

Revisión de la sección del yacimiento del Mas de la Chimenea Alta (Formación Arcillas de Morella, Castellón) y significado en el contexto paleoambiental

Revision of the Mas de la Chimenea Alta fossil site section (Formación Arcillas de Morella, Castellón) and its significance in the paleoenvironmental context

Carlos de Santisteban ⁽¹⁾, Andrés Santos-Cubedo ⁽²⁾ y Begoña Poza ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departament de Geologia, Universitat de València, Av. Dr. Moliner, 50, E-46100 Burjassot, València, España. carlos.santisteban@uv.es

⁽²⁾ Escuela Taller de Restauración Paleontológica IV, Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. Edificio Dinópolis, Avda. Sagunto s/n, E-44002 Teruel, España. santos.cubedo@gmail.com

⁽³⁾ Consorci Ruta Minera. Carretera de Ribes, 20, E-08698 Cercs, Barcelona, España. begopoza@gmail.com

ABSTRACT

From the first stratigraphic and paleontological studies, dated from the beginning of the XX century the Morella Fm has been characterized for its reddish coloration and fossil content. Most of its deposits has been interpreted as continental, although with local intercalations of marine materials. In this unit the paradox is given that many of the locations described with continental vertebrate fauna are in deposits interpreted as shallow marine and transitional environments. The section of Mas de la Chimenea Alta is an example. It contains localities with direct vertebrate remains that are clearly allochthonous, but also others, with ichnites that allow relating these organisms with the environment in which they lived.

Key-words: Iberian System, Maestrat Basin, Lower Cretaceous, dinosaurs, wave-dominated delta.

RESUMEN

Desde los primeros estudios estratigráficos y paleontológicos, que datan de principios del siglo XX, la Fm Morella se ha caracterizado por su coloración rojiza y su contenido fósil. La mayor parte de sus depósitos se han interpretado como continentales, aunque con intercalaciones locales de materiales marinos. En esta unidad se da la paradoja de que muchos de los lugares descritos con fauna de vertebrados continentales se encuentran en depósitos interpretados como ambientes marinos poco profundos y de transición. La sección del Mas de la Chimenea Alta es un ejemplo. Ésta contiene yacimientos con fósiles de vertebrados que son claramente alóctonos, pero también otros, con icnitas que permiten relacionar a los organismos con el medio ambiente en el que vivían.

Palabras clave: Sistema Ibérico, Cuenca del Maestrazgo, Cretácico Inferior, dinosaurios, delta dominado por el oleaje.

Geogaceta, 51 (2012), 67-70.
ISSN:2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2011
Fecha de revisión: 3 de noviembre de 2011
Fecha de aceptación: 25 de noviembre de 2011

Introducción

En la primera monografía de dinosaurios publicada en España, titulada "Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las Capas Rojas de Morella (Castellón, España)" (Santafé *et al.*, 1982) se describían una serie de yacimientos de la comarca de Els Ports, situados en la Formación Arcillas de Morella (Canerot *et al.*, 1982). Uno de estos yacimientos era el del Mas de la Chimenea Alta del que se describe una serie estratigráfica. Desde el punto de vista paleontológico, en la descripción de la serie se citan dos niveles con restos vegetales carbonosos, huesos y dientes de reptiles y peces. Sin embargo, no se indica si estos

fósiles pertenecen a dinosaurios, ni se hace una descripción de los mismos en la monografía. La realización de un nuevo estudio sedimentológico y estratigráfico de la Formación Arcillas de Morella ha permitido visitar el yacimiento, levantar una nueva serie estratigráfica y compararla con la realizada por Santafé *et al.* (1982). Se han localizado los dos niveles descritos con fauna y se han encontrado otros dos, consistentes en un yacimiento de icnitas y otro con huesos de dinosaurio. Desde el punto de vista geológico, la serie ha sido reinterpretada en base a los conceptos de la estratigrafía secuencial, aportando una nueva interpretación general de la formación en este punto.

Marco general geológico

El yacimiento del Mas de la Chimenea Alta se halla en el término de Morella (Fig. 1) a unos 100 km al noroeste de Castellón de la Plana (Castellón). Concretamente en las proximidades del kilómetro 5'5 de la carretera (CV-125), que une la localidad de Morella con Cinctorres; coordenadas U.T.M.: 30S YK 40450 97780.

