

# Significado paleoambiental de los ooides y oncoides de las calizas del Barranco de Azuaje (Gran Canaria)

*Paleoenvironmental significance of ooids and oncoids from the limestones of the Barranco de Azuaje (Gran Canaria)*

Álvaro Rodríguez-Berriguete<sup>1\*</sup>, Ana M. Alonso-Zarza<sup>2</sup>, Rebeca Martín-García<sup>1</sup> y Andrea Martín-Pérez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Mineralogía y Petrología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Novais 12, 28041, [arberriguete@ucm.es](mailto:arberriguete@ucm.es), [rebecamg@ucm.es](mailto:rebecamg@ucm.es).

<sup>2</sup> Instituto Geológico y Minero de España, IGME, CSIC. C/ Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid. [a.alonsozarza@igme.es](mailto:a.alonsozarza@igme.es)

<sup>3</sup> Instituto de Paleontología Ivan Rakovec, ZRC-SAZU. Novi trg 2, SI-1000, Ljubljana, Eslovenia. [andreamp@zrc-sazu.si](mailto:andreamp@zrc-sazu.si)

\*Corresponding author

## ABSTRACT

Varied types of ooids and oncoids have been found in travertines and tufas along 3 km of Azuaje Ravine in the volcanic island of Gran Canaria. Ooids show spherical to ellipsoidal shapes, 0.1 mm->2 mm in size, and regular concentric smooth cortices. Oncoids are 0.4 mm to several millimetres in general, with slightly lamination, and generally irregular shapes. Mineralogy varies from aragonite and aragonite-calcite in travertine, to calcite in tufa. Nuclei in all cases are intraclasts, plant part moulds, or they are undistinguishable from the cortex. Coated grains layers commonly pass laterally to stromatolites, but also to other facies (rafts, hanging coated stems, bryophytes, etc.). In general terms, and considering the characteristics of nuclei and cortices, facies associations, and their distribution, coated grain deposits would represent several stages of: (a) availability of loose particles that serve as nuclei, (b) formation of coatings, (c) immobilization of the grains and (d) fossilization of the deposit as a consequence of crusting on it. All these stages would be related to specific physical, chemical, and biological conditions, and their variations, responding to the sedimentary dynamics of the ravine.

**Key-words:** ooids, oncoids, travertine, tufa, volcanic islands.

## RESUMEN

Diversos tipos de ooides y oncoides se encuentran en travertinos y tobas a lo largo de 3 km del Barranco de Azuaje (Gran Canaria). Los ooides muestran formas esféricas a elipsoidales, de 0,1 mm->2 mm de tamaño, y envueltas concéntricas regulares. Los oncoides son de 0,4 mm a varios milímetros en general, con laminación. La mineralogía es aragonítica y aragonítica-calcítica en travertinos, y calcítica en tobas. Los núcleos son intraclastos, moldes de partes de plantas o son indistinguibles de las envueltas. Las láminas de granos con envueltas aparecen comúnmente pasando a estromatolitos, pero también a otras facies (rafts, tallos colgantes, briófitas, etc.). En general, y considerando las características de núcleos y envueltas, asociaciones de facies y su distribución, los depósitos de ooides y oncoides representarían etapas diferentes de: (a) disponibilidad de partículas sueltas que sirven como núcleos, (b) formación de envueltas, (c) inmovilización de los granos y (d) fosilización del depósito por la formación de costras sobre el mismo. Todas estas etapas estarían relacionadas con condiciones físicas, químicas y biológicas específicas y sus variaciones, relacionadas con la dinámica sedimentaria del barranco.

**Palabras clave:** ooides, oncoides, travertino, toba, islas volcánicas.

Geogaceta, 75 (2024), 27-30

<https://doi.org/10.55407/geogaceta100882>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 10/07/2023

Fecha de revisión: 24/10/2023

Fecha de aceptación: 24/11/2023

## Introducción

Los granos con envueltas (*coated grains*) son componentes habituales en sistemas carbonáticos marinos y continentales. En sistemas carbonáticos fluviales y de manantial han sido descritos en numerosos trabajos (Richter y Besenecker, 1983; Jones y Renaut, 2010; Gandin y Capezzuoli, 2014), aunque sus condiciones de formación no siempre se han discutido en detalle. Una dificultad intrínseca para su interpretación ambiental en travertinos y tobas es que pueden presentar una gran variabilidad composicional y textural, incluso dentro de un mismo sistema, a nivel de sus componentes básicos: núcleos de diferente origen y composición, así como envueltas de diferente morfología, hábi-

to y mineralogía (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019).

