

Una nueva interpretación de las Fms Escucha y Utrillas en su área tipo: sedimentología y evolución de un sistema desértico arenoso (*erg*) en el margen oriental de Iberia

A new interpretation of the Escucha and Utrillas Fm in their reference sections: sedimentology and evolution of a sandy desert system (erg) in the eastern margin of Iberia

J.P. Rodríguez-López¹, N. Meléndez¹, A.R. Soria² y P.L. de Boer³

- 1 Grupo de Análisis de Cuencas Sedimentarias (UCM-CAM). Dpto. Estratigrafía-Instituto de Geología Económica (UCM-CSIC). Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Ciudad Universitaria, 28040, Madrid. jprodrig@geo.ucm.es.
- 2 Grupo de Análisis de Cuencas Sedimentarias Continentales (DGA). Dpto. Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna, 12, 50.009, Zaragoza.
- 3 Sedimentology Group, Department of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, The Netherlands.

Resumen: Nuevos datos obtenidos en el periodo 2004-2008, indican que las areniscas y arcillas de parte de la “clásica Fm. Escucha” y de la “clásica Fm. Utrillas” constituyen un sistema desértico arenoso (*erg*) en el que se desarrollaron dunas eólicas crescéticas, interdunas, dunas complejas, draas lineares, *sabkhat* detríticas, *playa lakes* y *lags* de deflación con ventifactos, bajo condiciones climáticas áridas. Este *erg* presenta un límite proximal (orla de *wadis*) con el Macizo Ibérico y un límite distal con el Tethys (*marine erg-margin system*). El cambio climático acaecido en Iberia en el tránsito Aptiense-Albiense, hacia condiciones climáticas áridas, favoreció el desarrollo del sistema desértico arenoso. El descubrimiento del primer sistema desértico cretácico de Europa abre nuevas vías para la comprensión de los procesos paleoclimáticos y paleoceanográficos acaecidos durante el Cretácico Medio.

Palabras clave: sistema desértico arenoso (*erg*), dunas eólicas, Fms. Escucha y Utrillas, clima árido.

Abstract: *New data obtained in the 2004-2008 period, show that sandstones and mudstones of part of “the classic Escucha Fm.” and of “the classic Utrillas Fm.” constitute a sandy desert system (erg) in which crescentic aeolian dunes, interdunes, complex dunes, linear draas, detrital sabkhat, playa lakes and deflation lags with ventifacts developed under arid climate conditions. This erg system displays a proximal boundary with the Iberian Massif (wadi belt) and a distal boundary with the Tethys (marine erg-margin system). The climate change in Iberia in the transit between Aptian-Albian towards arid climate conditions allowed the development of the sandy desert system. The discovery of the first Cretaceous erg reported from Europe opens new insights for understanding both palaeoclimate and palaeogeography during Mid-Cretaceous.*

Key words: *sandy desert system (erg), aeolian dunes, Escucha and Utrillas Fms., arid climate.*

INTRODUCCIÓN

Los depósitos siliciclásticos de las Fms Escucha y Utrillas (Aptiense superior-Cenomaniense basal) en su área tipo (Comarca de las Cuencas Mineras y sectores adyacentes en la Provincia de Teruel), han sido objeto de atención por parte de geólogos nacionales y extranjeros durante casi dos siglos. La Fm Escucha es una unidad heterolítica caracterizada por contener niveles de carbón que ha sido interpretada por Pardo (1979) y Querol (1990) como un sistema deltaico-estuarino progradante. Por su parte, la Fm Utrillas está caracterizada por contener areniscas y arcillas que han sido interpretadas por numerosos autores, en este sector y en muchos otros de la Cuenca Ibérica, como un sistema fluvial que localmente puede tener influencia mareal.

LA SUPERFICIE DE DISCONTINUIDAD REGIONAL (SDR)

Los estudios estratigráficos, sedimentológicos, paleoclimáticos, paleogeográficos y de relación tectónica-sedimentación llevados a cabo por Rodríguez-López *et al.*, (2006; 2007a; 2007b; 2008) y Rodríguez-López (2008) en estas unidades, en las Provincias de Teruel y Zaragoza (Fig. 1, 2), ponen de manifiesto la existencia de una superficie de discontinuidad regional (SDR) dentro del registro sedimentario de la “clásica Fm. Escucha”.

