

# Mineralogía de la fracción arcilla de materiales desarrollados sobre margas en una zona de badlands en Alicante

/ LAURA GARCÍA-ESPAÑA SORIANO (1\*), / MARIA DESAMPARADOS SORIANO (1), ANTONELA COLICA (2)

(1) Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Cami de Vera s/n. Universitat Politècnica de Valencia. 46021, Valencia (España)

(2) Departamento de Ciencias de la Tierra. Università de Firenze. Piazzale delle Cascine 15. 50147, Firenze (Italia)

## INTRODUCCIÓN

Los minerales de arcilla tienen un papel importante sobre los procesos superficiales y subsuperficiales en las zonas de badlands (Kasanin-Grubin, 2013). El estudio de los materiales en los paisajes de badlands han sido escasos y meramente descriptivos (Korzhenevskii & Klyukin, 1989, Yair et al., 2013).

Los terrenos arcillosos sufren frecuentemente los procesos de erosión acelerada (Arnaez, et al., 2010). Las cárcavas o "badlands" aparecen con frecuencia en el relieve arcilloso pues la arcilla es una roca impermeable pero blanda (IGME, 1978).

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar las propiedades de los materiales y la mineralogía de la fracción arcilla, que justifican la presencia de este tipo de paisaje en una cuenca experimental al sur oeste de la provincia de Alicante en el municipio de Villena en las proximidades del barranco de Los Molinos (2°56'W y 38°29'N).

El área de estudio geomorfológicamente es muy activa donde se originan valles y cárcavas con intensa erosión. La vegetación de la cuenca corresponde a un matorral termófilo poco denso, producto de la degradación de coscojares con espinos negro y lentisco (*Rhamno-Quercetum cocciferae* (Torri et al., 2013). Los materiales corresponden a margas del Senoniense (IGME, 1978). La cuenca con una superficie de 5.620 m<sup>2</sup>, tiene condiciones climáticas semiáridas (tm de 14,5°C, y Pp anual 350-400 mm, y evapotranspiración potencial anual de 1100 mm) (Pérez-Cueva, 1995), y un acusado déficit hídrico, poco favorable para la cobertura vegetal arbórea (López-Bermudez et al., 1999, Calvo et al., 2012).

La orientación de la cuenca principal es de E-W con laderas de orientación muy contrastada (S-N), en las que se originan canales superficiales, formación de tubos interiores y movimientos en masa. En la cuenca de estudio se localizan dos valles. El primero con eje orientado E-O, el segundo con dirección del eje variable E-O a N-S hacia la parte más alta, ambos caracterizados por la presencia de badlands. La formación geológica dominante es una marga (clase granulométrica franco-arcillosa) del Senoniense (Cretácico Superior) con asentamiento monoclinar hacia el sur. Litológicamente está constituida por margas blancas con niveles esporádicos de diferente espesor de caliza margosa, donde se presentan en ocasiones niveles de margas de color oscuro (M4) (clase granulométrica arcillosa), que se localizan en lugares en los que se producen movimientos en masa.

La dirección del estrato de la formación varía de N 60° a N 100°, con inclinación hacia el S alrededor de 50°. En el segundo valle aparecen estratos la marga blanca (M1) y pequeños estratos de marga roja (M5) con la misma granulometría con orientación en la zona de máximo afloramiento N 120° e inclinación hacia el S 50°. Sobre la formación margosa está presente en discordancia estratigráfica una formación limosa roja con disposición subhorizontal del Cuaternario.

La tectónica se caracteriza por un comportamiento prevalentemente frágil, donde las estructuras se evidencian en ocasiones por la presencia a lo largo de bordes de rotura de bandas oxidadas. En los niveles calizo-margosos se aprecian fracturas cuyos grupos se encuentran orientados NW-SE a veces asociados a los NE-SW. Estos alineamientos visibles en las fotos aéreas, condicionan el curso del cercano río de los Molinos, y la morfología del

área de estudio.