En este trabajo se presentan los diferentes tipos de oncoides y ooides presentes en un sistema holoceno de travertinos colgados y fluviales que pasan a tobas también fluviales distalmente. La gran variedad de núcleos, tipos de envueltas, tamaños y texturas que presentan los granos con envueltas de este sistema ofrecen una información de gran importancia sobre condiciones y procesos de formación.

## Contexto Geológico

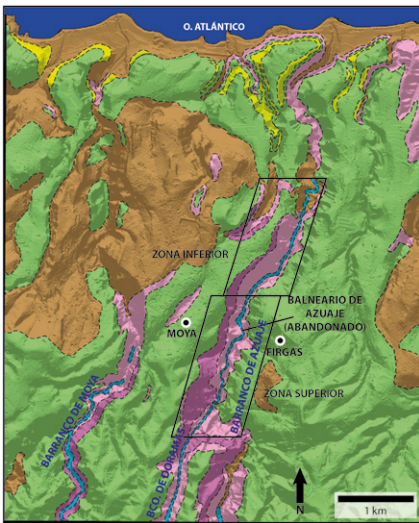
El Barranco de Azuaje se encuentra en el norte de la isla de Gran Canaria, excavado principalmente sobre rocas perteneciente al vulcanismo del Roque Nublo (Plioceno) y del Post-Roque Nublo (Plio-

ceno-Pleistoceno) (Balcells *et al.*, 1992). Entre las poblaciones de Fargas y Moya, a lo largo de un segmento de barranco de 3 km (Fig. 1) aparecen travertinos, tanto colgados como en posición fluvial, así como tobas fluviales (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). Los depósitos fluviales se sitúan sobre una lava de fondo de barranco Holocena (Rodríguez-Berriguete *et al.*, 2012; Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). Dicho segmento ha sido subdividido en dos tramos, uno superior donde se localizan los travertinos y otro inferior, aguas abajo del primero, en el que se encuentran las tobas.

## Materiales y métodos

Los travertinos y tobas del Barranco de Azuaje fueron muestreados duran-

te varias campañas de campo (2012-2014 y 2016), tomando 28 muestras representativas de los distintos tipos de ooides y oncoides que contienen. Se prepararon láminas delgadas de todas ellas para su descripción petrográfica mediante un microscopio Olympus BX-51 con cámara Olympus U-TVO.5XC.3. La mineralogía de las muestras fue previamente obtenida mediante difracción de rayos-X (Rodríguez-Berriguete *et al.*, 2012; Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019).



**Fig. 1.- Mapa geológico (modificado del MAGNA 1101-III, 1990), y situación de los dos tramos, el superior donde se localizan los travertinos y el inferior, donde se encuentran las tobas.**

*Fig. 1.- Geological map (mod. from MAGNA 1101-III, 1990) and situation of the two stretches, upper stretch, containing the travertines, and lower stretch containing the tufas.*

**Oncoides y ooides en travertinos (tramo superior)**

En los travertinos colgados en las paredes del barranco y en el fondo del mismo, en posición fluvial se reconocen ambos tipos de granos con envueltas. Dichos granos pueden clasificarse como ooides y oncoides en base a morfología y textura de sus láminas (Richter, 1983) con independencia de su tamaño.

*Relaciones de los granos con envueltas con otras facies*

Tanto ooides como oncoides aparecen relacionados vertical y/o lateralmente con otras facies. La asociación más común es con estromatolitos de muy poco espesor (0.5 mm a 1-2 cm) que recubren

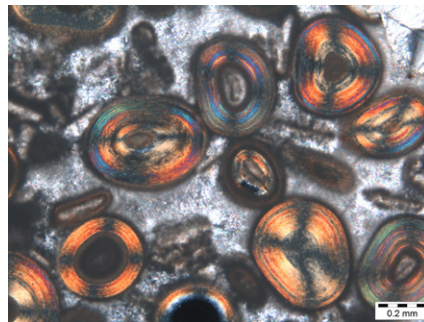
la superficie de acumulación de dichos granos.

