

## CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE SUELOS DESARROLLADOS SOBRE TURBIDITAS EN MENORCA

M. GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P CARRAL GONZÁLEZ, A.M. ÁLVAREZ GONZÁLEZ, R. JIMÉNEZ BALLESTA

Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma. 28049 Madrid.

**Abstract.** Since there are no previous studies about soils that have developed on turbidites, the following paper constitutes a comprehensive study of four profiles developed on these materials in the Eastern side of Minorca Island. The zone where these profiles are located is used for different activities. For the execution of this work, factors of soils formation, physicochemical characteristics and agrologic properties of all of them have been analysed. The study shows two different zones, for their morphological position that has a bearing on the genetic development, but not in their vocation of use. High bulk densities and low available water contents make them nonuseful for culture. A smaller erosion degree is noted in soils that conserved their natural vegetal cover. Although these soils have been little development, the differences observed allow the classification of each of them at family level.

**Key words:** Soils, turbidites, Menorca, genesis.

**Resumen.** Ante la carencia de estudios previos de suelos desarrollados sobre turbiditas se procede a un estudio detallado de 4 perfiles desarrollados sobre estos materiales en el extremo oriental de la Isla de Menorca. La zona donde se ubican los mismos está dedicada a diferentes usos. Para la realización del trabajo se han analizado los factores formadores, las características físico-químicas y las propiedades agro-lógicas de cada uno de los suelos. El estudio da como resultado dos zonas diferenciadas por su posición morfológica, que incide en el desarrollo genético pero no en la vocación de uso. Las altas densidades aparentes y los bajos contenidos en agua disponible les hace no útiles para la agricultura. Se observa menor grado de erosión en los suelos que mantienen su cubierta vegetal natural. A pesar de ser suelos con escaso desarrollo, las diferencias observadas permiten la clasificación de cada uno de ellos al nivel de familia.

**Palabras Clave:** Suelos, turbiditas, Menorca, génesis.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo primordial de este trabajo es el estudio de suelos desarrollados sobre turbiditas. Material geológico con escasa presencia en la geografía española y estudiado exclusivamente desde el punto de vista estratigráfico (Martín Algarra *et al*, 1992; Aguado *et al*.1991; Cózar y Rodríguez 2000; Aranda

Gómez *et al*, 2000) pero con apenas estudios edáficos que incluyan estas rocas como materiales originarios de suelos.

El término "turbidita" se aplica a una alternancia de materiales (capas de areniscas y de arcillas fundamentalmente) con una estratificación muy regular debida a corrientes de turbidez que se depositan en los bordes inferiores de los taludes continentales y

en las llanuras abisales. Sus capas se caracterizan por poseer una cierta ritmicidad, por tener contactos planos paralelos entre ellas y una estructura interna primaria muy característica.

Existen dos tipos de turbiditas: las turbiditas carbonáticas, que están formadas por calizas micríticas de color negruzco, originadas por sedimentación, a partir de suspensiones turbulentas diluidas y turbiditas de origen siliciclástico derivadas de plataformas deltaicas que son las que más abundan en la zona de estudio, dando lugar a propiedades edafoquímicas netamente diferentes (Corrales *et al.*, 1977).

Las turbiditas sobre las que están desarrollados los suelos estudiados son litológica-

mente una mezcla de areniscas, arcillas y margas en proporciones variables que dependen exclusivamente de que sean facies más proximales o más distales al área fuente.

Menorca, isla que pertenece al archipiélago Balear, (Figura 1) se divide en dos regiones diferenciadas por sus rasgos geológicos; la región del Norte, que es la *Tramuntana*, de carácter montañoso, dominada por materiales paleozoicos y mesozoicos siliciclásticos, de colores rojizos y pardos, que presentan relieves seniles. La zona del sur, *Migjor*, está dominada por materiales cenozoicos calcáreos y pedregosos, con menor variedad litológica que la zona norte.



