

Criterios texturales de actividad biótica y abiótica en carbonatos terrestres triásicos de la Formación Cerro Puntudo, San Juan, Argentina

Martín R. Argota¹, R. Agustín Mors¹, Bárbara M.N. Teixeira² y Ricardo A. Astini¹

1. Laboratorio de Análisis de Cuencas, Universidad Nacional de Córdoba, CICTERRA, Argentina. E-mail: martinargota@gmail.com

2. Departamento de Exploración, Petrobras - Río de Janeiro, Brasil.

El objetivo de esta contribución es individualizar rasgos texturales micro y mesoscópicos que pueden ser considerados como extremos dentro de los procesos que interactúan en carbonatos terrestres. Se diferencian texturas bioinducidas, químicas y resultantes de procesos físicos y de retrabajo en sustratos parentales de distinta naturaleza. Nuestro estudio fue realizado en los afloramientos carbonáticos de la terminación norte de la faja occidental de depocentros triásicos de la Cuenca de Cuyo, en la Precordillera Occidental (López Gamundi y Astini, 2004) dentro de la Fm Cerro Puntudo. Se trata de dos intervalos de espesor reducido (12 y 15m, respectivamente) que se intercalan dentro de sucesiones silicoclásticas-volcanoclásticas, aluviales. Recientemente, Benavente *et al.* (2012), en base al hallazgo de algas carófitas y oncolitos, definieron a la unidad como perteneciente a un paleoambiente lacustre.

La individualización de rasgos característicos de distintos procesos permite reconocer con mayor profundidad las variables que controlan el desarrollo, apariencia, distribución espacial, arquitectura, fábricas y composición de los carbonatos continentales. En la precipitación de carbonatos, la reacción fundamental ocurre en equilibrio dinámico y, además de existir procesos biogénicos que modifican o suprimen las barreras cinéticas induciendo o acelerando la precipitación, ésta puede ser modificada fácilmente variando la temperatura, el pH, la concentración iónica y, fundamentalmente, la $p\text{CO}_2$. En los ambientes terrestres, el equilibrio es muy delicado puesto que el entorno puede modificarse rápidamente al variar los factores de control (clima y temperatura y fuente de fluidos) y, en consecuencia, el sistema dióxido de carbono-ácido carbónico-bicarbonato-carbonato se vuelve altamente inestable, generando múltiples etapas de precipitación, disolución y reprecipitación superpuestas (e.g., caso de ciertos calcretes). Esto marca la dificultad de encasillar a los carbonatos terrestres dentro de las clasificaciones de microfacies estandarizadas y de modelos de facies conocidos donde procesos de litificación-cementación ocurren tempranamente como es el caso de los sistemas carbonáticos saturados o con influencia termal, que generan directamente “rocas” y no “sedimentos”; algo que resulta difícil diferenciar en el registro fósil.

En consecuencia, se establecieron criterios que permitieran diferenciar extremos texturales bióticos de abióticos y dentro de éstos los predominantemente químicos de los físicos. Entre los criterios microscópicos de origen biótico (inducción de la precipitación) se distinguieron: texturas grumosas ordenadas o bandeadas, texturas filamentosas, texturas cocoides y texturas microlaminadas-crenuladas, aparte de estructuras mesoscópicas estromatolíticas y estructuras sedimentarias inducidas por actividad microbiana (ESIAM *cf.* Bourmod *et al.*, 2014) en los intervalos interestratificados no carbonáticos (clásticos y evaporíticos). Entre los criterios microscópicos abióticos de origen predominantemente químico se distinguieron: variedad de texturas fenestrales y cavernosas (kársticas) parcial o totalmente rellenas (con o sin *silt* vadoso, parcial o totalmente cementadas, con cementos pendientes o con estructuras geopetales) y texturas cristalinas (equigranulares, fibrosas, fibrosas radiales, abanicadas o botroidales, cementos isópacos y drúsicos) representando disolución, reprecipitación, neoformación y recristalización. Además, se reconocieron fenómenos de dolomitización diferencial tempranos y reemplazos parciales o totales de pseudomorfos de evaporitas (yeso y anhidrita), asociados a estructuras mesoscópicas de expansión por cristalización (*tepees*) y texturas desplazativas y corrosivas afectando a granos clásticos (fábricas flotantes). Entre los criterios microscópicos abióticos de origen predominantemente físico se distinguieron: granulación, agrietamiento, fisuración y brechamiento (asociados con distintos grados de fragmentación según el estado semiconsolidado, consolidado o cementado del sustrato), gradación y laminación en limos carbonáticos peloidales (*micrograinstones*) con ciertas proporciones de mezcla (hasta 5% de material clástico). Dentro de las texturas abióticas físicas se discriminaron, producto de exposición subaérea y retrabajo, las siguientes: superficies erosivas, múltiples generaciones de grietas de desecación asociadas con estromatolitos, intraclastos chatos (*flat pebbles*) y grandes cavidades rellenas de material detrítico y limos calcáreos con frecuentes terminaciones en *onlap*.