Geológicamente el yacimiento se encuentra en los materiales de la Formación Arcillas de Morella, depositados en la cuenca del Maestrat, subcuenca de Morella (Caja *et al.*, 2005), enclavada en el dominio estructural de la Zona de Enlace del Sistema Ibérico.

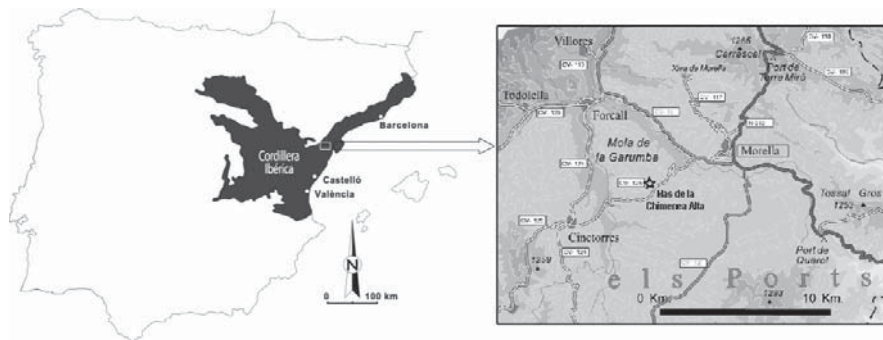


Fig. 1.- Localización geográfica del yacimiento del Mas de la Chimenea Alta, Morella (Castellón).
 Fig. 1.- Geographical location of Mas de la Chimenea Alta site, Morella (Castellón).

La Formación Arcillas de Morella es una unidad conocida por contener fósiles de vertebrados mesozoicos, principalmente dinosaurios. Tiene un espesor máximo de 96 m y está formada por arcillas rojas, areniscas y margas grisáceas. A nivel local, contiene conglomerados y brechas poligénicas. Todas estas litologías fueron depositadas en medios de llanura de inundación fluvial, estuarios y playas, pertenecientes a un sistema deltaico dominado por procesos de oleaje (Santisteban *et al.*, 2008). En el sector comprendido entre Morella y Cincorres, las areniscas se hallan en el interior de tres grandes sistemas de cauces encajados (La Rourera-Cantera Beltrán, Sant Antoni de la Vespa y Ana) cuyos ejes indican una distribución de aportes de Norte a Sur y de Noroeste a Sur-suroeste. Probablemente estos aportes pudieron provenir de un macizo emergido, situado en el centro del Surco Ibérico (Macizo Valenciano, Vilas *et al.*, 1982 y Umbral del Javalambre) que separaba la cuenca Maestrat de la cuenca lbero-levantina.

Contexto estratigráfico y sedimentológico

En el entorno del Mas de la Chimenea Alta afloran los materiales del tercio inferior de la Formación Arcillas de Morella. La serie medida, se halla entre campos de cultivo, y tiene su base y techo cubiertos. Es equivalente a la parte inferior roja descrita por Santafé *et al.* (1982) en la Teulería y por Gámez *et al.* (2003) en Mas de La Parreta. El espesor total de los depósitos que afloran es de 12 metros (Fig. 2). Su parte inferior contiene cinco pares de intercalaciones de margas grises y limonitas y arcillas rojas. Su parte superior está formada por 4 metros de areniscas blancas de grano medio-grueso con estratificación a gran escala, de tipo planar, cruzada hacia el Oeste y lami-

nación cóncava de tipo duna, cruzada hacia el Este.

El registro sedimentario puede describirse mediante la sucesión de seis secuencias deposicionales (SD, Fig. 2) limitadas por superficies de erosión. La secuencia más completa es la SD-V (Fig. 2), formada por margas grises, en la base, tres niveles de areniscas, en la parte media, y arcillas rojas en el techo. Las areniscas se hallan bioturbadas, presentan icnitas de dinosaurios y rellenos de grietas de retracción.

