1.81	5.51	17.52	28.58	11.55	7.62	23.60	3.81	0.145	0.036	0.002	0.008	0.192	100	
	A2	2.40	5.16	17.00	30.17	12.09	7.50	11.08	14.60	0.035	0.013	0.002	0.005	0.054	100	
	Bw	2.16	6.53	14.75	14.58	5.93	3.79	11.99	40.00	0.023	0.035	0.002	0.006	0.123	54.75	
	R															
VIII	Ao	1.36	5.36	17.23	24.38	10.97	7.35	33.35	0.00	0.108	0.172	0.002	0.003	0.286	100	0.000
	A1	1.57	6.16	18.87	28.98	11.96	7.54	20.48	4.44	0.044	0.027	0.001	0.002	0.138	54.4	0.003
	Bw1	1.30	1.91	3.37	4.42	2.02	2.00	17.01	67.97	0.049	0.079	0.002	0.004	0.253	52.85	0.063
	Bw2	0.50	1.70	3.20	3.00	1.90	1.50	13.71	74.49	0.019	0.068	0.001	0.003	0.267	34.74	0.109
IX	C	0.96	1.50	1.50	4.03	17.50	20.16	16.03	38.32	0.010	0.031	0.001	0.001	0.152	29.46	0.068
	Ao	0.78	4.14	18.81	34.30	15.97	10.14	9.02	6.84	0.048	0.011	0.002	0.003	0.114	0.056	
	E	1.21	4.48	20.86	41.01	16.51	8.84	3.92	3.17	0.011	0.004	0.001	0.001	0.025	71.60	
	Bw	0.63	3.08	13.78	28.88	13.88	11.00	12.79	13.96	0.009	0.004	0.002	0.001	0.035	47.80	
X	Bw	0.16	2.12	14.30	29.00	12.42	7.89	9.38	24.73	0.018	0.014	0.002	0.001	0.084	42.10	
	Cg	0.18	0.70	3.05	7.30	5.73	8.05	18.84	56.15	0.024	0.018	0.002	0.002	0.193	26.00	
	A	0.28	1.37	9.53	24.84	17.56	12.57	15.41	18.44	0.078	0.030	0.002	0.005	0.120	96.50	0.000
	Bt	0.00	0.40	6.70	18.90	14.30	9.80	4.90	45.07	0.042	0.056	0.003	0.003	0.145	72.36	0.014
XI	C1	0.33	2.33	13.00	22.83	14.51	10.13	11.07	25.81	0.023	0.037	0.003	0.003	0.110	60.07	0.021
	C2g	0.39	0.74	3.30	7.49	5.13	5.74	21.77	55.44	0.018	0.066	0.003	0.004	0.250	36.79	0.050
	A	2.59	5.75	1.60	21.99	10.59	7.41	31.26	18.81	0.065	0.044	0.002	0.006	0.188	63.30	0.001
	Bt1	2.18	5.31	11.02	11.06	9.93	15.47	0.99	44.04	0.045	0.055	0.002	0.006	0.224	49.10	0.028
XII	Bt2	3.48	5.49	12.76	13.99	6.83	8.16	13.47	35.82	0.015	0.039	0.002	0.003	0.189	31.60	0.059
	C	4.91	4.52	16.54	22.79	12.41	12.10	2.70	23.95	0.006	0.025	0.001	0.001	0.141	24.50	0.047
	A1	1.22	4.91	17.43	22.77	10.74	8.79	26.64	7.50	0.133	0.034	0.002	0.011	0.281	64.23	0.000
	A2	1.71	5.08	19.73	31.16	12.41	7.47	9.94	12.50	0.027	0.008	0.001	0.002	0.064	61.00	0.010
XIII	Bt	1.53	5.00	16.15	21.91	9.95	6.87	11.09	27.50	0.013	0.016	0.001	0.001	0.100	32.05	0.051
	C1	1.14	5.48	21.00	2.68	8.95	6.34	30.17	24.24	0.007	0.015	0.001	0.000	0.077	31.92	0.036
	C2g	0.12	0.38	1.51	5.32	13.33	18.81	0.50	44.98	0.007	0.027	0.001	0.001	0.142	26.09	0.076
	R															

