

## SUELOS DESARROLLADOS SOBRE ARENAS RESIDUALES Y ARENAS EÓLICAS EN MALLORCA

M.T. DE LA CRUZ CARAVACA, J. BALAGUER SIQUIER y J. HERNANDO COSTA

Dpto. de Edafología. Fac. de Farmacia. Univ. Complutense. 28040 Madrid.

**Abstract.** In this paper we study arenosols developed from accumulative dunes of marine origin in coast areas and we difference them from the scarce arenosols of residual sands. These ones present different characteristics not only in their physiography, parent material, rocks content but also in the equivalent  $\text{CaCO}_3$ , iron, etc. It is also observed a difference in between the mineralogy of the arenosols of the north area from the ones developed in the south coast.

**Key words:** Arenosoles, Mallorca

**Resumen.** Se estudian Arenosoles desarrollados a partir de dunas de acumulación de origen marino, en zonas costeras y se diferencian de los escasos Arenosoles formados a partir de arenas residuales. Estos presentan características diferenciadas tanto en su fisiografía como en el origen del material de partida, contenido en fragmentos rocosos, textura,  $\text{CaCO}_3$  equivalente, hierro, etc. Asimismo en los Arenosoles formados a partir de las dunas se observa la diferencia mineralógica entre los situados de la zona norte y los desarrollados en la costa sur.

**Palabras clave:** Arenosoles, Mallorca

### INTRODUCCIÓN

Mallorca es la mayor de las islas del archipiélago Balear, con una litología de naturaleza calcárea, dominando fundamentalmente calizas, dolomías, calcarenitas y margas.

La tipología de los suelos de la isla es poco conocida. En los escasos trabajos que aparecen en la bibliografía, se citan suelos pardo calizos y suelos rojos en los mapas de cultivos y aprovechamiento agrícola de 1986 y 1988. Entre los trabajos de carácter general cabe destacar el de Klinge y Mella (1958), Bech (1976), pero a nivel de detalle, Balaguer (1998) señala la existencia de Leptosoles réndricos, eútricos, móllicos y líticos, como suelos dominantes en la sierra

de Llevant, asimismo Balaguer et al. (1997) mencionan la aparición de Phaeozems calcáricos en el Puig de Sant Salvador (Felanitx) y Cambisoles calcáricos en el término municipal de Artà (Balaguer et al. 1995).

En el presente trabajo se estudian Arenosoles calcáricos en la isla de Mallorca desarrollados a partir de arenas residuales (arenas que proceden de la alteración de calizas, transportadas por el agua y depositadas sobre calcarenitas), y arenas eólicas, de grano fino a medio, del Holoceno, depositadas en zonas de playa, que llegan a superar, en algunos casos, la profundidad de 25 m (IGME 1991). Los depósitos eólicos fósiles y actuales adquieren gran desarrollo en zonas próximas a la costa y hacia el interior, estando los

ejemplos más completos en la costa sur (playa de Es Trenc).

Los Arenosoles situados en el noreste de la isla presentan una vegetación diferenciada de los Arenosoles de la zona suroeste (playa de Es Trenc). En los del norte predominan formaciones boscosas de pinos asociados con acebuches, y en el sur la vegetación litoral corresponde a bosquetes de enebros y sabinas y tomillares de dunas con gramales de dunas embrionarias.

Todos estos suelos se desarrollan bajo un clima típicamente mediterráneo con veranos acusadamente áridos, siendo la temperatura media anual, en las zonas litorales, de 16-18°C y produciéndose las máximas precipitaciones en otoño.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En la zona noreste se han seleccionado suelos desarrollados sobre arenas residuales (PB 2), situado en el interior, en el Barranco de Sa Canova (término municipal de Artà), y suelos desarrollados sobre arenas eólicas del Holoceno (PB 28 y PB 29) en Cala Rajada (término municipal de Capdepera).

En la zona sur se tomaron suelos en el término municipal de Campos, en la playa de Es Trenc (PB 20, PB 21 y PB 22), desarrollados igualmente sobre arenas eólicas recientes.

Los métodos empleados en el análisis de pH, materia orgánica,  $\text{CaCO}_3$  equivalente y extracción de arcillas con eliminación de materia orgánica, saturación en Mg y K, solvatación con etilenglicol, y calcinados a 550°C, son los recomendados por ISRIC 1993. La identificación de los minerales de arcilla se realizó por difracción de rayos X, con un equipo Philips PW 1710 de radiación de cobre. Los análisis químicos se han llevado a cabo con ácido perclórico y fluorhídrico en compresores phaxe 2000 y posterior disolución con HCl 6N. Los cationes divalentes,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, y los monova-

