

Mineralogía de la tierra fina y las arcillas en una secuencia de paleosuelos en la isla de Mallorca

Mineralogy of fine earth and clays in a paleosol sequence on the island of Mallorca

Antoni Forss* & Jaume Vadell

*Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears; Ctra. Valldemossa km 7,5; 07122 Palma, España
(*E-mail: antonioforss@uib.es)*

<https://doi.org/10.19084/rca.28404>

RESUMEN

Se estudia una secuencia de paleosuelos superpuestos desarrollados en el Cuaternario. Se han diferenciado 18 horizontes a lo largo del perfil del suelo con una profundidad de 12,5 m. Para cada horizonte se ha cuantificado el contenido mineral de la tierra fina (< 2 mm) y los minerales de arcilla correspondientes a la fracción <0,002 mm. Los filosilicatos constituyen los minerales mayoritarios de estos horizontes. Los carbonatos de calcio son también muy abundantes, pero con importantes diferencias entre horizontes desde horizontes descarbonatados a otros en que constituyen la fracción mayoritaria. El cuarzo, los feldespatos potásicos y las plagioclasas son otros componentes comunes. Las illitas constituyen el mineral de arcilla más común, presentándose en forma pura y formando interestratificados con esmectitas. Las cloritas y caolinitas son otras especies de arcillas presentes en todos los horizontes. La composición mineral del conjunto de horizontes de estos paleosuelos pone de manifiesto un origen común de los materiales que los constituyen.

Palabras clave: suelos mediterráneos, Luvisol, Calcisol, illitas, interestratificados illita-esmectita.

ABSTRACT

A sequence of overlapping paleosols developed in the Quaternary is studied. Along a soil profile of 12.5 m have been differentiated eighteen horizons. For each horizon, the mineral content of the fine earth (< 2 mm) and the clay minerals corresponding to the <0.002 mm fraction have been quantified. The most common minerals of these horizons are phyllosilicates. Calcium carbonates are also very abundant, but with important differences between horizons, from decarbonated ones to others in which carbonates constitute the main fraction. Quartz, K-feldspars and plagioclases are other common components. Illites are the most common clay mineral, occurring in pure form and forming interstratified illite-smectite mixtures. Chlorites and kaolinites are other clay species present in all horizons. The mineral composition of the whole of horizons of these paleosols reveals a common origin of the materials that constitute them.

Keywords: Mediterranean soils, Luvisol, Calcisol, illites, interstratified illite-smectite.

INTRODUCCIÓN

Los paleosuelos constituyen registros que integran la interacción de los factores formadores, en los que el material originario y el clima son especialmente relevantes. A partir de la caracterización edafológica se pueden inferir las condiciones edafoclimáticas que han intervenido.

Bajo las condiciones climáticas mediterráneas, partiendo de materiales calcáreos y con alto contenido en minerales de arcilla, la movilización de los carbonatos, mayoritariamente de calcio, y la iluviación de arcillas en suelos descarbonatados constituyen los rasgos más comunes. La movilización de los carbonatos se manifiesta a través de los procesos de descarbonatación en los horizontes eluviales y la acumulación en los horizontes iluviales en forma de acumulaciones de carbonatos que pueden adquirir diferentes morfologías (Alonso-Zarza & Wright, 2010). Por otra parte, como proceso contiguo a la descarbonatación se facilita el arrastre de arcillas, depositándose en horizontes de acumulación.

En procesos acumulativos donde se superponen materiales de diferente edad y grado de evolución, además de los rasgos comentados, la composición mineral es un indicador de los procesos de alteración que han intervenido (Fedoroff & Courty, 2013).

En el presente trabajo se estudia la composición mineral de la tierra fina y de las arcillas de 18 horizontes correspondientes a una secuencia de paleosuelos constituidos por Luvisoles y Calcisoles.

MATERIAL Y MÉTODOS

El perfil está localizado en el cuadrante occidental de la isla de Mallorca (ETRS89 31N; 481506 E, 4382408 N), en la periferia del Pla de Sant Jordi, llanura que limita con la Bahía de Palma. Se localiza a una cota de 29 m s.n.m., en un terreno que define una ligera vaguada que limita los procesos erosivos. El perfil tiene una profundidad de 12,5 m, siendo el resultado de una excavación de una cantera para la extracción de tierra para el acondicionamiento de ajardinamientos de un campo de golf contiguo.

El material litológico basal está constituido por calcarenitas bioclásticas del Plioceno superior con superposiciones de materiales cuaternarios constituidos por limos, arcillas y gravas.