## Material y métodos

Se estudia la clase textural de las muestras (método de la pipeta de Robinson), límite líquido y plástico, capacidad de retención de agua, pH y CE, ESP (MAPA, 1988), estabilidad estructural (Hennin et al., 1972), extracción de las arcillas por sifonado de los 10 cm superiores tras 8 horas de sedimentación, y mineralogía de la fracción arcilla en regolitos por difracción de rayos-X, preparando láminas orientadas, saturadas con Mg, Mg glicerol y K. Se identifican las señales propias de caolinita a 7Å que desaparecen en las láminas con potasio calentadas a 550°C durante dos horas. La estimación semicuantitativa relativa se realiza teniendo en cuenta los poderes reflectantes dados por Martín-Pozas et al., (1969) calculando las áreas de las señales correspondientes a 14 Å para la esmectita que saturada con Mg glicerol pasa a 21 Å (Martin, 2004). Para la difracción de rayos X se utilizan radiaciones de K $\alpha$  de cobre sin filtro de níquel, usando un difractómetro Diano, XRD 8000. En la microscopía electrónica se utiliza un microscopio de barrido HITACHI mod. S-4100 con cañón de emisión de campo, detector BSE AUTRATA, sistema de captación de imágenes EMIP3.0, y sistema de microanálisis RONTEC (Beutjispacher & Van Der Marel, 1968).

## RESULTADOS

Topográficamente la pendiente media de la cara de la unidad elemental de badland expuesta al N es de 36°, y la del sur de 42°, con longitud de 11 m y 6 m, el cambio de pendiente se verifica a un valor medio de 5 m y 6 m respectivamente, con longitud media de la base de las caras de 6 m. La longitud total máxima del badland es de 28 m y

**palabras clave:** Mineralogía de arcillas, badlands, litología.

**key words:** Clay mineralogy, badlands, lithology.

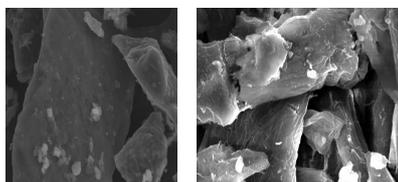
la longitud total mínima es de 8 m. La morfología que caracteriza estos badlands son formas abruptas de baja pendiente y valores medios de longitud. Los sedimentos presentan un escaso grado de cementación y una tectónica frágil, con un retículo de fracturas que junto a la escasa y débil sedimentación favorecen la predisposición de su génesis. La roca alterada se caracteriza por una textura dominada por las fracciones más finas, (40-60% de limo y 18-30 % de arcilla variable según la distribución del material), una elevada salinidad (entre 2 y 8 dS m<sup>-1</sup>) y un pH superior a 8. Los límites de Atterberg (L1 entre 50% y 30%; Lp entre 30% y 18%; Ip entre 22% y 13.5%) indican que los materiales son moderadamente plásticos cuando están húmedos y de friables a duros en estado seco. La alta capacidad de retención de agua (58%) está causado por su textura fina (de 18% en M1 a 30% en M4). En algunos de estos materiales clasificados como salino-sódicos destaca entre las bases de cambio el sodio como catión dominante (M1, M2 y M6 con ESP entre 10-26%) (M4 en el límite entre normal y ligeramente alcalino o salino (ESP 4%) y M2 como alcalino produciendo aumento de sodio intercambiable (ESP 8%), causante de la dispersión de las arcillas y de escasa estabilidad estructural (8 y 12%).

	S	I	K	C	F	Qz
M1	-	++	+++	+	+	++
M2	+	+	++	+	++	-
M3	+	++	+++	+	+	++
M5	-	++	++	++	+	+
M4	+++	+	++	+	+++	-
M6	-	+	++	+	++	++

**Tabla I.** Resultado del análisis mineralógico obtenido mediante difracción de rayos X de las arcillas analizadas. S Esmectita; I Illita, K Kaolinita, C Clorita, F Feldespatos, Qz Cuarzo

La microscopía electrónica de la fracción arcilla muestra minerales alterados del tipo caolinita e illita en formas tubulares, junto a minerales acompañantes calcita, yesos y feldespatos. La mineralogía de la fracción arcilla, obtenida por difracción de rayos X de las rocas alteradas de las laderas del badland de la cuenca, muestra abundancia de minerales del grupo de la clorita y esmectita, e interstratificados 10I-14M y 14C-14M. Las distintas proporciones de esmectita de los materiales parecen ser la causa de las distintas formas de erosión, observándose en las laderas con mayores contenidos de esmectita los movimientos en masa como formas de

erosión (M4). Mientras que en las zonas de mayor contenido en sodio los fenómenos asociados son pequeñas galerías en el interior de la regolita (M1, M2 y M6) (Soriano et al, 1992, Calvo et al., 2012, Faulkner, et al., 2000, Battaglia et al., 2002, Pulice et al., 2012), siendo frecuente la formación de cárcavas originadas por la acción de la escorrentía en los regueros, que produce el aumento de su tamaño y la formación de las grietas superficiales del terreno arcilloso y la disolución o arrastre de partículas en el interior del suelo que generan procesos de tubificación e inducen el colapso del terreno y la aparición de cárcavas. Su morfología contribuye a la escorrentía superficial que en esta área con lluvias torrenciales, escasa cobertura vegetal y bajo contenido en materia orgánica origina una alta erosión. El desarrollo y multiplicación de las cárcavas, generan las denominadas malas tierras, mal país o badlands (Calzonari et al., 1993). Estas áreas aunque pueden aparecer sobre cualquier tipo de texturas se asocian principalmente a texturas arcillosas y suelen estar ligadas a importantes desniveles geomorfológicos o cambios en la red de drenaje (García-Ruiz, 2010, López-Tarazón, et al., 2012).