FIGURA 1: Mapa de situación y localización de perfiles

El área de estudio se localiza en el extremo oriental de la región de la Tramuntana, cuyo relieve está constituido por vertientes escarpadas coronadas por superficies de erosión, con torrentes de fondo de valle en "V" y por una extensa red de valles abandonados. Ni por el relieve ni por el clima los cursos de agua son constantes, estos torrentes sólo se ven inundados en momentos determinados y de escasa duración.

La climatología es netamente mediterránea con precipitaciones relativamente elevadas en otoño, y una alta sequedad en verano, con precipitaciones medias anuales de 637 mm. La temperatura media anual de Mahón es de 17° C, con inviernos, en los que las medias no bajan de los 10° C. El mes más frío es enero y el más cálido agosto con una media de entre 24° y 25°C. La insolación es abundante como corresponde al clima Mediterráneo lo que conduce a un régimen de humedad xérico y un régimen de temperatura méxico en el suelo (Sousa, 1988; Elías, 1977).

La vegetación potencial pertenece al piso termomediterráneo, constituido por los grupos de series lenticares y sabinares, aunque en la actualidad se encuentra muy degradada.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha llevado a cabo una descripción macromorfológica de 4 perfiles, considerados representativos, según la normativa FAO (1990). El estudio de campo ha sido especialmente minucioso debido a la escasa documentación edáfica que hay sobre las turbiditas como material originario. Se muestrearon y analizaron los distintos horizontes según la metodología rutinaria utilizada por el laboratorio de suelos de USDA (1972) determinándose en ellos los valores de: pH, conductividad eléctrica, textura, materia orgánica, carbonatos, densidad real y aparente, porosidad, capacidad de intercambio catiónico y mineralogía de arcillas. Se realizaron curvas pF con la ayuda de un equipo de Placa de

Presión para calcular la capacidad de campo, el punto de marchitez y el agua útil; el estudio mineralógico se realizó por difracción de rayos X, método del polvo cristalino en un equipo Philips con tubo de cobre, monocromador de grafito y rendija automática, efectuando agregado orientado sometido a pruebas de hinchamiento con etilenglicol y de colapsamiento a 550°. También se ha efectuado una evaluación de la capacidad de uso de los suelos mediante los índices de STORIE, 1970 y de RIQUER-BRAMAO-CORNET, 1970.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del estudio macromorfológico de estos suelos, (Tabla 1 y Figura 2), se desprende distinto grado de evolución debido a las diferentes posiciones topográficas, ya que el material originario, turbiditas siliciclásticas, el clima, xérico-mésico, y la vegetación, termomediterránea, les son comunes. Al ser el elemento diferenciador la posición de los suelos se hizo un estudio de campo más detallado que incluyó las peculiaridades de cada perfil (Figura 2). De la información contenida en la misma se puede resaltar que los suelos más desarrollados son los que se encuentran en las superficies topográficas más estables P1 y P2, que han perdido su vegetación natural a favor de una utilización agrícola, presentando una microtopografía nivelada. Comparando estos dos suelos, el horizonte B cámbico del perfil 2 tiene mayor espesor que el correspondiente al perfil 1, por encontrarse en una zona de llanura aluvial, presentando un horizonte Cg con manchas de color 2.5Y 5/4 en la zona inferior, que evidencian signos de hidromorfía.