Superpuestas a estas texturas también se reconocieron fábricas de bioturbación a partir de distintos grados de perturbación y mezcla responsables de moteados, reagrupamiento y desplazamiento de granos y parches con distintas proporciones de matriz, todos rasgos típicos de sustratos blandos. También fueron reconocidos tubos con paredes netas o rellenos contrastados, cementados (posiblemente pedotúbulos o rizoconcreciones), a veces

con peloides (posiblemente *pellets* fecales), comunes en sustratos firmes (*firmgrounds*) o cementados (*hardgrounds*).

El desarrollo de estas texturas en los carbonatos triásicos de la Formación Cerro Puntudo varía con el sustrato parental que puede ser clástico, volcanoclástico o carbonático. Si bien existen delgados intervalos (0,05-0,50m) con típicas texturas mesoscópicas y microscópicas bióticas (estromatolitos y oncolitos) asociadas con restos de carófitas (Benavente *et al.*, 2012), en la gran mayoría de las microfacies analizadas y con preferencia en los intervalos moteados, se reconocieron importantes cantidades de trizas vítreas muy bien preservadas con típicas texturas pumíceas, cuspidas, y astillosas (representando tabiques entre burbujas de vidrio volcánico) producto de erupciones explosivas. Esto permitiría interpretar a estos depósitos parcialmente como calcretes producto de procesos de transformación y acumulación progresiva de carbonatos, más que como depósitos lacustres carbonáticos en sentido estricto. La conjunción de rasgos comunes de ambientes lacustres someros (estromatolitos y oncolitos) y de procesos pedogenéticos y freatogénicos propios de calcretes (Wright, 2007) son los que permiten identificar al ambiente como palustre (Freytet y Verrecchia, 2002; Alonso-Zarza, 2003).

Si bien dentro del conjunto estudiado se diferencian extremos bióticos, químicos y físicos vale remarcar que estos procesos ocurren simultáneamente, observándose superpuestos a la escala de la lámina delgada y representando sucesiones de corta duración que reflejan una marcada alternancia de condiciones ambientales subáreas, freáticas, vadosas y subaéreas, típicas de ambientes palustres. A diferencia de los carbonatos marinos, la permanente superposición de estas texturas bióticas y abióticas permite interpretar una recurrencia de procesos inherentes a los carbonatos terrestres tales como etapas de disolución y reprecipitación vadosa y freática (texturas fenestrales y cavernosas), de fragmentación física temprana (grietas circumgranulares y cristalarias), de fragmentación física tardía (brechamientos), de perturbación biótica (bioturbación por raíces y organismos) y de redistribución de carbonatos y sustitución progresiva de materiales parentales (nodulación, moteados y texturas flotantes). Muchos de estos rasgos son atribuidos a efectos combinados de pedogénesis y freatogénesis, propios de los ambientes continentales, lo cual permite comprender la complejidad asociada a intervalos de carbonatos terrestres, con independencia del marco tectónico en el que ocurren. Desentrañar el orden de superposición de estos procesos y su significado representa un verdadero desafío.

- Alonso-Zarza, A.M. (2003) Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record. *Earth-Science Reviews*, **60**, 261–298.
- Benavente, C.A., Mancuso, A.C. y Cabaleri, N.G. (2012) First occurrence of charophyte algae from a Triassic Paleo lake in Argentina and their paleoenvironmental context. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **364**, 172–183.
- Bournod, C.N., Cuadrado, D.G., Carmona, N.B., Ponce, J.J. y Pan, J. (2014) Estructuras sedimentarias inducidas por actividad microbiana (esiam) en la planicie de marea de Puerto Rosales, estuario de Bahía Blanca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **71**, (en prensa).
- Freytet, P. y Verrecchia, E.P. (2002) Lacustrine and palustrine carbonate petrography: an overview. *Jour. Paleolimnol.*, **27**, 221–237.
- López-Gamundí, O.R. y Astini, R.A. (2004) Alluvial fan lacustrine association in the fault tip end of a half-graben, northern Triassic Cuyo Basin, western Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, **17**, 253–265.
- Wright, V.P. (2007). Calcretes. In: Nash, D., McLaren, S. (Eds.), *Geochemical Sediments and Landscapes*. Willey-Blackwell, 10–45.