Cada secuencia deposicional está formada por una única parasecuencia constituida por una sucesión de litofacies incompleta con respecto a las parasecuencias descritas en los depósitos de la misma unidad en la localidad próxima de Ana (Poza *et al.*, 2010). Esta parasecuencia tiene un significado geodinámico transgresivo-regresivo y está representada por dos o tres de las seis facies asociadas posibles. Las margas grises son depósitos marinos someros, e incluyen fauna como foraminíferos bentónicos y restos de ostreidos. Las areniscas, presentan dos sistemas opuestos de estratificación y laminación cruzadas, *ripples* de oleaje, moldes de huellas de vertebrados y rellenos de grietas de retracción por desecación. En la secuencia deposicional IV, el nivel de areniscas se presenta como un cuerpo tabular; mientras que en la secuencia deposicional VI, tiene una sucesión de distribución granulométrica creciente hacia el techo y se halla, junto con las margas grises inferiores, formando un cuerpo canaliforme adaptado a una superficie de erosión previa. Por estas características interpretamos estos depósitos como unidades de playa, emplazadas localmente en el interior de estuarios morfológicos. Los limos y arcillas rojas contienen pequeños nódulos de paleosuelos calcáreos. Son depósitos continentales, que relacionamos con ambientes fluviales de una llanura deltaica.

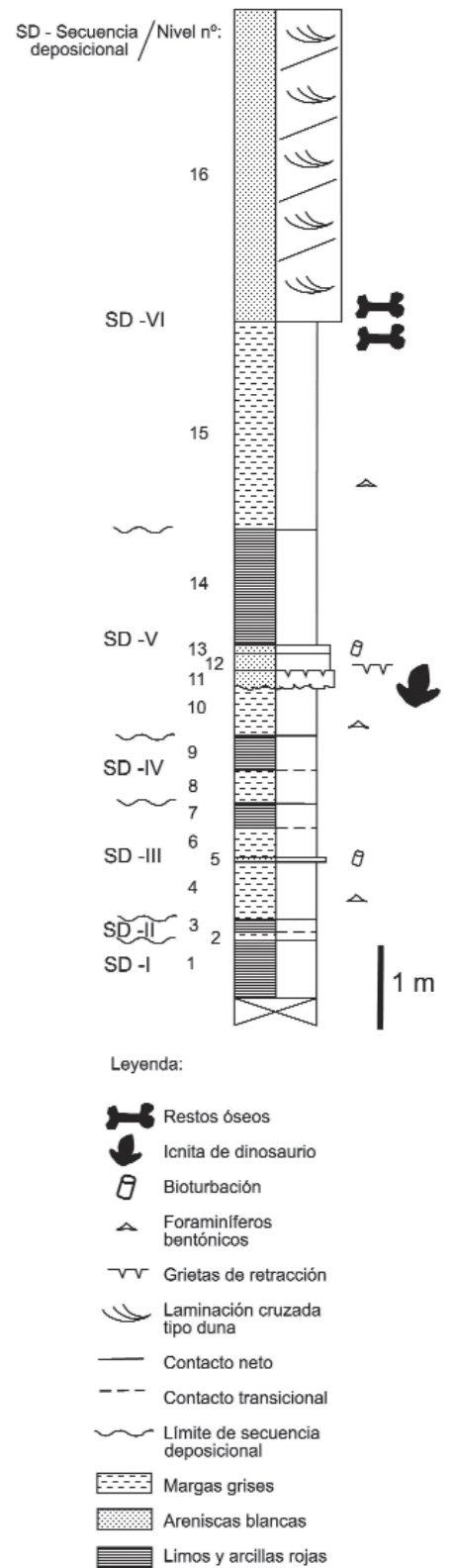


Fig. 2.- Columna estratigráfica de los materiales de la Formación Arcillas de Morella en el Mas de la Chimenea Alta.

Fig. 2.- Stratigraphic log of the deposits of the Arcillas de Morella Formation in the surroundings of Mas de la Chimenea Alta.

Descripción de los yacimientos paleontológicos

En la descripción original de la serie de esta misma localidad, hecha por Santafé *et al.* (1982), los autores describen, casi en el techo, una alternancia de limolitas y areniscas, que hacia el Este pasa a una arenisca compacta con "trozos de vegetales carbonizados y dientes de Peces y Reptiles". Al realizar de nuevo la serie estratigráfica hemos encontrado en este nivel grandes fragmentos de huesos fósiles incluidos en la arenisca, que no han podido atribuirse a ningún taxón.

Por debajo del nivel anterior Santafé *et al.* (1982) describen un nivel de limolitas arcillosas gris-verdosas con "restos orgánicos (trozos vegetales carbonosos, huesos de Reptiles y Peces)". También en este nivel son abundantes los fragmentos de hueso fósilizado, que en ocasiones son de tamaño decimétrico y como en el caso anterior no han podido atribuirse a ningún taxón.