Para el análisis de difracción de rayos X (DRX) se ha usado un difractómetro Siemens (Bruker) D5000. La mineralogía global de la fracción de tierra fina (< 2 mm) se han preparado muestras de polvo orientadas al azar. La identificación de las fases minerales se ha obtenido mediante el software EVA, y la cuantificación de las se ha llevado a cabo mediante el método de los poderes reflectantes, a partir de una modificación del método propuesto por Schultz (1964). La determinación de los minerales de arcilla se realizó a partir de agregados orientados de acuerdo con el método definido por Moore & Reynolds (1997). La cuantificación se ha realizado mediante el programa informático NEWMOD2 (Mertens *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mineralogía de la tierra fina

En la Tabla 1 se indican los contenidos minerales de la tierra fina (<2 mm) y de las arcillas (<0,002 mm). La cuantificación de la tierra fina se realiza sobre tierra fina pulverizada, mientras que la cuantificación de los minerales de arcilla se realiza a partir de agregados orientados sometidos a distintos tratamientos. En estos resultados no se han incluido dos horizontes petrocálcicos (Bkm) hiper-cálcicos correspondientes a las profundidades entre 220-240 cm y 535-560 cm.

Globalmente, los filosilicatos y la calcita constituyen los dos componentes mayoritarios. Los contenidos en carbonatos (calcita + aragonito) son contrastados desde horizontes completamente descarbonatados a otros de acumulación (cálcicos). La forma mayoritaria es la calcita, pero en algunos horizontes se detectan contenidos significativos de aragonito, forma mineral presente en conchas de gasterópodos y foraminíferos (Betzler *et al.*, 2011) procedentes de sistemas dunares próximos.

El contenido en cuarzo no muestra una diferenciación clara a lo largo de los distintos horizontes. Presentan contenidos elevados los dos horizontes

Tabla 1 - Composición mineral de la tierra fina (<2 mm) realizada mediante DRX y distribución de los minerales de arcilla presentes en la fracción de <0,002 mm determinada sobre agregados orientados siguiendo, también, la técnica de DRX. Qz: cuarzo; Fil: filosilicatos; Fdk: feldespatos-K; Plg: plagioclasas; Cc: calcita; Arg: aragonito, Ilt: illita; IS R3 (0,95): Interestratificado de illita-esmectita dispuestas de una forma regular, IS R0 (0,60): Interestratificado de illita-esmectita dispuestas de forma desordenada con una proporción illita:esmectita 60:40. Chl: clorita; Kln: caolinita; Para cada una de las fracciones (<2 mm y <0,002 mm), los contenidos minerales están expresados en g/kg

Hor.	Prof. (cm)	fracción <2 mm.						fracción <0,002 mm.				
		Qz	Fil	Fdk	Plg	Cc	Arg	Ilt	IS R3	IS R0	Chl	Kln
Ap	0-25	243	517	76	27	137	0	392	342	101	76	89
Bw	25-45	139	638	27	27	164	6	482	277	72	72	96
C	45-85	90	308	6	11	578	7	278	496	78	70	78
2Bkc	85-125	86	683	13	26	179	13	412	359	46	92	92
2Bkc2	125-145	98	481	25	30	348	18	409	348	61	91	91
2Bkc3	145-180	90	457	7	13	428	5	447	326	57	75	95
3Btkc	180-220	82	843	7	18	48	2	417	358	67	67	92
3Bkc	240-290	56	317	10	14	594	9	383	346	113	68	90
3Bkc2	290-425	62	649	10	16	260	3	408	367	50	75	100
4Btkc	425-500	96	881	10	13	0	0	420	366	110	45	98
4Bkc	500-535	25	327	3	5	640	0	360	324	173	58	86
5Bkc	560-690	40	505	10	14	429	2	376	350	129	52	92
5Bkc2	690-720	54	507	3	14	420	2	380	352	121	63	83
5C	720-800	85	335	6	24	550	0	371	346	134	64	86
6Btkc1	800-880	98	859	16	27	0	0	412	308	130	61	99
6Btkc2	880-970	50	837	6	33	69	6	364	303	182	61	91
6Btkc3	970-1170	70	914	6	10	0	0	376	341	141	24	118
7Bt	1170-1250	95	867	23	15	0	0	377	358	113	19	132

superiores (0-45 cm) mientras que en el resto del perfil son comunes los contenidos entre el 5% y el 10%. Feldespatos y plagioclasas presentan valores bajos, entre el 1 y el 3%. Únicamente el horizonte superior (capa arable) presenta un contenido claramente diferenciado: a los altos contenidos de cuarzo se une un contenido en feldespatos también elevado (7,6%).