lentes,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ , por fotometría de llama. El hierro libre se obtuvo mediante extracción con reactivo de Tamm,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  (Douchaufour y Souchier, 1966), las formas amorfas y cristalinas con HCl 8N (Segalen 1968).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Mallorca son comunes los Arenosoles desarrollados a partir de dunas de acumulación de arenas de origen marino, en zonas costeras. Son muy escasos los formados a partir de arenas residuales, ya que en la mayoría de los casos, este material no proporciona el espesor necesario para formar Arenosoles. Estos presentan características diferenciales acusadas respecto a los anteriores que merecen ser destacadas: distancia de la costa, pendiente moderadamente escarpada, origen del material de partida, contenido en fragmentos rocosos (menos del 35%), menor contenido en  $\text{CaCO}_3$  equivalente (tabla 1), mayor contenido en hierro libre, originando una relación  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  Libre /  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  Total muy elevada, debido a que estas arenas son producto de alteración de calizas, y por último, textura arenoso-franca, límite inferior que establece FAO para Arenosoles, esta granulometría puede estar condicionada por la acusada pendiente y gran permeabilidad que favorece la pérdida de parte de la fracción fina.

El análisis químico (tabla 2) pone de manifiesto la diferencia entre la roca (marés) y el material arenoso depositado sobre la misma, existiendo un predominio de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  y  $\text{Na}_2\text{O}$  en los horizontes organominerales, y una disminución de óxidos de calcio, hierro y aluminio, lo que confirma que no existe relación edafogénica entre la roca y el material superpuesto. Por otra parte, los fragmentos rocosos encontrados junto a las arenas residuales son de naturaleza caliza.

Las cantidades de hierro libre son similares en ambos horizontes, predominando las

TABLA 1. Datos analíticos de los suelos.

Perfil	Horiz	Prof. (cm)	Textura	%C	%N	C/N	% CaCO <sub>3</sub> equival.	pH	Ca <sup>2+</sup> (cmol/Kg)	Mg <sup>2+</sup> (cmol/Kg)	K <sup>+</sup> (cmol/Kg)	Na <sup>+</sup> (cmol/Kg)	S (cmol/Kg)	T (cmol/Kg)	V
PB 2	Ah1	0-10	Are-Fr	7,23	0,39	18,18	68,95	7,70	52,45	4,52	0,95	0,73	58,63	25,58	S
	Ah2	10-110	Are-Fr	5,50	0,37	14,53	66,78	7,70	60,00	4,27	0,81	0,54	65,62	22,57	S
	2R	+110	-	-	-	-	93,60	-	-	-	-	-	-	-	-
PB28	Ah	0-30	Are	1,74	0,12	14,26	77,67	7,10	54,00	5,01	1,38	0,64	61,03	7,90	S
	AC	30-115	Are	1,65	0,06	24,26	87,88	7,15	84,03	6,08	1,22	1,61	92,94	8,23	S
PB29	Ah	0-25	Are	2,33	0,11	20,09	82,06	7,30	74,00	10,93	1,07	1,61	87,61	13,33	S
	AC	25-110	Are	1,33	0,06	21,80	87,82	7,10	49,00	8,50	0,25	1,41	59,16	9,83	S
PB20	Ah	0-10	Are	0,30	0,02	14,28	91,92	8,00	27,10	5,02	0,65	0,60	33,37	4,02	S
	C	10-110	Are	-	-	-	93,92	7,20	25,26	5,17	0,60	0,53	32,55	3,57	S
PB21	Ah	0-30	Are	2,89	0,15	19,21	83,19	7,20	30,00	8,50	0,38	1,59	40,47	22,32	S
	C1	30-60	Are	-	-	-	88,08	7,00	26,00	5,15	0,25	1,50	32,90	8,44	S
PB22	C2	60-120	Are	1,32	0,08	16,50	91,84	7,00	27,20	5,42	0,27	1,51	34,40	12,17	S
	Ah	0-15	Are	4,21	0,27	15,20	83,01	8,00	30,50	13,98	0,40	1,10	45,98	19,48	S
C1	C1	15-30	Are	1,22	0,04	25,96	89,62	7,90	28,80	6,76	0,31	1,41	37,28	10,38	S
	C2	30-115	Are	-	-	-	92,66	7,90	28,21	6,53	0,41	1,51	36,66	13,15	S

TABLA 2. Análisis químico (%) y diferentes formas de hierro (%) del perfil PB-2

Perfil	Horizonte	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	PPC
PB 2	Ah1	26,54	2,60	1,10	31,00	0,50	2,50	1,44	34,32
	Ah2	27,75	1,45	1,10	31,54	0,71	1,38	1,15	34,92
	2R	8,34	2,86	2,02	40,46	0,59	0,06	0,85	44,79

  

Perfil	Horizonte	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Total	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Libre	Reticular	Amorfo	Cristalino	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> L/ Fe <sup>2</sup> O <sub>3</sub> T
PB 2	Ah1	1,10	0,90	0,20	0,42	0,48	81,81
	Ah2	1,10	1,00	0,10	0,42	0,58	90,90
	2R	2,05	-	-	-	-	-

formas cristalinas sobre las amorfas, lo que Balaguer et al. (1999) interpretan como una posible indicación de materiales edafizados antiguos, que han sido erosionados y transportados.