TABLA 1: Características macromorfológicas de los perfiles

PERFIL	HORIZONTE	PROFUN- DIDAD	COLOR SECO	TEXTURA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA (SECO-HUMEDO)	LIMITE	OBSERVACIONES
1	Ap	0-12	10YR 6/2	Areno-franca	Bloques subangulares media, muy desarrollados	Extremadamente duro-muy firme	Gradual y ondulado	Presenta cavidades y baja porosidad
	Bw	12-32	2,5Y 5/4	Areno-franca	Bloques subangulares media, muy desarrollados	Extremadamente duro-muy firme	Gradual y ondulado	Fragmentos de roca angulares de arenisca
	C	32-70	10YR 6/4	Areno-franca	Bloques subangulares media, muy desarrollados	Extremadamente duro-muy firme	Gradual y ondulado	Muchos fragmentos de roca
2	Ap	0-15	10YR 6/6	Arcillo-arenosa	Bloques subangulares gruesa, muy desarrollados	Extremadamente duro-firme	Gradual y ondulado	Pocos fragmentos de roca
	Bw	15-53	10YR 6/4	Arcillo-arenosa	Bloques subangulares media, moderadamente desarrollados	Muy duro-firme	Gradual y ondulado	Baja porosidad
	Cg	53-85	10YR 6/4	Arcillo-arenosa	Bloques subangulares de media a gruesa, moderadamente desarrollados	Muy duro-firme	Gradual y ondulado	Frecuentes manchas pardo amarillentas incógnitas y difusas
3	Ap	0-10	10YR 5/4	Arenosa	Bloques subangulares media, muy débilmente desarrollados	Muy duro-firme	Gradual e irregular	Poca actividad biológica
	C1	10-45	10YR 5/4	Arenosa	Bloques subangulares gruesa, fuertemente desarrollados	Muy duro-firme	Gradual e irregular	Abundantes fragmentos de roca, pocos poros
	C2	>45	10YR 6/4	Arenosa	Bloques subangulares gruesa, fuertemente desarrollados	Muy duro-firme	Gradual e irregular	Frecuentes poros muy finos
4	Ap	0-19	10YR 3/3	Arcillo-limosa	Bloques subangulares gruesa, débilmente desarrollada	Ligeramente blando-friable	Brusco e interrumpido	Fragmentos de roca abundantes y pedregosidad superficial

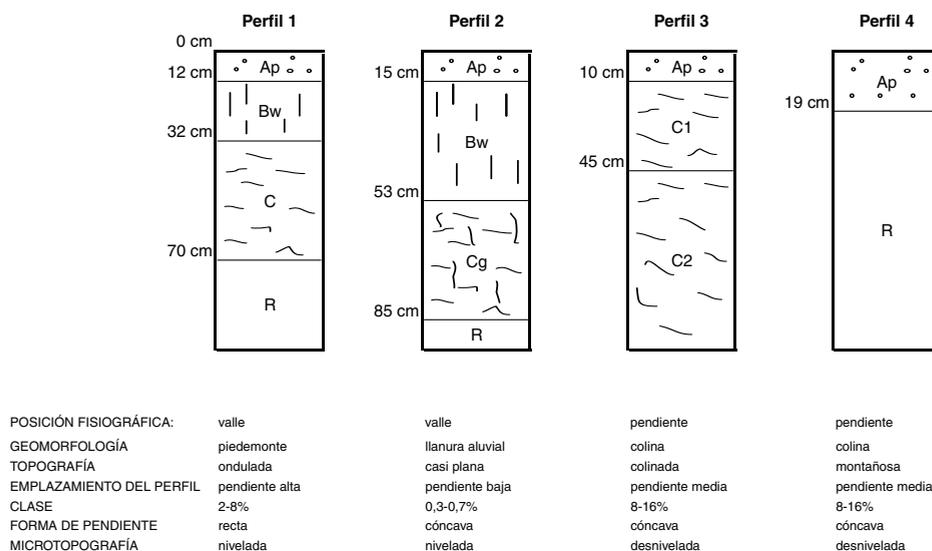


FIGURA 2: Descripción macromorfológica de los perfiles

Los perfiles 3 y 4 muestran un menor desarrollo del *solum*, una microtopografía desnivelada y pendientes del orden del 8 al 16%, visiblemente superiores a las de los perfiles anteriores. En el perfil 3 se observan dos horizontes C debidos a coluvionamientos de la propia turbidita cuya potencia supera el metro. El horizonte superficial del perfil 4 se desarrolla sobre la propia roca madre.