Otras asociaciones que se encuentran con cierta asiduidad en los travertinos son las de oncoides y costras de cristales dendríticos, de manera análoga a los estromatolitos, así como las de ooides y *rafts* (plaquetitas de aragonito o calcita).

Estas tres asociaciones evidencian (i) un cambio en la disponibilidad de partículas sueltas que sirvan de núcleo para formar los granos con envueltas y/o (ii) un cambio en las condiciones físicas y químicas del ambiente de sedimentación que implican inmovilización de partículas sueltas y encostramiento sobre la superficie del depósito (estromatolitos; dendritas). En el caso de la formación y sedimentación de *rafts*, también implican claramente una drástica disminución de la velocidad del agua (Jones y Renaut, 2010; Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019).

*Características texturales*

Los ooides están restringidos a los travertinos. Presentan morfologías esféricas a ovaladas y diámetros de entre 100 µm y 2 mm (Fig. 2). Los núcleos son frecuentemente intraclastos de travertino, más raramente fitoclastos de pequeño tamaño (actualmente descompuestos dejando porosidad móldica). Ocasionalmente, los núcleos son indistinguibles de las envueltas o incluso pueden estar ausentes. Las envueltas generalmente consisten en una alternancia concéntrica de láminas claras-oscuras y morfologías lisas de 1 a 5 µm de espesor. Las láminas que forman los pares claro-oscuro pueden ser (i) ambas micríticas, o (ii) fibrosas (claras) y micríticas (oscuras), o (iii) de cristales fibrosos dispuestos radialmente,

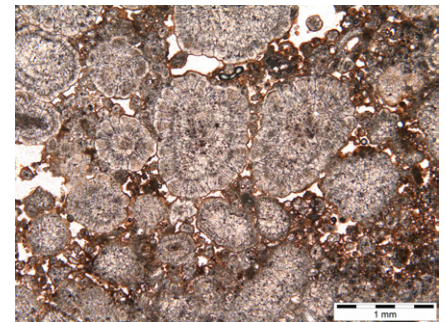


**Fig. 2.- Imagen de lámina delgada (nícoles cruzados) de los ooides de travertino del Barranco de Azuaje.**

*Fig. 2.- Thin section image (crossed polarizers) of the travertine ooids from the Barranco de Azuaje.*

con longitudes iguales al grosor de toda la envuelta y superpuestos o cortando la laminación concéntrica. Los ooides pueden ser de mineralogía aragonítica o calcítica.

Los oncoides de travertino (Fig. 3) tienen morfologías esféricas a ovaladas y diámetros de 100 µm a 2 cm. Los núcleos frecuentemente son intraclastos y fitoclastos (también de pequeño tamaño y actualmente descompuestos dejando porosidad móldica), siendo en ocasiones indistinguibles de la corteza, o estando completamente ausentes. Las envueltas consisten en láminas alternas onduladas, claras y oscuras, cada una de 1 a 2 µm de espesor o menos. Ambas pueden ser (i) micríticas, o (ii) las láminas claras fibrosas y las oscuras micríticas. Las envueltas pueden estar compuestas por dendritas que irradian desde el centro del oncoide. Los oncoides se incluyen en matrices micríticas con un alto contenido de material detrítico (fragmentos de roca volcánica), o pueden presentar cementos circumgranulares de calcita o aragonito. Los oncoides son generalmente calcíticos.



**Fig. 3.- Imagen de lámina delgada de los oncoides de travertino del Barranco de Azuaje.**

*Fig. 3.- Thin section image of the travertine oncoids from the Barranco de Azuaje.*

**Granos con envueltas de las tobas (tramo inferior)**

En el caso de las tobas, los granos con envueltas son exclusivamente oncoides. A pesar de esto, existe una amplia variedad de morfologías, tamaños y tipos de láminas.

