

# Significado ambiental de isótopos de oxígeno en el molusco bivalvo *Protothaca grata* de sitios arqueológicos del noreste de Baja California

Miguel A. Téllez Duarte y Guillermo Ávila Serrano  
Universidad Autónoma de Baja California

Karl W. Flessa  
University of Arizona, Tucson

## Introducción

El rasgo arqueológico más común en las costas de la península de Baja California son los concheros, caracterizados por densas acumulaciones de conchas de moluscos desechadas por su colecta en las zonas costeras, y que en algunos casos se pueden localizar hacia las tierras interiores. No obstante su abundancia, es poco lo que se conoce de su significado cultural. Entre la variada información que puede obtenerse de las conchas de moluscos, están los aspectos ecológicos del ambiente en que habitaron los indígenas, lo cual complementa la información proporcionada por los objetos culturales asociados. Las conchas de moluscos, además, indican el ambiente marino del que provienen por las preferencias ecológicas de los organismos. La composición isotópica de las conchas es una herramienta muy útil en arqueología para la reconstrucción de la variabilidad de las condiciones ambientales imperantes durante la ocupación humana de zonas costeras, tales como la estacionalidad en la colecta de los moluscos, la temperatura ambiental y su variabilidad, así como la mezcla con aguas provenientes del continente (Flessa et al. 1997).

El Valle de Mexicali y zonas aledañas han dependido desde tiempos prehistóricos, de los flujos del Río Colorado para el asentamiento de grupos humanos. A su vez, la influencia del río en su delta ha sido muy importante para modelar -- en toda el área de influencia de las aguas diluidas -- la presencia y abundancia de moluscos, algunos de los cuales fueron utilizados como alimento por los grupos indígenas habitantes de las zonas costeras, como es el caso de los bivalvos *Chione* spp. y *Protothaca* spp. En este trabajo se presentan algunos resultados de análisis isotópicos y fechados por radiocarbono en conchas de *Protothaca grata*, de un conchero, actualmente destruido, localizado en San Felipe, y otro más al sur, en Campo Cristina, con el fin de determinar si la variabilidad de la composición isotópica refleja la influencia de las aguas del río Colorado; asimismo, se discute el uso de este método en estudios arqueológicos para reconstrucciones ambientales.

## Base teórica del uso y significado de los isótopos de oxígeno

El agua de mar se compone isotópicamente de dos tipos de oxígeno, principalmente: el  $^{18}\text{O}$  y el  $^{16}\text{O}$ . La abundancia de ambos en el agua de mar, varía en función de la temperatura:

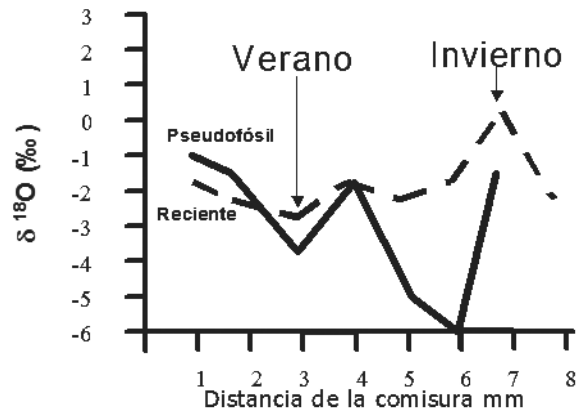


Figura 1. Variación en la composición isotópica de la concha de *Chione fluctigraga* en un ejemplar reciente, en condiciones de ausencia de agua dulce, y un pseudofósil de *Mulinia coloradoensis*, cuando no existía el control de las aguas del Río Colorado. Datos según Rodríguez et al. 2001.

A mayor temperatura se evapora preferentemente agua de mar isotópicamente más ligera (moléculas con <sup>16</sup>O), enriqueciéndose el agua restante del isótopo más pesado (<sup>18</sup>O). Así, la razón de <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O, expresada como δ<sup>18</sup>O, en el agua se toma como un índice cuyos valores varían en función de la temperatura con respecto a un equilibrio de 0 partes por mil (ppm). Puesto que los moluscos construyen sus conchas de carbonato de calcio tomando el oxígeno de las aguas circundantes, sus conchas poseen una composición isotópica que refleja la del agua donde viven, y como ésta, cambia en función de la temperatura. Una excepción a esta regla es cuando existe aporte de agua dulce por descargas de ríos, pues la composición isotópica del agua de origen fluvial es más ligera que la del agua de mar, por derivar de líquido que ha pasado por varios ciclos de evaporación, condensación y precipitación. Esto significa que a mayor latitud el agua es isotópicamente más ligera. Con base en esto, el agua que arriba por el Río Colorado es isotópicamente más ligera que el agua de mar en la que descarga, y por tanto las conchas de moluscos deben presentar una señal isotópica adicional a la temperatura. En la Figura 1 se muestra cómo varía la composición isotópica de una concha de *Chione* sp. a lo largo de un ciclo anual en el delta del Colorado, ante la ausencia de descargas de agua dulce, notándose que los valores no son menores a -3 ppm (de hecho, -2.48; Rodríguez et al. 2001), siendo en este caso la variación isotópica debida exclusivamente a los cambios de temperatura. Esta composición contrasta al compararla con los valores de hasta alrededor de -6 ppm obtenidos de una concha pseudofósil de *Mulinia coloradoensis*, proveniente de depósitos de conchas antiguas en la misma área, originados cuando el Río Colorado fluía libremente hasta su delta por no existir presas. Lo anterior implica que valores mayores a -2.5 ppm son los debidos a la variación por temperatura, y menores a la presencia de agua dulce isotópicamente más ligera.