Los resultados de los análisis físico-químicos de los suelos están reflejados en la tabla 2. Los valores de pH presentan carácter neutro que se basifica ligeramente con la profundidad por acumulación de las bases lixiviadas. Las conductividades eléctricas son medianamente elevadas en los horizontes superficiales, debido probablemente a la contaminación marina. Los contenidos en materia orgánica son bastante elevados teniendo en cuenta la climatología y la vegetación, por lo que esos valores podrían ser debidos a la antropización que soportan estos suelos o a su carácter relicto. Nosotros hemos podido observar en las proximidades de

Madrid un epipedón móllico sobre materiales lacustres.

No se observan contenidos en carbonatos en ningún suelo dado el origen siliciclástico de estas turbiditas y al bajo grado de alteración.

La textura es limosa en todos los perfiles. Abundan los elementos más finos en los suelos 1 y 2; los perfiles 3 y 4, dado su carácter coluvionar, son más arenosos.

Los valores de capacidad de intercambio catiónico son acordes con los contenidos en materia orgánica y porcentaje y tipo de arcilla aunque los valores de capacidad de cambio no son muy elevados, los suelos están completamente saturados.

Las densidades aparentes se hacen mas elevadas con la profundidad, reduciéndose con ella el porcentaje de poros; hay valores que se consideran más altos de lo normal, teniendo en cuenta los datos bibliográficos (Narro Farías, 1994) que indican un valor máximo de 1,8 gr/cm<sup>3</sup> para una clase textural arenosa. Los valores que presentan estos sue-

TABLA 2. Resultados de los análisis físico-químicos de los perfiles

PERF. HOR.	pH		CE dS/cm	MO %	CO %	TEXTURA		CIC	V %	DR gr/cc	DA gr/cc	pF 33	pF 1500	Porosidad	Agua útil	Mineralogía Arcillas		
	Agua	KCl				Arena	Limo Arcilla											
1	Ap	7,5	7	0,252	2	0	29	45,7	25,3	9,25	100	2,27	1,66	11,4	11,3	26,9	0,1	Illita 60% y esmectita 40%
	Bw	7,5	6,8	0,184	1,8	0	20,4	52,4	26,2	7,57	100	2,32	1,57	23,9	10,8	32,3	13,1	
	C	7,8	7,2	0,2	0,5	0	28,6	37,3	24,1	7,99	100	2,38	1,79	19,3	11,9	24,8	7,4	
2	Ap	7,6	7,4	0,451	2,2	0	30,1	50,3	19,6	11,77	100	2,28	1,74	23,3	11,2	23,7	12,1	Illita 70% y caolinita 30%
	Bw	8,0	7,6	0,232	2,2	0	34,6	43,2	22,2	9,25	100	2,38	1,68	23,2	11,6	29,4	11,6	
	Cg	8,3	7,8	0,126	1	0	30	43,3	26,7	7,99	100	2,38	1,73	19,2	12,2	27,3	7	
3	Ap	7,2	6,6	0,104	1,3	0	44,8	40,4	14,8	12,01	100	2,29	1,56	22,4	13,9	31,9	8,5	Illita 60, caolinita 30 y esmectita 10%
	C1	6,6	5,5	0,062	0,7	0	40,2	35,2	24,6	10,35	100	2,23	1,8	14,4	9,6	18,5	4,8	
	C2	7,3	5,6	0,057	0,4	0	47,7	28,2	24,1	12,84	100	2,4	1,88	15,8	9,3	21,7	6,5	
4	Ap	7,2	6,6	0,174	3,7	0	41,2	41,8	17	7,96	100	2,39	1,69	17,5	10,3	29,3	7,2	Illita 80 y caolinita 20%

los en los horizontes superiores rondan 1,7 gr/cm<sup>3</sup> por lo que se podrían considerar no aptos para el uso agrícola debido a la compactación que impide una buena penetración radicular, posiblemente por la degradación de los agregados debido al uso abusivo de la maquinaria agrícola y a la práctica inadecuada de la labranza que puede generar una capa endurecida justo por debajo del suelo arado.