Esta Superficie de Discontinuidad Regional (SDR en la Fig. 3a) marca la desaparición de los niveles explotables de carbón, está asociada a procesos de exposición, erosión y fracturación distensiva (Rodríguez-López *et al.*, 2007b), y ha sido detectada tanto en subsuelo (sondeos mineros) como en afloramientos, separando dos sucesiones sedimentarias

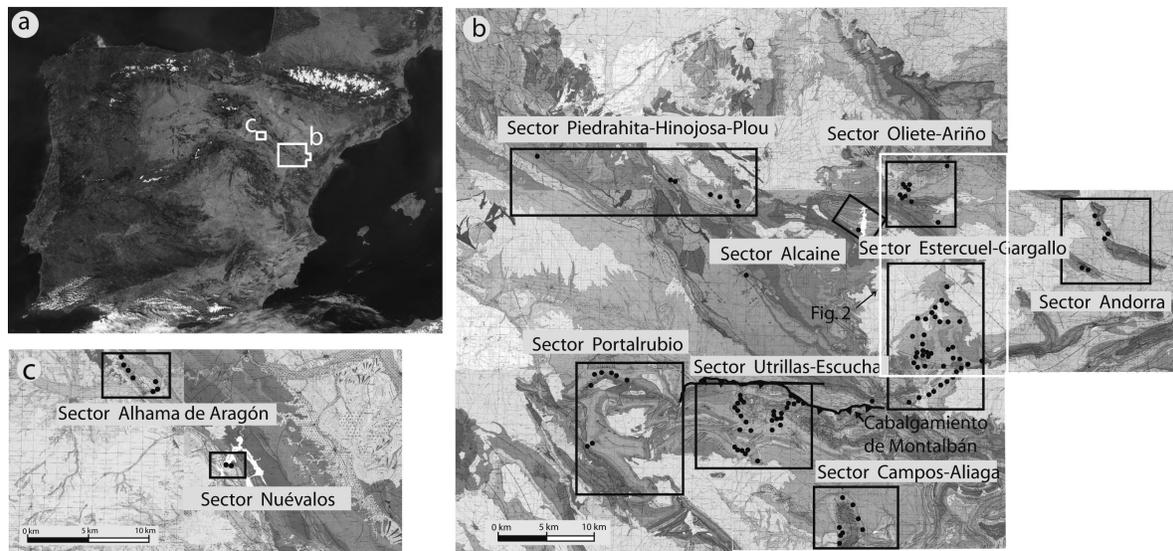


FIGURA 1. (a) Localización de los sectores estudiados en la Cordillera Ibérica. (b) Sectores estudiados en la Provincia de Teruel. La posición de la Fig. 2 está indicada. (c) Sectores estudiados en la Provincia de Zaragoza. (Modificado de Rodríguez-López, 2008).

que son genéticamente distintas (Rodríguez-López, 2008); una Sucesión Sedimentaria Inferior predominantemente arcillosa y limosa con niveles de carbón, areniscas y carbonatos mixtos, y una Sucesión Sedimentaria Superior formada principalmente por areniscas y en menor proporción por tramos de arcillas (Fig. 3a).

La Sucesión Sedimentaria Inferior está organizada en tres tramos litológicos (Rodríguez-López, 2008): un tramo basal con arcillas, margas y carbonatos mixtos depositados en medios de plataformas carbonatadas con barras oolíticas y ambientes de *lagoon* extensos; un tramo intermedio con carbón, limos y areniscas, en el que se han interpretado medios sedimentarios costeros dominados por las mareas, con sistemas isla barrera con deltas de flujo, marismas de *back-barrier* y ambientes de *lagoon* con canales mareales y un tramo superior formado principalmente por arcillas con rasgos pedogenéticos.

Esta Sucesión Sedimentaria Inferior (Fig. 3a) equivale a parte de la clásica Fm. Escucha de Pardo (1979) y contiene los niveles de carbón que son explotados económicamente en la Comarca de las Cuencas Mineras de Teruel.

EL SISTEMA DESÉRTICO ARENOSO (ERG)

Rodríguez-López (2008) y Rodríguez-López *et al.*, (2008) demuestran que la Sucesión Sedimentaria Superior, situada por encima de la Superficie de Discontinuidad Regional corresponde a las areniscas de la parte media y superior de la "clásica" Fm. Escucha y las areniscas de la "clásica" Fm. Utrillas en su área tipo (Fig. 3a). Esta Sucesión Sedimentaria Superior arenosa constituye un mismo sistema sedimentario desértico formado por dunas creyénticas compuestas, draas lineares y dunas eólicas complejas, *sand sheets*, interdunas secas, húmedas y evaporíticas, depósitos de

