

## Aplicaciones de la Medición de Isótopos Estables ( $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$ ) en Moluscos Fósiles de la Cuenca Neuquina

Vennari, V.V.<sup>1</sup>; Toscano, A.G.<sup>2</sup>; Luci, L.<sup>2</sup>; Cataldo, C.S.<sup>2</sup>; Lazo, D.G.<sup>2</sup>; Aguirre-Urreta, M.B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Grupo vinculado al Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA-CONICET), Museo de Historia Natural de San Rafael, Parque Mariano Moreno s/n, M5602DPH, San Rafael, Mendoza, Argentina.

<sup>2</sup>. Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber (IDEAN, UBA-CONICET). Intendente Güiraldes 2160, Pabellón 2 Ciudad Universitaria, C1428EGA, Buenos Aires, Argentina.  
vvennari@mendoza-conicet.gob.ar

### Resumen

El análisis geoquímico de los isótopos estables de Oxígeno y Carbono ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) en carbonatos inorgánicos permite conocer parámetros paleoceanográficos y paleoambientales del momento en que se produjo su precipitación. La naturaleza carbonática de las conchillas fósiles de moluscos marinos tales como los cefalópodos, bivalvos y gastrópodos, y su crecimiento de tipo acrecionario, posibilitan la medición de las relaciones isotópicas de estos elementos a lo largo de sus ontogenias. Los datos obtenidos colaboran con la comprensión de sus características paleoecológicas y preferencias paleoambientales. Se analiza la posibilidad de aplicar este tipo de estudios a las paleocomunidades de moluscos fósiles del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano (Tithoniano-Valanginiano) de la cuenca Neuquina, Argentina.

**Palabras clave:** geoquímica, invertebrados fósiles, paleoecología, paleoambientes

### 1. Introducción

Los moluscos son animales invertebrados que pueden presentar una conchilla (externa o interna), de naturaleza acrecionaria y compuesta principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de calcita o aragonita. En ambientes marinos se destacan por su abundancia y diversidad los moluscos cefalópodos, los bivalvos y los gastrópodos cuyo registro fósil, basado en la preservación de sus conchillas, se extiende por más de 500 millones de años.

Dado que cuando los moluscos secretan sus conchillas ocurre un fraccionamiento de la composición isotópica del Carbono ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ) y el Oxígeno ( $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ) presentes en el agua de mar. El análisis de sus relaciones isotópicas en restos fósiles ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ) permite conocer algunos parámetros paleoceanográficos, tales como la temperatura o la salinidad de la masa de agua, o las condiciones paleoclimáticas de la región (Urey *et al.*, 1951; Hoefs, 2015).

Restos fósiles de cefalópodos, bivalvos y gastrópodos son muy abundantes en las sucesiones marinas mesozoicas de la cuenca Neuquina (Aguirre-Urreta *et al.*, 2011; Riccardi *et al.*, 2011), la cual se extiende en la región occidental de Argentina, principalmente sobre los territorios de Neuquén y Mendoza. Las rocas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior (c. 145 a 130 Ma) de la cuenca se depositaron en ambientes marinos y corresponden a las Formaciones Vaca Muerta, Mulichinco y Agrio (y equivalentes) del Grupo Mendoza (Legarreta y Gulisano, 1989).

## 2. Antecedentes del estudio de isótopos estables en moluscos fósiles

El análisis geoquímico de isótopos estables en las conchillas de moluscos fósiles permite no solo conocer la termometría del agua de mar y las condiciones atmosféricas del pasado geológico, sino que también permite derivar conclusiones paleoecológicas acerca de los grupos involucrados y contribuir con la reconstrucción de su hábitat (e.g. Henderson y Price, 2012).

La medición de las fluctuaciones de la temperatura a lo largo de la ontogenia de los individuos permite reconocer variaciones climáticas estacionales, calcular tasas de crecimiento y patrones de migración tanto verticales como latitudinales en el caso de los cefalópodos (e.g. Lukeneder *et al.*, 2010; Moriya, 2015). Este último grupo incluye a los amonoideos y belemnites (sin representantes actuales) y a los nautiloideos (representados en la actualidad principalmente por el género *Nautilus*, restringido a la región indo - pacífica).