Además de estos dos niveles con fósiles, ya descritos en la monografía de Santafé *et al.* (1982), se han encontrado dos nuevos yacimientos. El primero de ellos se halla en la secuencia deposicional V, en la base del nivel 11 (Fig. 3). Consiste en una capa de areniscas ocreas, de 40 cm de espesor, con deformaciones plásticas sinsedimentarias, por carga, en la base y moldes de grietas de retracción, por desecación, en el techo. En dos bloques desprendidos de este nivel las estructuras de deformación se corresponden, en planta, con icnitas tridáctilas. Uno de ellos (Fig. 3) tiene una superficie de unos 0,21 m² y en él se observa un hiporrelieve convexo.

Este hiporrelieve pertenece a una icnita tridáctila, donde el dedo III se ha preservado parcialmente. El tamaño de la impresión del dedo III es mayor que la de los dedos II y IV, dando lugar a un patrón mesaxónico de la icnita. Las marcas de los dedos son anchas con terminaciones redondeadas, ausencia de marcas de uñas, y un talón redondeado. Alrededor del contorno de la icnita se preserva un burlete. La altura máxima del hiporrelieve sobre la base del estrato es de 3,5 cm, y en él también se observan dos bultos que se sitúan entre los dedos III-II y III-IV, pudiendo ser estas estructuras almohadillas del pie. La longitud máxima de la icnita es de 28 cm y su anchura máxima es de 24 cm con una relación L/A (longitud/anchura) superior a 1. La longitud de la

Fig. 3.- Contramolde de icnita tridáctila del nivel 11 de la serie del Mas de la Chimenea Alta.

Fig. 3.- Mould of a trydactyl footprint from the level number 11 of the Mas de la Chimenea Alta.

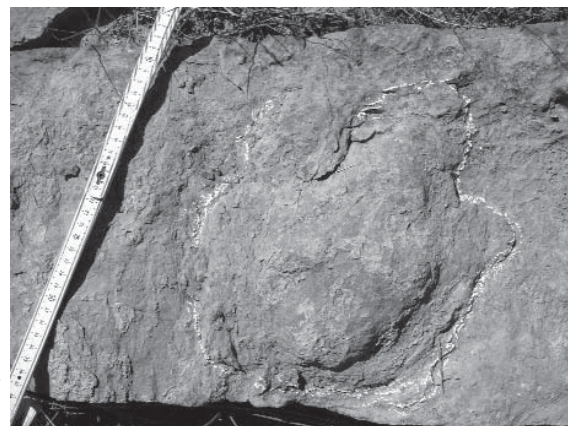
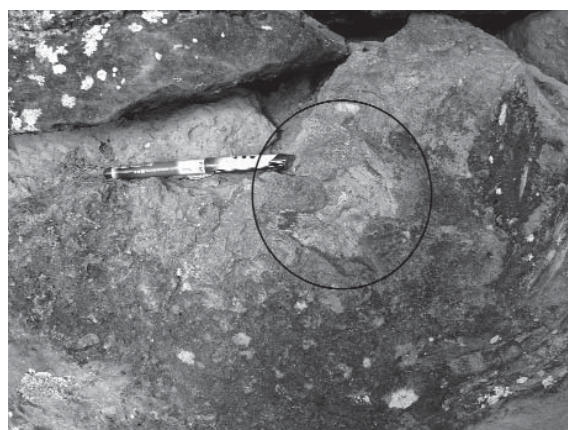


Fig. 4.- Vértebra caudal de saurópodo en el Mas de la Chimenea Alta.

Fig. 4.- Sauropod caudal vertebra of the Mas de la Chimenea Alta.



marca del dedo IV es de 10 cm y la de la marca del dedo II de 2 cm, la anchura de la marca de los dedos es de 8 cm y 5 cm respectivamente. El ángulo entre las marcas de los dedos III-II es de 39°. Según esta descripción, consideramos que se puede relacionar la icnita a un dinosaurio ornitópodo de talla media.

Otro de los bloques desprendidos, expone una superficie de unos 0,35 m² de la base del estrato de areniscas. En esta superficie se observan los contramolde de grietas de desecación que crean un patrón de polígonos, con lados comprendidos entre los 16 cm y 7 cm a lo largo de la superficie de la base; la altura del contramolde de las grietas es de 2,5 cm. En esta superficie también se observa una protuberancia redondeada que deforma dos lados de un polígono de una grieta de desecación. Esta estructura cuyo eje máximo es de 9 cm y su altura de 2,5 cm, podría interpretarse como la marca parcial de una icnita de tetrápodo.