**fig 1.** Fotografía de MEB (Formas cristalinas alteradas de caolinita, e illita en formas tubulares con calcita y otros minerales de la arcilla). Escala  $\mu$ 80 m

## CONCLUSIONES

El elevado contenido en sodio de los materiales es la causa de la dispersión de las arcillas y de la escasa estabilidad estructural de los materiales, originando la aparición de túneles causantes de la formación de este tipo de paisaje, mientras que altos contenidos de arcilla tipo esmectita y la textura fina se relaciona con los movimientos en masa y la formación de cárcavas.

## REFERENCIAS

Arnaez, J., Lasanta, T., Errea, M. P. & Ortigosa, L. (2010): Land abandonment, evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean region. *Land Degradation & Development*.  
 Battaglia, S., Leoni, L., Sartori, F. (2003): *Mineralogical and grain size composition*

*of clays developing calanchi and biancane erosional landforms. Geomorphology*, 49, Issues 1-2, 1, 153-170.  
 Beutelspacher, H., & Van Der Marel, H. W. (1968): *Atlas of electron microscopy and their admixtures*. Elsevier Publ. Co. Amsterdam. 333p.  
 Calzonari, C., Ungaro, F. (1997): *Geomorphic features of a badland area (Characterisation, distribution and spatial analysis. Catena* 31, 237-256.  
 Calvo-Cases, A., Boix-Fayos, C., Arnau-Rosalen, E., & Roxo, M.J. (2011): *Cárcavas y regueros generados en suelos sódicos. Petrer (Alicante, España). Cuadernos de Investigación Geográfica*, 37: 25-40.  
 Faulkner, H., Spivey, D., & Alexander, R. (2000): *The role of some site geochemical processes in the development and stabilization of three badlands sites in Almería. Geomorphology* 35: 87-99.  
 García-Ruiz, J.M. (2010): *Effects of land uses on soil erosion Spain. Catena*, 81: 1-11.  
 Henin, S., Gras, R. & Monnier, G. (1972): *El perfil cultural, el estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas*. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 340p.  
 IGME. (1978): *Mapa Geológico de España, escala 1:50.000*. Elda IGME. Madrid.  
 Kasanin-Grubin, M. (2013): *Clay mineralogy as a crucial factor in badland hillslope processes, Catena*, 106, 54-67.  
 MAPA. (1994): *Métodos Oficiales de Análisis*. Vol. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.  
 Mather, A., Stoker, M., & Griffiths, J.S. (2002): *Quaternary landscape evolution: A framework for understanding contemporary erosion, Southeast Spain. Land Degrad. Dev.* 13, 89-109.  
 Martín-Pozas, J.M., Martín-Vivaldi, J.L., & Rodríguez-Gallego, M. (1989): *Análisis cuantitativo de los filossilicatos de la arcilla por difracción de rayos X*. Real Soc. Española Física y Química, Serie B.L.V.: 109-112.  
 Martín, D. (2004): *Qualitative, quantitative microtextural powder X-Ray diffraction analysis*. <http://www.xpowder.com>.  
 Pérez-Cueva, A. (1983): *Precipitaciones extraordinarias en la España Peninsular. Agricultura y Sociedad*, 28. Madrid, pp 189-203.  
 Pulice, I., Cappadonia, C., Scarciglia, F., Robustella, G., Conoscenti, C., De Rosea, R., Rotigliano, E., Agnesi, V. (2012): *Geomorphological, chemical and physical study of "calanchi" landforms in NW Sicily. Vol.*, 153-154, 219-231  
 Soriano, M.D., Colica, A., & Torri, D. (1992): *Estudio preliminar de la influencia de la estructura y propiedades de los materiales en la evolución de badlands. Actas de la II Reunión nacional de badland, Murcia*, 183-191.  
 Torri, D., Santi, E., Marignani, M., Rossi, M., Borselli, L., Maccherini, S. (2013): *The recurring cycles of biancana badlands: Erosion, vegetation and human impact. Catena* 106, 22-30.