En los Arenosoles calcáricos desarrollados a partir de arenas eólicas (perfiles PB 20, PB 21, PB 22, PB 28 y PB 29), los contenidos de óxido de hierro total son muy bajos, por lo que no se han reseñado, y no existe hierro libre, lo que pone de manifiesto la escasa alteración de estos suelos.

Los contenidos de carbono orgánico son variables, dependiendo del tipo y densidad de vegetación que soportan los suelos; las relaciones C/N (tabla 1) superan en todos los casos el valor 14, definiendo un humus tipo mull-moder y moder; la incorporación de la materia orgánica es importante en profundidad. En la zona sur algunos Arenosoles (PB 21 y PB 22) presentan, en los horizontes más profundos, colores ligeramente más oscuros que los horizontes inmediatamente suprayacentes, lo que podría interpretarse como resultado de la emigración de compuestos orgánicos con formación de un horizonte álbico, morfológicamente definido. Sin embargo, teniendo en cuenta el pH y el contenido de calcio no es posible la movilización

de materia orgánica; la formación del horizonte decolorado se debe a la mineralización rápida de la materia orgánica en un medio muy aireado, mientras que en profundidad el mayor empaquetamiento de las partículas de arena mantiene más humedad y frena el proceso de mineralización.

La mineralogía de arcillas pone de manifiesto diferencias entre los Arenosoles de la zona norte y sur; en estos últimos, los minerales dominantes son mica, illita y caolinita, con marcada presencia de clorita, mientras que en aquellos disminuye considerablemente el contenido de mica, illita y caolinita, desapareciendo la clorita. En los minerales de arcilla no laminares se observa un aumento de cuarzo en los Arenosoles de la zona sur. En ambas zonas predominan los procesos de herencia.

## CONCLUSIONES

Tanto los suelos desarrollados sobre arenas residuales como los desarrollados sobre arenas eólicas son Arenosoles calcáricos, sin embargo, los primeros aparecen en zonas interiores de la isla y los segundos en zonas costeras, a partir de dunas formadas por acumulación de arenas de origen marino. El dis-

tinto origen del material de partida determina marcadas diferencias.

La evolución de estos suelos está frenada por el rejuvenecimiento que provoca el continuo aporte de materiales; no obstante, sobre arenas residuales, los suelos se sitúan en el límite de Arenosoles con clara tendencia hacia Regosoles, cuando no cumplen las condiciones de espesor, o Cambisoles, cuando el material se estabiliza.

## REFERENCIAS

- Balaguer Siquier, J., Hernando Costa, J. y de la Cruz Caravaca, M. T (1995) Características de suelos del noreste de Mallorca. En *Degradación y Conservación. de suelos*. Ed. Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia U C M.: 72-80.
- Balaguer Siquier, J., de la Cruz Caravaca, M. T. y Hernando Costa, J. (1997). Influencia de la pendiente en la formación de Phaeozems en el Puig de Sant Salvador (Felanitx, Mallorca). *Edafología*: 3-1: 301-308.
- Balaguer Siquier, J. (1998) Suelos de la Serra de Llevant (Mallorca). Tesis doctoral Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia U C M.
- Balaguer Siquier, J., de la Cruz Caravaca, M. T. y Hernando Costa, J. (1999). Soils developed on ancient "terra rossa" at the east of the island of Majorca. En *6th International meeting on soils in the Mediterranean type of climate*. Barcelona:382-383
- Bech, J. (1976): Sinopsi dels sòls dels Països Catalans. *Bull. Inst. Hist. Nat.*40: 31-44.
- Duchaufour, Ph y Souchier, B. (1966). *Cience du sol* 1. Paris.
- FAO (1977): Guías para la descripción de perfiles. Roma. Ed. FAO.
- FAO (1988): Revised legend of the FAO-UNESCO soil map of the world (Provisional edition of the final text). ISRIC. Wageningen.
- IGME (1991): Mapa geológico de España E 1: 50000. Hoja 672. Artà.
- IGME (1991): Mapa geológico de España E 1: 50000. Hoja 724. Lluchmajor.
- ISRIC (1993): Procedures for soil analysis. Wageningen. Ed. FAO.
- Klinge, H. y Mella, A. (1958): Los suelos de Baleares. *An. de Edaf. y Fis. Veg.* 17: 57-92.
- Ministerio de Agricultura (1988): Mapa de cultivos y aprovechamientos. E 1:50000. Hoja 672. Artà. Publicaciones agrarias pesqueras y alimentarias. Madrid.
- Ministerio de Agricultura (1988): Mapa de cultivos y aprovechamientos. E 1:50000. Hoja 624. Lluchmajor. Publicaciones agrarias pesqueras y alimentarias. Madrid.
- Ministerio de Agricultura (1988): Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Baleares. E 1:200000. Publicaciones agrarias pesqueras y alimentarias. Madrid.
- Segalen, P (1968): Note sur un methode de determination des produits mineraux amorphes dans certains sols a hidroxides tropicaux. *Cahier ORSTOM*, ser Ped 105-126. Vol. VI n1