Mineralogía de las arcillas

Las illitas constituyen la especie mayoritaria, tanto en formas puras como interstratificadas con esmectitas y en distintos grados de ordenación (IS R0 y R3). Se caracterizan por un alto grado de cristalinidad, indicador de un proceso de formación original en condiciones de enterramiento profundo con elevada presión y temperatura, en un proceso de illitización (Meunier, 2005). Las formas interstratificadas R3 presentan un ordenamiento regular con una proporción de esmectita inferior al 5% y R0 con una ordenación al azar y una proporción de esmectita de alrededor del 40%.

La clorita tiene presencia en todos los horizontes, con contenidos entre el 2 y el 9%. Es en los horizontes inferiores, más antiguos que presenta los contenidos más bajos (Tabla 1). La distribución de las intensidades de las reflexiones a distintos ángulos sugiere un alto contenido de hierro propio del clinocloro (Moore & Reynolds, 1997). La génesis de la clorita también podría formar parte de la secuencia diagenética de formación de interestratificados illita/esmectita (R3), anteriormente mencionado, como uno de los productos obtenidos pudiéndose considerar, también, un mineral heredado.

Otro mineral común es la caolinita, con una presencia regular a lo largo de todo el perfil. Este mineral puede tener un origen diagenético como resultado de la meteorización de feldespatos potásicos, o de otras transformaciones indicando suelos antiguos (Andreucci *et al.*, 2012). Por otra parte, el polvo proveniente del Sahara en diferentes periodos del cuaternario también puede haber contribuido a su presencia, como se observa en muchas áreas de la cuenca del Mediterráneo (Muhs *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

La calcita y los filosilicatos constituyen las formas minerales dominantes a lo largo de todo el perfil, presentando entre sí, una correlación negativa altamente significativa ($R^2= 0,92$), lo que sugiere un origen común de estos materiales y donde los carbonatos de calcio modifican los contenidos relativos de estos minerales debido a sus movimientos.

Las illitas constituyen la forma dominante, siendo la presencia de esmectitas importante pero, en todos los casos, en formas interestratificadas con

illitas, sin que manifiesten los típicos desplazamientos expansivos de las especies puras.

Las cloritas y caolinitas presentan, también, contenidos muy similares a lo largo de todo el perfil, con un ligero cambio en los horizontes más antiguos disminuyendo ligeramente el contenido en cloritas y aumentando la presencia de caolinitas.

Las proporciones en que se encuentran las diferentes formas de arcillas constituyen, también, un argumento en favor del origen común de estos materiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso-Zarza, A. M. & Wright, V.P. (2010) - Calcretes. *Developments in Sedimentology*, vol. 61, p. 225-267. [https://doi.org/10.1016/S0070-4571\(09\)06105-6](https://doi.org/10.1016/S0070-4571(09)06105-6)
- Andreucci, S.; Bateman, M.D.; Zucca, C.; Kapur, S.; Akşit, I.; Dunajko, A. & Pascucci, V. (2012) - Evidence of Saharan dust in upper Pleistocene reworked palaeosols of North-west Sardinia, Italy: palaeoenvironmental implications. *Sedimentology*, vol. 59, n. 3, p. 917-938. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2011.01285.x>
- Betzler, C.; Braga, J.C.; Jaramillo-Vogel, D.; Römer, M.; Huebscher, C.; Schmiiedl, G. & Lindhorst, S. (2011) - Late Pleistocene and Holocene cool-water carbonates of the Western Mediterranean Sea. *Sedimentology*, vol. 58, n. 3, p. 643-669. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2010.01177.x>
- Fedoroff, N. & Courty, M.A. (2013) - Revisiting the genesis of red Mediterranean soils. *Turkish Journal of Earth Sciences*, vol. 22, n. 3, p. 359-375. <https://doi.org/10.3906/yer-1205-10>
- Mertens, G.; Reynolds III, R.R. & Adriaens, R.R. (2016) - NEWMOD-2 A Computer Program for Qualitative and Quantitative 1-D X-ray Diffraction Pattern Modeling. In: *Fifth EAGE Shale Workshop* (Vol. 2016, No. 1, pp. 1-3). European Association of Geoscientists & Engineers.
- Meunier, A. (2005) - *Clays*. Springer Science & Business Media.
- Moore, D.M. & Reynolds, R.C. (1997) - *X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals*. Oxford University Press. 2. ed. 378 pp.
- Muhs, D.R.; Budahn, J.; Avila, A.; Skipp, G.; Freeman, J. & Patterson, D. (2010) - The role of African dust in the formation of Quaternary soils on Mallorca, Spain and implications for the genesis of Red Mediterranean soils. *Quaternary Science Reviews*, vol. 29, n. 19-20, p. 2518-2543. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.04.013>
- Schultz, L.G. (1964) - *Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale*. U.S. Geol. Surv, 391-C, C1-C31.