Por otra parte, las variaciones de los isótopos estables medidas en distintas líneas de crecimiento de un mismo molusco (e.g. bivalvo o gastrópodo), permite obtener un registro detallado, y en períodos relativamente cortos, de las condiciones ambientales en las que creció dicho organismo. A esta técnica se la denomina esclerocronología (e.g. Kirby, 2000) y permite también comparar los resultados obtenidos a escala local con las curvas globales de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  y sus variaciones a lo largo del tiempo geológico (e.g. Price *et al.*, 2016).

En el ámbito de la cuenca Neuquina se obtuvieron las curvas de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  para distintos afloramientos de edad jurásica tardía - cretácica temprana a partir de conchillas calcíticas de ostras, lo cual permitió no solo estimar la paleotemperatura promedio del agua sino también registrar una variación isotópica positiva de  $\delta^{13}\text{C}$  reconocida a nivel global en el Valanginiano (Cretácico Temprano; Aguirre-Urreta *et al.*, 2008; Gómez-Dacal *et al.*, 2018). Los resultados permitieron además vincular la formación de acumulaciones masivas de ostreoides (bivalvos) en niveles discretos con variaciones en la paleosalinidad del cuerpo de agua (Lazo *et al.*, 2008).

## 3. Aplicación al estudio paleontológico integral de las faunas de invertebrados jurásico tardías-cretácicas tempranas (Tithoniano–Valanginiano)

Durante el Tithoniano – Valanginiano en la cuenca Neuquina las comunidades de invertebrados marinos, tanto bentónicos como nectónicos, se desarrollaron en un ambiente de rampa carbonática con influencia de sistemas silicoclásticos y volcanoclásticos (Leanza *et al.*, 2011). Este escenario permite llevar a cabo estudios que impliquen no solo la descripción taxonómica, paleoecológica y tafonómica de las paleocomunidades preservadas, sino también la integración de esos resultados netamente paleontológicos con datos geocronológicos (edades U/Pb) y geoquímicos. Estas líneas de estudio se enmarcan dentro de los proyectos PIP 2015-2017, PICT 2597-2014, 0984-2015 y 2016/1016, y UBACyT 20020170100100BA, de los cuales participan los autores de este trabajo.

Para poder obtener datos geoquímicos se llevarán a cabo muestreos capa a capa de amonoideos (y nautiloideos y belemnites de hallarse), bivalvos y gastrópodos en diferentes secciones estratigráficas de edad tithoniana - valanginiana del Grupo Mendoza. A partir de las asociaciones recuperadas se seleccionarán aquellos individuos que presenten restos de conchilla calcítica o aragonítica, o bien ápticos calcíticos (en el caso de los amonoideos) no alterados diagenéticamente. El grado de preservación de la composición original de los materiales puede evaluarse a partir de cortes petrográficos delgados y a través de la exploración con cátodo-luminiscencia, por ejemplo. Los fragmentos carbonáticos obtenidos pueden ser procesados en las instalaciones del Laboratorio de Isótopos Estables en Ciencias Ambientales (LIECA) que funciona en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional -

Facultad Regional San Rafael (UTN - FRSR) y luego su composición isotópica medida en un espectrómetro de masas con analizador de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en carbonatos inorgánicos.

Los datos obtenidos permitirán aportar al conocimiento paleoecológico de los grupos estudiados (e.g. estimar la profundidad a la que vivían distintas especies de amonoides a lo largo de su vida, inferir la temperatura de las aguas del fondo de la plataforma a partir de bivalvos o gastrópodos, vincular variaciones en la salinidad/temperatura con ocurrencia de concentraciones mono o pauciespecíficas de bivalvos o gastrópodos). Los resultados de las variaciones isotópicas de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  a lo largo de las secciones estudiadas posibilitarán también mejorar las reconstrucciones paleoambientales y paleoclimáticas de los ecosistemas marinos mesozoicos para latitudes medias.