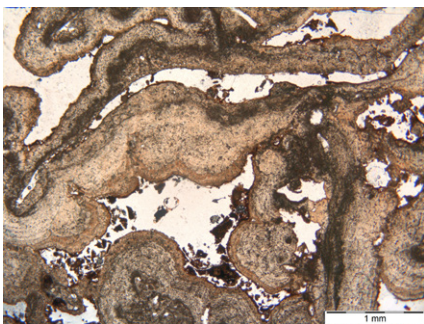
*Relaciones de los oncoides con otras facies*

Los oncoides aparecen relacionados vertical y/o lateralmente con otras facies. La asociación más común es la

de acumulaciones centimétricas de oncooides, formando montículos o capas horizontales que pasan verticalmente a láminas estromatolíticas finas, (< 5 mm). Las acumulaciones de oncooides también pueden pasar verticalmente a capas micríticas porosas con abundantes filamentos cianobacterianos/algales calcificados en posición vertical. Es relativamente frecuente encontrar asociaciones de acumulación de oncooides, que pasan a la micrita porosa con filamentos calcificados y finalmente a láminas estromatolíticas a techo. En ocasiones, los oncooides aparecen acumulados junto con abundantes fitoclastos (actualmente como porosidad móldica) e intraclastos de toba. En esos casos, verticalmente pasan a estromatolitos y lateralmente a facies de briofitas calcificadas con formas hemidómicas o a tallos colgantes con envueltas (*hanging coated stems*).

#### Características texturales

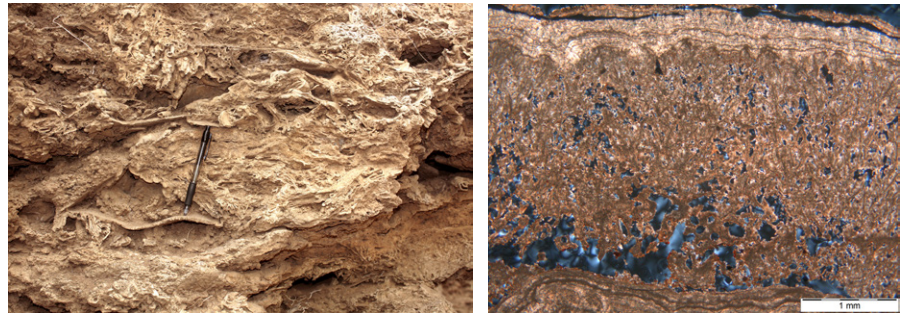
Los oncooides presentes en las tobas (Fig. 4) presentan morfologías variadas y tamaños que van desde menos de 1 mm hasta 20 cm, dependiendo del tipo y tamaño del núcleo. Los núcleos son comúnmente intraclastos o fitoclastos, a veces de gran tamaño (actualmente porosidad móldica), aunque en ocasiones los núcleos son indistinguibles de las envueltas. Las envueltas están formadas por sólo 2-3 láminas, generalmente más gruesas e irregulares en morfología que en los oncooides de travertino, mostrando una textura micrítica, aunque también se observa una textura fibrosa muy fina.



**Fig. 4.- Imagen de lámina delgada de los oncooides de toba del Barranco de Azuaje.**

*Fig. 4.- Thin section image of the tufa oncooids from the Barranco de Azuaje.*

Un caso especial (Fig. 5) es el de los oncooides de tamaño decimétrico con núcleo de raquis de hoja de palma (actualmente, porosidad móldica). Las envueltas consisten en una alternancia de láminas



**Fig. 5.- Imagen de campo (izquierda) donde se observa un oncoide con núcleo de porosidad móldica de raquis de hoja de palmera (extremo inferior del bolígrafo apoyado sobre su base). Imagen de lámina delgada (nícoles cruzados; derecha) en la que se aprecian las envueltas micríticas porosas de mayor espesor y láminas densas de menor espesor del oncoide con núcleo de porosidad móldica de raquis de hoja de palmera.**

*Fig. 5.- Field image (left) showing an oncooid with nucleus of moldic pore of palm leaf raquis (lower part of the pen is on the base of the oncooid). Image from thin section (crossed polarisers; right) showing the thicker porous micritic and thinner dense coatings of the oncooid with nucleus of moldic pore of palm leaf raquis.*

micríticas porosas gruesas y láminas micríticas densas más finas (Fig. 5), análogas a las observadas en las micritas porosas con filamentos calcificados y en los estromatolitos, respectivamente. Los oncooides son todos de mineralogía calcítica.

#### Implicaciones ambientales de los oncooides y ooides

La información que ofrecen los granos con envueltas es variada ya que incluye desde la que proporcionan sus núcleos, envueltas y los propios depósitos y asociaciones con otras facies.