Del estudio de las curvas características de humedad se deduce el porcentaje de agua

útil para cada perfil. Dichos porcentajes son mayores en los perfiles 1 y 2, coincidiendo con los horizontes superficiales de mayor porosidad. Todas las curvas son muy semejantes debido a la escasa diferenciación textural dentro de cada suelo (Figura 3). El bajo contenido en agua útil que presentan los horizontes Ap de los perfiles 3 y 4, se explica por el carácter arenoso de los mismos.

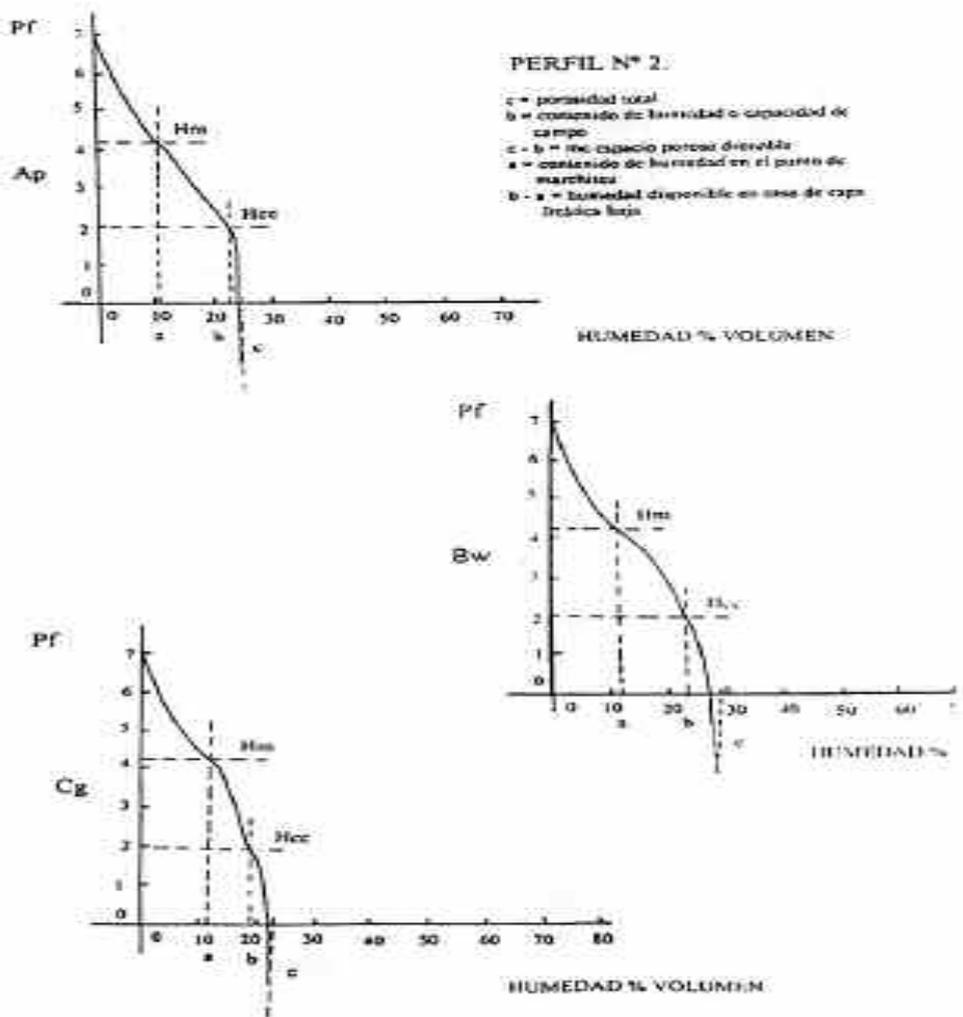


FIGURA 3: Curvas de retención de humedad, correspondientes al perfil 2

Los minerales de la arcilla predominantes en todos los perfiles son: illita y caolinita; salvo para el perfil 1 donde la esmectita es dominante sobre la caolinita.