## Referencias

1. AGUIRRE-URRETA, B.; LAZO, D.G.; GRIFFIN, M.; VENNARI, V.V.; PARRAS, A.M.; CATALDO, C.; GARBEROGLIO, R.; LUCI, L. (2011). Megainvertebrados del Cretácico y su importancia bioestratigráfica. En: H.A. LEANZA ET AL. (eds.), *Geología y recursos naturales de la provincia del Neuquén*. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, p. 465–488.
2. AGUIRRE-URRETA, B.; PRICE, G.D.; RUFFELL, A.H.; LAZO, D.G.; KALIN, R.M.; OGLE, N.; RAWSON, P.F. (2008). Southern Hemisphere Early Cretaceous (Valanginian-Early Barremian) Carbon and Oxygen isotope curves from the Neuquén Basin, Argentina. *Cretaceous Research*, 29: 87–99.
3. GÓMEZ-DACAL, A.R., GÓMEZ-PERAL, L.E., SPALLETI, L.A., SIAL, A.N., SICCARDI, A. Y POIRÉ, D.G. (2018). First record of the Valanginian positive carbon isotope anomaly in the Mendoza shelf, Neuquén Basin, Argentina: palaeoclimatic implications. *Andean Geology*, 45: 111–129.
4. HENDERSON, R.A.; PRICE, G.D. (2012). Paleoenvironment and paleoecology inferred from oxygen and carbon Isotopes of subtropical mollusks from the Late Cretaceous (Cenomanian) of Bathurst Island, Australia. *Palaaios*, 17: 617–626.
5. HOEFS, J. (2015). *Stable Isotope Geochemistry*, 7<sup>ª</sup> ed. Springer Verlag, Berlin, 389 pp.
6. KIRBY, M.X. (2000). Palaeoecological differences between Tertiary and Quaternary *Crassostrea* oysters, as revealed by stable isotope sclerochronology. *Palaaios*, 15: 132–141.
7. LAZO, D.G.; AGUIRRE-URRETA, M.B.; PRICE, G.D.; RAWSON, P.F.; RUFFELL, A.H.; OGLE, N. (2008). Palaeosalinity variations in the Early Cretaceous of the Neuquén Basin, Argentina: Evidence from oxygen isotopes and palaeoecological analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 260: 477–493.
8. LEANZA, H.A.; SATTLER, F.; MARTÍNEZ, R.S.; CARBONE, O. (2011). La Formación Vaca Muerta y equivalentes (Jurásico Tardío-Cretácico Temprano) en la Cuenca Neuquina. En: H.A. LEANZA ET AL. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, p. 113–130.
9. LEGARRETA, L.; GULISANO, C.A. (1989). Análisis estratigráfico de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior–Terciario Inferior). En: CHEBLI, G.A., SPALLETI, L.A. (eds.), *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, Serie Correlación Geológica, 6, Tucumán, p. 221–243.
10. LUKENEDER, A.; HARZHAUSER, M.; MÜLLEGGGER, S.; PILLER, W.E. (2010). Ontogeny and habitat change in Mesozoic cephalopods revealed by stable isotopes ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ). *Earth Planetary Science Letters*, 296: 103–114.

11. MORIYA, K. (2015). Isotopic signature of ammonoid shells. En: C. KLUG, ET AL. (eds.), *Ammonoid Paleobiology: from anatomy to ecology. Topics in Geobiology 43*. Springer, Netherlands, p. 3–24.
12. PRICE, G.D.; FÖZY, I.; PÁLFY, J. (2016). Carbon cycle history through the Jurassic–Cretaceous boundary: A new global  $\delta^{13}\text{C}$  stack, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (2016), doi: 10.1016/j.palaeo.2016.03.016.
13. RICCARDI, A.C.; DAMBORENEA, S.E.; MANCEÑIDO, M.O.; LEANZA, H.A. (2011). Megainvertebrados jurásicos y su importancia geobiológica, En: H.A. LEANZA ET AL. (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén*. Asociación Geológica Argentina, Relatorio, p. 441–464.
14. UREY, H.C.; LOWENSTAM, H.A.; EPSTEIN, S.; MCKINNEY, C.R. (1951). Measurements of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark, and southeastern United States. *Geological Society American Bulletin*, 62: 399–416.