En la misma localidad de la serie descrita, pero más próxima a la base de la Formación Arcillas de Morella, junto al camino que conduce al Mas de Boix de Baix afloran, de manera aislada, unos estratos tabulares de areniscas y conglomerados con *Ostraea*. En ellos se ha localizado un nuevo nivel con huesos de dinosaurio. Algunos

bloques arrancados del estrato han sido utilizados para la construcción de una pared de piedra en seco que limita el camino con los campos de cultivo. En uno de ellos se ha hallado una vértebra (Fig. 4).

El centro de la vértebra tiene forma de carrete alargado, deprimido en su zona media y expandido ligeramente en las caras articulares. En vista lateral es rectangular. La cara secundaria ocupa toda la superficie lateral, es plana en sentido anteroposterior y ligeramente convexa, formando una pequeña cresta, en la parte media, en sentido dorsoventral. El arco neural está situado en posición ligeramente posterior sin llegar a la cara articular. Las prezigapófisis están situadas en el extremo anterior de la espina neural, formando una prolongación de ésta. Tienen un surco en su parte lateral donde encajan las postzigapófisis. Las postzigapófisis son reducidas, están situadas en el extremo posterior de la espina neural, más altas que la base de las prezigapófisis. Consisten en dos puntas paralelas y de contorno semicircular. Se encuentran separadas por una hendidura de dirección dorsoventral. La espina neural es baja y no se proyecta dorsoventralmente más alta que las pre y postzigapófisis. La forma y las características de la vértebra nos hace asignarlas al clado saurópoda, sin poder precisar más

esta atribución, por lo que se determina el material como Sauropoda indet.

Discusión

En la interpretación de los depósitos de las asociaciones de facies descritas, para la Formación Arcillas de Morella, se ha propuesto una serie de ambientes y sistemas deposicionales, que difieren de unos a otros autores. Una de las primeras interpretaciones la realiza Royo y Gómez (1920), que dice haber verificado a partir del estudio estratigráfico el cambio de ambientes marinos a terrestres primero y de terrestres a marinos después. Y que estos cambios no son debidos a movimientos bruscos de la corteza terrestre (tectónica), sino a oscilaciones lentas. Dice también encontrar areniscas amarillentas con estratificación cruzada, de un metro de espesor, con fósiles de vertebrados y fragmentos de troncos de coníferas, y que en alguno de estos estratos encuentra señales de oleaje.

Para Santafé *et al.* (1982), existen cuatro tipos principales de facies, que se corresponden con un delta mareal interpenetrado en una costa lagunar con bajíos de arena (islas). La sucesión de facies tiene para estos autores primeramente un carácter regresivo, que luego se invierte en transgresivo.

Recientemente Gámez *et al.* (2003) han propuesto un nuevo esquema de asociación facies, que comienza con el paso de ambientes de llanura mareal carbonata a una llanura lutítica pantanosa. Este ambiente cambia drásticamente debido al aporte de sedimento arenoso por un sistema fluvial de alta energía multiepisódico y localmente retrogradante. Hacia techo de la formación hay un cambio en la dinámica sedimentaria, con la instalación de ambientes litorales perimareales, que indican un cambio en la sedimentación de continental a marina litoral.

Santisteban y Santos-Cubedo (2008) y Poza *et al.* (2010) proponen que los depósitos de la Formación Arcillas de Morella fueron originados en un sistema ambiental deltaico dominado por procesos de oleaje. Los escasos cuerpos de areniscas, que para otros autores son el relleno de canales fluviales de tipo meandriforme, son reinterpretados como el relleno de estuarios morfológicos, no mareales, incisos durante descensos eustáticos relativos y, después, rellenos durante una transgresión marina. Hasta