En la tabla 3 se recogen las propiedades agrológicas que se han observado directamente en el campo, destacando que los perfiles 1 y 2 han perdido su vegetación original y ha sido sustituida por cultivos cerealísticos, mientras que los perfiles 3 y 4, con menor profundidad útil, presentan una vegetación mejor conservada, mas tupida para el perfil 3, de arbustos enanos que, en el caso de éste último, está constituida fundamentalmente

por encina, coincidiendo con la abundancia de afloramientos rocosos que ha impedido el uso de maquinaria agrícola.

A la vista de las observaciones sobre el terreno la intensidad de la erosión es una variable relacionada con la clase de pendiente y el tipo vegetación. La erosión en el perfil 1 es mayor que en el 2, siendo proporcional a la clase de pendiente, aunque ambos soporten el mismo tipo de cultivo. En el perfil 3 se observa una menor intensidad de erosión que en el 4 por mantener mayor cubierta vegetal natural a pesar de tener los dos la misma clase de pendiente.

Tabla 3: Propiedades agrológicas.

	<b>PERFIL 1</b>	<b>PERFIL 2</b>	<b>PERFIL 3</b>	<b>PERFIL 4</b>
Cubierta vegetal	0%	0%	40-80%	15-40%
Tipo de vegetación	sin vegetación	sin vegetación	arbusto enano	arbusto enano
Especies	0	0	encina	encina
Cultivo	trigo	trigo	no cultivado	no cultivado
Drenaje	imperfecto	pobre	algo excesivo	bueno
Drenaje interno	lento	moderado	moderado	moderado
Drenaje externo	lento	lento	rápido	rápido
Condiciones de humedad	seco	húmedo	seco	seco
Pedregosidad	mucha	poca	abundante	dominante
Tamaño de piedras	gravas gruesas	gravas medias	gravas gruesas	gravas gruesas
Afloramientos rocosos	ninguno	ninguno	dominantes	abundantes
Distancia entre afloramientos	0	0	> 1000m	< 3m
Frecuencia de inundaciones	desconocida	anual	nula	nula
Periodo de inundación	0	1-15%	<1 día	<1 día
Uso del terreno	agrícola	agrícola	sin uso ni manejo	sin uso ni manejo
Profundidad útil	25-50 cm	50-100 cm	25-50 cm	0-25 cm
Influencia antrópica	arado	arado	vegetación alterada	sin influencia
Tipo de erosión	surcos	surcos	surcos	eólica
Intensidad de erosión	fuerte	moderada	moderada	severa
Evaluación del suelo SIR	34%	36%	36,50%	37,90%
Nivel de aptitud	marginalmente apto	marginalmente apto	marginalmente apto	marginalmente apto
Evaluación del suelo IP	8,20%	2,70%	0,20%	0,12%
Adecuación al cultivo	no adecuados	no adecuados	no adecuados	no adecuados

SIR=Índice de evaluación según método de Storie

IP= Índice de Productividad según método de Riquier-Bramao y Cornet

Hecha la evaluación de suelos con los métodos de Storie y Riquier-Bramao-Cornet, todos ellos presentan unos índices que oscilan entre 34-39,9%, que corresponden a una calificación de grado 4. Calificación que alude a suelos con poca amplitud de posibilidades agrícolas aconsejándose el uso de los mismos para pastos y/o recreo.

## CONCLUSIONES

Los suelos desarrollados sobre estos materiales son delgados, con epipedones ócricos y escasa evolución genética aunque con rasgos diferenciables entre ellos.

El material de partida, turbiditas siliciclásticas, junto con la vegetación y la climatología no presentan características limitantes para el desarrollo de estos suelos, posiblemente la topografía sea un condicionante para la diferenciación genética.