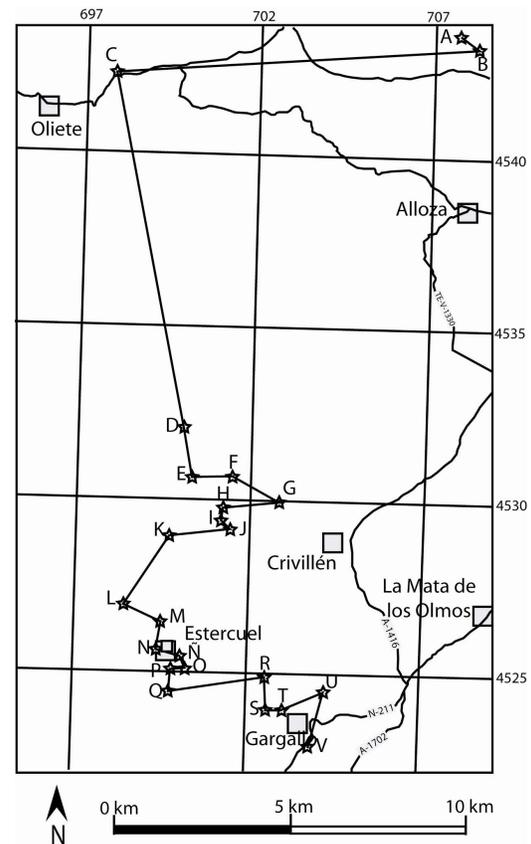


FIGURA 2. Línea de correlación de los sondeos y columnas estratigráficas estudiadas y empleadas para la realización del panel de correlación estratigráfico de la Fig. 3a. (Modificado de Rodríguez-López, 2008).

sabkha y facies extradunas (*lagoon*) coetáneas, que forman los principales elementos arquitectónicos de este sistema desértico y cuya descripción e interpretación completa pueden ser consultadas en Rodríguez-López (2008) y Rodríguez-López *et al.*, (2008).