el presente, la presencia de fauna marina, en la formación Arcillas de Morella, antiguamente "Capas rojas de Morella" ha sido minimizada, por necesidades del establecimiento de un contexto ambiental continental para encuadrar la abundante fauna de vertebrados continentales, la mayor parte de dinosaurios. En este sentido, los yacimientos de la sección del Mas de la Chimenea Alta, tienen un significado diferente, no en función del tipo de facies en la que se hallan los restos, si no del contexto dinámico del cortejo sedimentario en el que los depósitos de esta litofacies se incluyen. Todas las secuencias deposicionales (SD-I a SD-VI, Fig. 2) están formadas, cada una de ellas, por una sola parasecuencia con carácter transgresivo – regresivo. Estas parasecuencias representarían ciclos de quinto orden, los cuales según Vail *et al.* (1991) se desarrollan en un intervalo temporal de 30.000 a 80.000 años. Sus límites son superficies de exposición prolongada, con evidencias de desarrollo de paleosuelos y erosión. En cada secuencia deposicional estas superficies son la única referencia conservada del cortejo de caída del nivel del mar, aunque hayan podido ser modificadas durante la transgresión posterior. Las margas verdes y areniscas forman el cortejo transgresivo, juntamente con los niveles de areniscas y conglomerados, que en la base de los afloramientos estudiados contienen restos de dinosaurios. Los limos y arcillas rojas constituyen el cortejo del nivel del mar alto de cada secuencia deposicional. En este contexto, los dos yacimientos descritos por Santafé *et al.* (1982) y el bloque de areniscas con una vértebra presentan fauna re-trabajada, con restos de dinosaurios depositados en un ambiente de transición o marino somero. Además, existe la posibilidad de que alguno de ellos haya podido ser erosionado de los materiales de una secuencia deposicional anterior. Solamente las huellas del nivel 11, a pesar de ser un resto indirecto de la actividad de los dinosaurios, tiene un carácter autóctono y significado tanto paleontológico como sedimentario.

Conclusiones

La serie del Mas de la Chimenea Alta (Morella) contiene la mayor parte de elementos estratigráficos y paleontológicos que caracterizan buena parte de los depósitos de la Formación Arcillas de Morella. Estratigráficamente muestra una ciclicidad

de alta frecuencia con sucesiones de facies características de depósitos marinos y continentales. Los depósitos más continentales (arcillas rojas) carecen de fauna, mientras que los marinos y de transición presentan varios tipos de yacimientos con restos de vertebrados terrestres. Los restos directos se hallan re-trabajados y algunos depositados en materiales incompatibles con los formados en los ambientes de vida de estos organismos. Solamente las huellas, aportan información entre tipo de organismo, y su actividad, y el medio sedimentario. Estos detalles, que dependen de la interpretación geodinámica del registro sedimentario, en términos de estratigrafía secuencial, deben tenerse en cuenta a la hora de realizar interpretaciones paleontológicas.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución del proyecto de investigación: CGL2008-06533-C03-01/03/BTE del Ministerio de Ciencia e Innovación. Se agradece a Ramón Salas y a otro revisor anónimo, sus comentarios sobre el trabajo.

Referencias

- Caja, M.A., Salas, R., Marfil, R. y Lago, M. (2005). *Geogaceta*, 38, 11-14.
- Canerot, J., Cungny, P., Pardo, G., Salas, R., y Villena, J. (1982). *Ibérica Central-Maestrazgo*. En: El Cretácico de España, Univ. Complutense, Madrid, 273-344.
- Gámez, D., Paciotti, P., Colombo, F. y Salas, R. (2003). *Geogaceta*, 34, 191-194.
- Poza, B., Santos-Cubedo, A., de Santisteban, C. y Suñer, M. (2010). *Geogaceta*, 49, 27-30.
- Royo y Gómez, J. (1920). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 20, 261-267.
- Santafé, J.V., Casanovas, M.L., Sanz, J.L. y Calzada, S. (1982). En: *Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las Capas Rojas de Morella (Castellón, España)* (J.V. Santafé, M.L. Casanovas, J.L. Sanz y S. Calzada, Eds.). Diputación Provincial de Castellón y Diputación de Barcelona, 169.
- Santisteban, C. de y Santos-Cubedo, A. (2008). En: *Dinosaurios del Levante Peninsular*. (B. Poza Falset, A. Galobart Lorente, M. Suñer Fuster y E. Nieto Molina, Eds). EDC Natura-Fundación Omacha, 22-37.
- Vail, P.A., Audemard, F., Bowman, S.A., Eisner, P.N. y Perez-Cruz, C. (1991). En: *Cycles and Events in Stratigraphy*. (G. Einsele, W. Ricken y A. Seilacher, Eds). Springer-Verlag, 617-659.
- Vilas, L., Arias, C., Elizaga, E., García-Domingo, A. y López-Olmedo, F. (1982). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 8, 637-681.