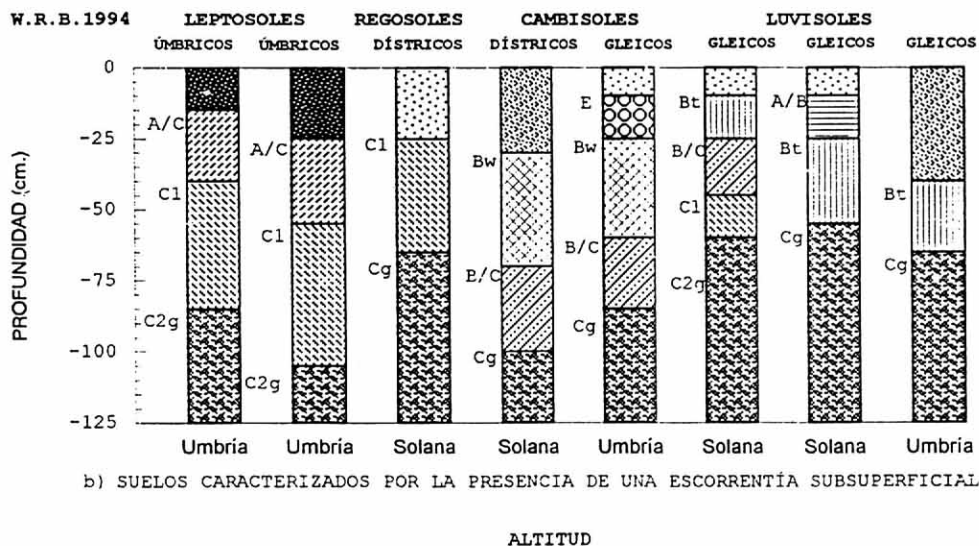
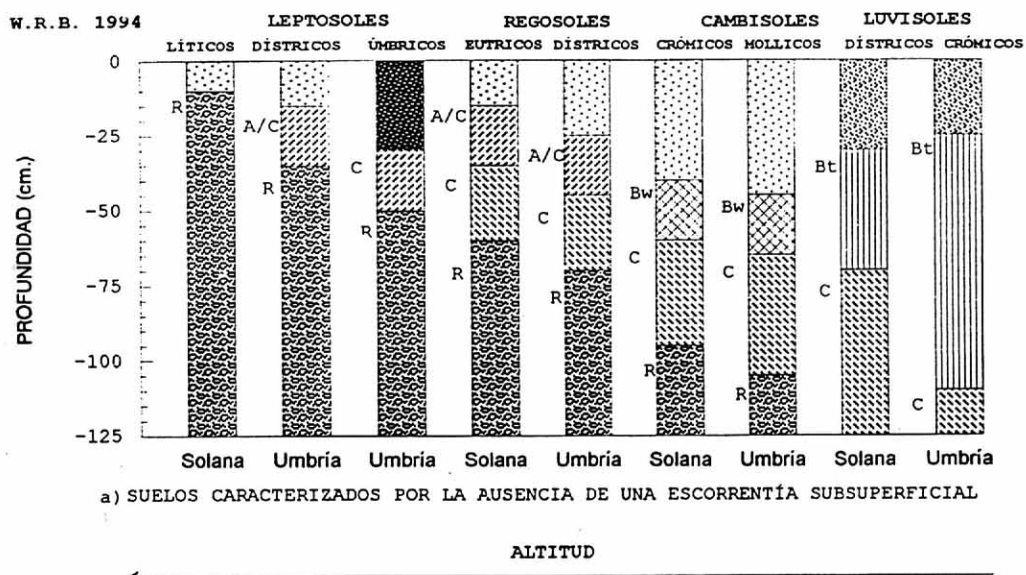


Figura 1: a) y b) Desarrollo y evolución de suelos de arenisca silíceas en el Parque Natural Alcornocales.

Regosoles Eútricos se localizan preferentemente en solanas (suroeste, sur, sureste), y los **Regosoles Dístricos** en orientaciones de umbría y, especialmente, en aquellas zonas donde hay mayor escorrentía subsuperficial (Fig.1).

Los **Cambisoles** se sitúan en cotas medias, la mayor parte de ellos entre 300 y 60 m. De acuerdo con las condiciones genéticas ya señaladas, **Cambisoles Crómicos** y **Mólicos** se reparten respectivamente situaciones de solana y umbría. Cuando las condiciones de humedad y drenaje impedido aumentan aparecen **Cambisoles Dístricos** y **Gleicos**(Fig 1).

Los **Luvisoles** son los suelos más evolucionados de este Parque Natural. Se sitúan en altitudes inferiores a 500 m, bajo vegetación de alcornocal o quejigal. Presentan horizontes Bt bien desarrollados, generalmente con complejo de cambio insaturado (<50%) y con alto contenido en aluminio de cambio. Al tratarse de suelos antiguos la diferenciación de otros horizontes no parece estar relacionada con orientaciones de solana o umbría, pero sí, con la presencia de condiciones de humedad más o menos elevada a causa de efectos de capa de agua colgada o aumento de la circulación lateral. En este sentido aparecen **Luvisoles Crómicos**, **Luvisoles Dístricos**, y **Luvisoles Gleicos** (Fig 1 y Tablas 3 y 4).

AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía promotora de este trabajo. A los compañeros Antonio Jordán, Fernando Limón, Teresa García-Muñoz, M^a José Taguas-Casaño, J. Antonio Fernández y Pilar Herrera por sus aportaciones al mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Carretero, P., Sánchez, O., González, R. (1996); Tipificación Edáfica de los Alcornocales

Gaditanos (Parque de Los Alcornocales). IV Congreso de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Información de suelos para el siglo XXI. Comunicaciones. Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universitat de Lleida. 327-332.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Instituto Andaluz de Reforma Agraria (1989); Mapa de suelos de Andalucía (E. 1:400.000). Madrid.

García et al. (1982). Métodos oficiales de análisis. Suelos y aguas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 181 p.

Gutián-Ojea, F. y Carballas, T. (1976); Técnicas de análisis de suelos. Ed. Pico Sacro. Santiago de Compostela.

Instituto Tecnológico Geomínero de España (1990); Mapa Geológico de España (E. 1:50.000). Madrid.

International Society of Soil Science; International Soil Reference and Information Centre; Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1994. World Reference Base for Soil Resources. Ed. O.C. Spaargaren. Roma.

Porta Casanellas, J.; 1986. Técnicas y experimentos en edafología. Ed. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Cataluña.

Primo Yúfera, E., Carrasco Dorrien, J.M. (1973); Química Agrícola (I). Suelos y Fertilizantes. Ed. Alhambra, 471 p.

Romero Valiente, J.M. (1996); Cartografía de Unidades Geoedáficas y Evaluación Agrológica de los suelos del sector septentrional del Parque Natural de Los Alcornocales. IV Congreso de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Información de suelos para el siglo XXI. Comunicaciones. Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universitat de Lleida. 243-248.