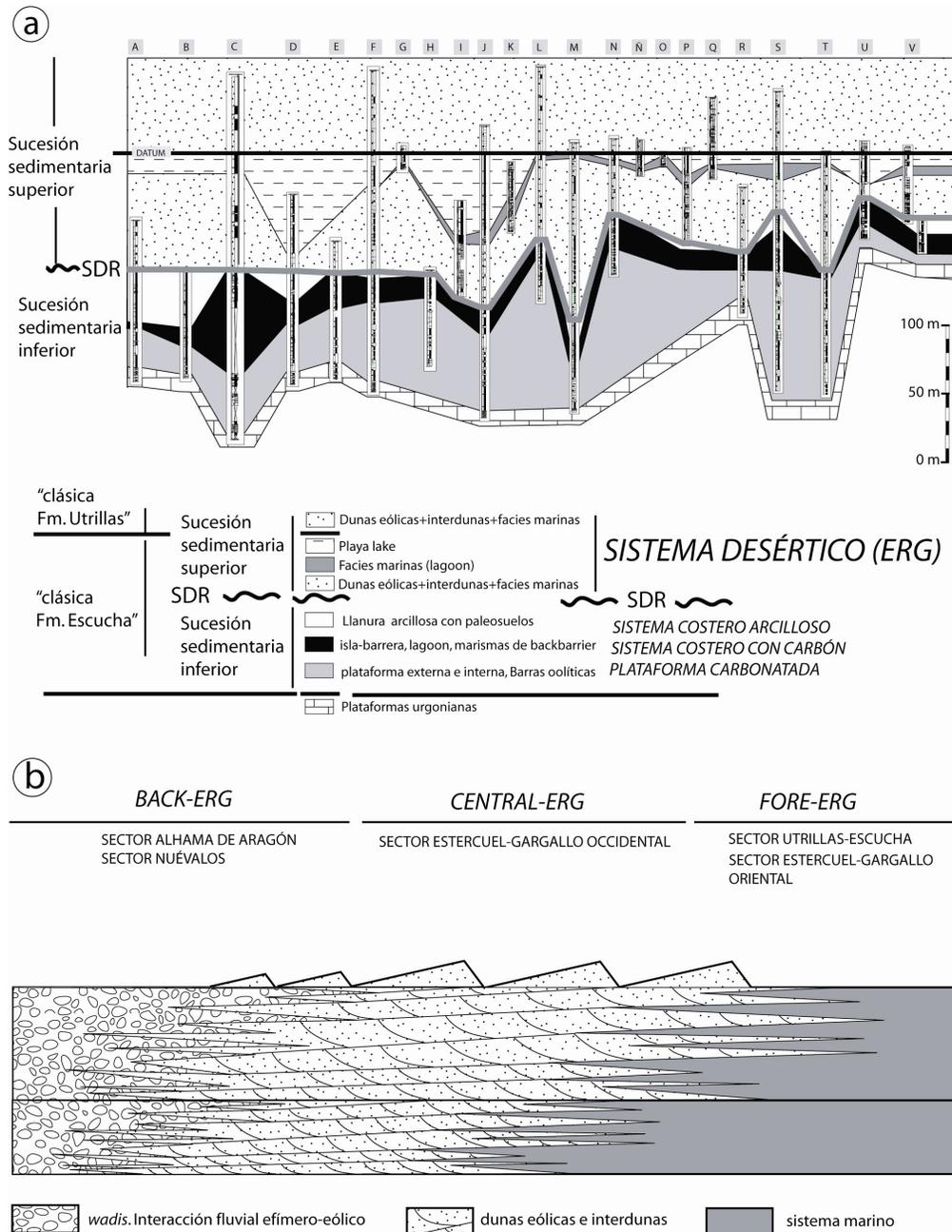


FIGURA 3. (a) Panel de correlación estratigráfica de los sondeos y columnas estratigráficas estudiadas en los Sectores de Estercuel-Gargallo y Oliete-Ariño (ver Fig. 2). El datum de correlación es el contacto "clásico" definido por Pardo (1979) como límite entre las "clásicas" Fms. Escucha y Utrillas. Nótase la posición de la Superficie de Discontinuidad Regional (SDR) dentro del registro sedimentario de la "clásica" Fm. Escucha, que separa la Sucesión Sedimentaria Inferior de la Sucesión Sedimentaria Superior. La Sucesión Sedimentaria Inferior está formada por tres intervalos que de base a techo son: (i) intervalo basal con carbonatos; (ii) intervalo intermedio con carbón; (iii) intervalo superior arcilloso. La Sucesión Sedimentaria Superior constituye el registro sedimentario de la evolución del sistema desértico arenoso (erg) que presenta un límite directo con el mar (erg-margin system). (b) Modelo genético del sistema desértico arenoso mostrando una distribución en tres partes bien diferenciadas como el modelo propuesto por Porter (1986): (i) back-erg, en el que se produce la interacción eólico-fluvial en sistemas de wadis; (ii) central-erg, en el que se produce la mayor acumulación y desarrollo de dunas eólicas complejas (draas); (iii) fore-erg, en el que se produce la interacción entre las dunas eólicas de margen de erg y el sistema extra-duna formado por facies mareales y marinas restringidas.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ERG

El sistema desértico presenta una zonación característica (Rodríguez-López, 2008) previamente detectada en otros sistemas desérticos antiguos (p.e. Porter, 1986): (a) un *back erg* (Fig. 3b) (sector proximal del sistema desértico; sectores de Alhama de Aragón y

Nuévalos, Fig. 1c) en el que se produjo la interacción entre sistemas fluviales efímeros y el viento, dando lugar a ciclos fluvio-eólicos típicos de la orla de *wadis* que se desarrolla entre los macizos rocosos y el *central-erg*. Se han reconocido asociaciones de facies de playa, pavimentos bimodales desérticos, pequeñas dunas eólicas, canales efímeros, lags de deflación con

ventifactos y *sand-sheets* eólicos (Rodríguez-López, *et al.*, 2008); (b) un *central erg* (Fig. 3b) (sector central del sistema desértico; sectores de Esteruel-Gargallo y Oliete-Ariño, Fig. 1b) en el que se produce la principal acumulación y desarrollo de los depósitos eólicos del sistema desértico. Se han reconocido dunas eólicas crescénticas, *draas* lineares, dunas eólicas complejas, *sand sheets* eólicos, interdunas húmedas y secas y *sabkhat* detríticas (Rodríguez-López *et al.*, 2008) formados por depósitos de ripples eólicos (*subcritically climbing translantent strata*), depósitos de *grainflow* y *grainfall*, y crestas de sal; (c) un *fore erg* (Fig. 3b) (sector distal del sistema desértico; sectores de Utrillas-Escucha y Esteruel-Gargallo, Fig. 1a) en el que se produjo la interacción entre el sistema desértico arenoso y su sistema marino coetáneo. Fruto de esta interacción se generaron ciclos de interacción duna-extraduna, ciclos duna-interduna, estructuras de deformación en dunas eólicas asociadas a pulsos transgresivos y procesos de flujos en masa asociados a transgresiones relativamente catastróficas sobre las dunas eólicas (Rodríguez-López, 2008; Rodríguez-López *et al.*, 2008). Durante su evolución, el sistema desértico fue transgredido, generándose retrabajamiento de las facies eólicas en medios marinos restringidos (Rodríguez-López *et al.*, 2006; 2008) y desarrollándose un sistema costero árido en el que se formaron ciclos de *playa lake* con niveles estromatolíticos en las áreas más restringidas (Rodríguez-López, 2008).

EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL ERG

El desarrollo temporal del sistema desértico presenta periodos de mayor y menor actividad eólica asociada normalmente a variaciones en el aporte de arena eólica y a las variaciones del nivel del mar relativo, que en última instancia condicionó la preservación de los depósitos eólicos de la deflación. Estas variaciones en los procesos alocíclicos generaron superficies estratigráficas regionales (*sand-drift surfaces*, *super surfaces*) que dividen el registro sedimentario eólico del sistema desértico (Rodríguez-López *et al.*, 2008). El sistema desértico se desarrolló durante un periodo de tectónica distensiva sinsedimentaria (Rodríguez-López *et al.*, 2007a; 2007b). En el tránsito Aptiense-Albiense, el desarrollo de un cinturón ecuatorial húmedo asociado a la conexión entre el Atlántico Sur y Norte (Chumakov *et al.*, 1995), forzó el desplazamiento de los cinturones áridos hacia paleolatitudes mayores, quedando la Cuenca Ibérica, y la mayor parte de Iberia, bajo el efecto de condiciones climáticas áridas durante el Albiense (Rodríguez-López *et al.*, 2006; 2008). Este cambio climático permitió el desarrollo del sistema desértico arenoso en Iberia. Por otra parte, en el tránsito Aptiense-Albiense se registra un mínimo eustático de segundo orden que ha sido asociado a un periodo de enfriamiento global (ver referencias en Rodríguez-López *et al.*, 2008). El desarrollo de condiciones climáticas áridas, unido a una bajada eustática y un incremento de la actividad del sistema de circulación atmosférica, produjo el desarrollo y avance de sistemas desérticos en el margen occidental del Tethys, sector oriental de Iberia (Rodríguez-López *et al.*, 2008).

REFERENCIAS

- Chumakov, N.M., Zharkov, M.A., Herman, A.B., Doludenko, M.P., Kalandadze, N.N., Lebedev, E.L., Ponomarenko, A.G. and Rautian, A.S., 1995. Climatic belts of the mid-Cretaceous time. *Stratigr. Geol. Correl.*, 3: 241–260.
- Pardo, G. (1979): *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones detríticas del Cretácico inferior terminal del Bajo Aragón Turolense*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza. España, 473 p.
- Porter, M.L. (1986): Sedimentary record of erg migration. *Geology*, 14: 497-500.
- Querol, X. (1990): *Distribución de la materia mineral y azufre en los carbones de la Fm. Escucha. Relación con los factores geológicos, sedimentológicos y diagenéticos*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 509 p.
- Rodríguez-López, J.P. (2008): *Sedimentología y evolución del sistema desértico arenoso (erg) desarrollado en el margen occidental del Tethys durante el Cretácico Medio*. Tesis Doctoral, Univ Complutense de Madrid, 640 p.
- Rodríguez-López, J.P., de Boer, P.L., Meléndez, N., Soria, A.R., Pardo, G. (2006): Windblown desert sands in coeval shallow marine deposits: a key for the recognition of coastal ergs in the Mid-Cretaceous Iberian Basin, Spain. *Terra Nova*, 18: 314-320.
- Rodríguez-López, J.P., Liesa, C.L., Meléndez, N., Soria, A.R. (2007a): Normal fault development in a sedimentary succession with multiple detachment levels: the Lower Cretaceous Oliete sub-basin, Eastern Sapain. *Basin Research*, 19, 409-435.
- Rodríguez-López, J.P., Meléndez, N., Soria, A.R., Liesa, C.L., Van Loon, A.J. (2007b): Lateral variability of ancient seismites related to differences in sedimentary facies (the synrift Escucha Formation, mid-Cretaceous, eastern Spain). *Sedimentary Geology*, 201, 461-484.
- Rodríguez-López, J.P., Meléndez, N., de Boer, P.L., Soria, A.R. (2008): Aeolian sand-sea development along the mid-Cretaceous western Tethyan margin (Spain); erg sedimentology and paleoclimate implications. *Sedimentology*, doi:10.1111/j.1365-3091.2007.00945.x.