La diferenciación no mejora las propiedades agrológicas de los suelos, todos presentan densidades aparentes altas y bajos contenidos de agua útil. La evaluación de los mismos da como resultado la inclusión de todos ellos en la clase 4, potenciándose la erosión a medida que se cultivan.

Considerado en conjunto todos los suelos estudiados, el que presenta el menor grado de erosión es aquel que mantiene el mayor porcentaje de vegetación natural (perfil 3).

Con el fin de conservar al máximo estos suelos, ya que el rendimiento agrícola es bajo, se aconseja la utilización de los mismos para uso exclusivamente paisajístico ó para pastoreo de baja densidad.

La clasificación según la Soil Taxonomy (SSS, 1998) hasta el nivel de familia y la Clasificación FAO es: Xerochrept típico esquelético-francosa/ Cambisol eútrico para el perfil 1; Xerochrept ácuico esquelético-francosa / Cambisol gleico en el perfil 2; Xerorthent típico fragmental / Leptosol eútrico, perfil 3 y 4.

## REFERENCIAS

- Aguado, R; O'Dogherty, L.; Rey, J.; Vera, J.A. (1991): Turbiditas calcáreas del cretácico al norte de Vélez Blanco (zona subbética): bioestratigrafía y génesis. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 4/3-4, 271-304.
- Albentosa Sanchez L.M. (1989): El Clima y las aguas. Ed. Síntesis S.A. Aranda
- Gómez, J.J; Torres Hernández, J.R; Carrasco Núñez, P y Agullón Robles, J. (2000): Contrasting styles of laramide across west-central margin of the cretaceous val San Luis Potosí carbonate platform, México". *Rev. Mex. Ciencias geológicas*, vol 17, nº2.
- Corrales, I.; Rosell, J.; Sanchez, L.M.; Vera, J.A.; Vilas, L.(1977): *Estratigrafía*. Ed. Rueda.
- Cozar, P y Rodríguez, S. (2000): Precisiones sedimentológicas y bioestratigráficas en la Unidad del Fresnedoso, Área del Guadiato (Mississippiense, SO de España). *Bol. R. Soc. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 96(1-2), 99-121.
- Earl Storie, R. (1970): *Manual de Evaluación de suelos*" Ed Union Tipográfica Editorial Hispano-Americana, México D:F
- Elías del Castillo, F. (1977): *Agroclimatología de España*". Cuaderno INIA nº 7.
- FAO.(1990): *Guidelines for Soil description*. 3rd Edición. FAO, Roma.
- FAO(1985) *Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura en secano*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma
- García de Pedraza, L. y Reija Garrido, A. (1994): *Tiempo y clima en España*. Meteorología de las autonomías. Ed. Dossat.
- ITGE. (1989): *Mapa Geológico de España*. Escala 1:25000. Hoja 647. Mahón.

- KEYS TO SOIL TAXONOMY. (1998): Eighth Edition. USDA, NRCS. Washington DC.
- MAPA(1994): Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Martín Algarra, A.; Ruiz Ortiz, P. A y Vera, J. A. (1992): Factores que controlan el depósito de las turbiditas cretácicas en la cordillera Bética”. *Rev. Soc. Geol. España*. Vol 5, (53-80).
- Narro Farías, E. (1994): Física de suelos Ed. Trillas México 195pp.
- Riquier, J.; Bramao, L. Y Cornet, J.P. (1970): A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. (AGL/TES/60/6), FAO, Roma.
- Sousa, R.(1988): Notas para una climatología de Mahón. Pbl. 45 del Inst. Nac. Meteorología.
- U.C.M. (1995): Dto. de Edafología, Facultad de Farmacia. Degradación y conservación de suelos. XX Reunión nacional de Suelos. 72-81 pag.
- USDA (1972): Soil Survey laboratory methods and procedures of collecting soil samples. Soil investigations Rep. N° 1. Washington.