#### Núcleos: procesos de formación e implicaciones ambientales

Como se ha descrito, los núcleos de los granos con envueltas observados en travertinos y tobas del Barranco de Azuaje son de diferente tipología. Los más comunes son los fragmentos vegetales o fitoclastos, en todos los casos degradados dejando porosidad móldica. Es llamativo que los núcleos de origen vegetal tanto de ooides como de oncooides del tramo superior, travertinos, son todos restos de pequeño tamaño, mientras que en las tobas del tramo inferior la variedad de tamaños es mucho mayor, llegando a varias decenas de centímetros como en el caso de los raquis de hojas de palmera. Por un lado, esto nos indica un importante aporte de material vegetal en todo el barranco, lo que sugiere que probablemente estaba densamente vegetado. Considerando que previamente a la formación de los depósitos tobáceos y travertínicos se produjo el emplazamiento de una lava

de fondo de barranco, la abundancia de material vegetal sugiere que la cobertura vegetal se habría recobrado en el barranco en el momento de la formación de estos carbonatos. Los travertinos (fluviales y colgados en las paredes) presentan muy frecuentemente facies fitoclasticas, con fitoclastos de tamaños variados (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). Por el contrario, en los ooides y oncooides de dichos travertinos, solo el material vegetal de pequeño tamaño aparece como núcleo. En cambio, los granos con envueltas de las tobas del tramo inferior presentan núcleos fitoclasticos de tamaño mucho más diverso. Esto sugiere que el transporte de material vegetal en el tramo superior sería limitado, al menos durante los períodos de formación de granos con envueltas, mientras que en el tramo inferior dicho material vegetal ha sido transportado con relativa facilidad por la corriente fluvial.

Son comunes los núcleos de intraclastos, fragmentos de toba o travertino. En las tobas (tramo inferior del barranco) no se observan fragmentos de travertino. Esto sugiere que, a pesar de haber fenómenos o procesos que provocan la rotura de fragmentos de travertino, estos no han sido transportados hasta el tramo inferior del barranco. Nuevamente, se observa que la capacidad de transporte desde un tramo hacia el otro fue limitada.

Adicionalmente, es llamativa la ausencia de fragmentos de roca volcánica como núcleos tanto en travertinos como en tobas, a pesar de que las laderas del barranco son, y eran entonces, de alta pendiente, siendo frecuente la caída de material de distinto tamaño desde las paredes al fondo del barranco.

### *Envueltas de los granos con envueltas: implicaciones paleoambientales*

Las envueltas de los distintos tipos de granos con envueltas permiten interpretar diferentes procesos de formación de las mismas (e.g., distinto grado de participación microbiana; diferencias en velocidad de la corriente; tasas de precipitación de  $\text{CaCO}_3$ ) (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019), así como trazar la distribución de los granos con envueltas a lo largo del barranco.

La diferenciación entre ooides y oncooides es en general clara. También es evidente la diferencia entre las envueltas de los oncooides observados en los travertinos y los que se encuentran en las tobas. Dichas diferencias entroncan en los procesos de formación de unos tipos de depósitos y otros. En los oncooides de travertinos, la desgasificación de  $\text{CO}_2$  produce altas tasas de precipitación de calcita o aragonito, lo que junto con la participación microbiana genera láminas densas y de poco espesor (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). En el caso de los oncooides de tobas, las envueltas muestran mayor espesor y una apariencia más microbiana, probablemente por la mayor participación biológica frente a la precipitación inorgánica (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). Es decir, la formación de las envueltas de los oncooides muestra una tendencia similar a la de los depósitos de travertino y toba, que pasan de predominantemente inorgánicos (aunque con diferentes grados de participación microbiana) a predominantemente microbianos (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019).

Por otra parte, los granos con envueltas de los travertinos muestran características diferenciales en cada afloramiento, hecho que atestigua tanto la existencia de condiciones específicas en cada punto, como la ausencia de transporte de estos granos de unos puntos a otros. En el caso de las tobas del tramo inferior, las condiciones de formación parecen ser más homogéneas y/o el transporte de unos puntos a otros en dicho tramo no estaría restringido como en el caso del tramo superior.

### *Asociaciones de facies: implicaciones paleoambientales*

Las asociaciones de facies observadas representan variaciones en las condicio-

nes de sedimentación. Dichas variaciones incluyen disminuciones en la energía y/o espesor de la lámina de agua, como ocurre tanto en las asociaciones ooide/oncoide-estromatolito, como en las asociaciones con *rafts* o plaquetas. Adicionalmente, estas últimas, junto con la formación de costras de cristales dendríticos representarían también cambios (aumento) en la tasa de precipitación de carbonato cálcico (Rodríguez-Berriguete y Alonso-Zarza, 2019). En todos estos casos, se produce una inmovilización de los granos con envueltas y el posterior encostramiento o depósito sobre sus acumulaciones. Ese orden de procesos podría estar relacionado con la ausencia de transferencia de granos con envueltas de unos puntos a otros, al menos en el tramo superior.

Por otra parte, la inmovilización de los granos con envueltas puede producirse por otros mecanismos diferentes a la disminución de energía de la velocidad de corriente. En casos como el de las acumulaciones en forma de montículo que pasan lateralmente a tallos colgantes con envueltas los oncooides pueden quedar inmovilizados por obstáculos que ejercen de barreras. El posterior encostramiento por estromatolitos se produciría al disminuir el espesor de la lámina de agua como consecuencia de la propia acumulación. Este mecanismo sería más común, aunque no exclusivo ni tampoco el único, en el tramo inferior del barranco, caracterizado por depósitos de toba.

### Conclusiones

En términos generales y teniendo en cuenta todas las consideraciones previas sobre los núcleos, envueltas y asociaciones de facies, los depósitos de granos con envueltas representarían etapas diferentes de: (a) disponibilidad de partículas sueltas que sirvan de núcleos, (b) formación de envueltas alrededor de esos núcleos, (c) inmovilización de los granos con envueltas y (d) fosilización del depósito como consecuencia de la formación de encostramientos sobre el mismo. Todas estas etapas estarían relacionadas con condiciones físicas, químicas y biológicas específicas, que van cambiando en el tiempo. En otras palabras, representan la dinámica sedimentaria de estos depósitos y, a su vez, explican la ausencia de transporte desde unas partes a otras del barranco.

### Contribución de los autores

A.R-B realizó el análisis petrográfico y redacción del manuscrito preliminar. A.M.A-Z, R.M-G y A.M-P participaron de la redacción del manuscrito. Todos los autores participaron de los trabajos de campo

### Agradecimientos

Deseamos dedicar este trabajo a la memoria del Profesor Alfonso Meléndez, quien nos acompañó en varias de las campañas de campo a Gran Canaria y particularmente al Barranco de Azuaje. Solo podemos agradecerle de corazón el tiempo, experiencia y conocimiento que compartió con nosotros, y los momentos inolvidables que vivimos junto a él.

El presente trabajo ha sido financiado por los proyectos CGL2014-54818-P del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Queremos agradecer los comentarios y sugerencias de los dos revisores anónimos que han contribuido a mejorar notablemente el manuscrito.

### Referencias

- Balcells, R., Barrera, J.L. y Gómez, J.A. (1990). *Mapa Geológico de España 1:25.000, hoja nº 1101-III-IV (Aruca) y memoria*. IGME, Madrid.
- Gandin, A., y Capezzuoli, E. (2014). *Sedimentology*, 61(1), 264-290. <https://doi.org/10.1111/sed.12087>
- Jones, B. y Renaut, R. (2010). En: *Carbonates in continental settings. Facies, environments and processes* (A.M. Alonso-Zarza y L.H. Tanner, Eds.). Elsevier, Amsterdam, 177-224.
- Richter, D. K. (1983). En: *Coated grains* (T.M. Peryt, Ed.). Springer Berlin Heidelberg, 7-8.
- Richter, D.K. y Besenecker, (1983). En: *Coated grains* (T.M. Peryt, Ed.). Springer Berlin Heidelberg, 154-162.
- Rodríguez-Berriguete, A., Alonso-Zarza, A. M., Cabrera, M. C., y Rodríguez-González, A. (2012). *Sedimentary Geology*, 277, 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.07.010>
- Rodríguez-Berriguete, Á., y Alonso-Zarza, A. M. (2019). *Sedimentary Geology*, 381, 13-28. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2018.12.001>