### Área de estudio y metodología

En este estudio se analizaron dos conchas de *Prothothaca grata* colectadas superficialmente en los restos de un conchero localizado en San Felipe, y una de la misma especie proveniente de Campo Cristina (Figura 2). En ambos sitios se fecharon conchas de *Prothothaca grata* por radiocarbono, y sólo en el caso de San Felipe un fragmento de carbón. En las conchas se hicieron muestreos a lo largo de las líneas de crecimiento de la concha del umbo a la comisura (Figura 3) y se analizó su composición isotópica en el laboratorio de isótopos de la

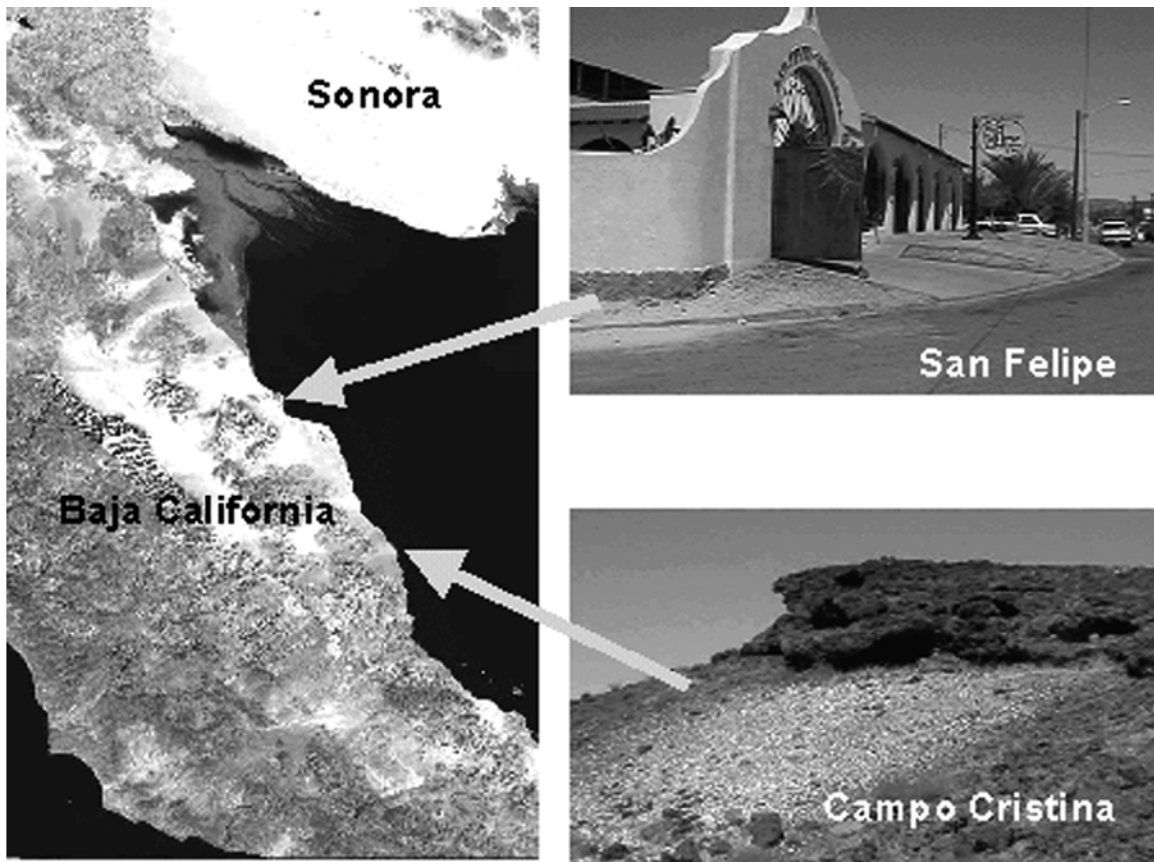


Figura 2. Área de estudio. Del conchero de San Felipe sólo quedan algunos fragmentos en los cimientos del edificio. El de Campo Cristina se encuentra inalterado.

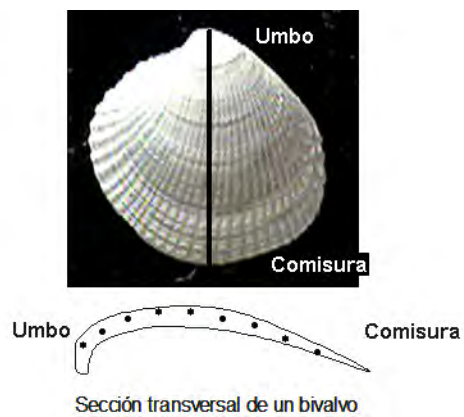


Figura 3. Concha de *Protothaca grata* y sección transversal de la concha ilustrando la forma como se muestrea la concha para los análisis isotópicos.

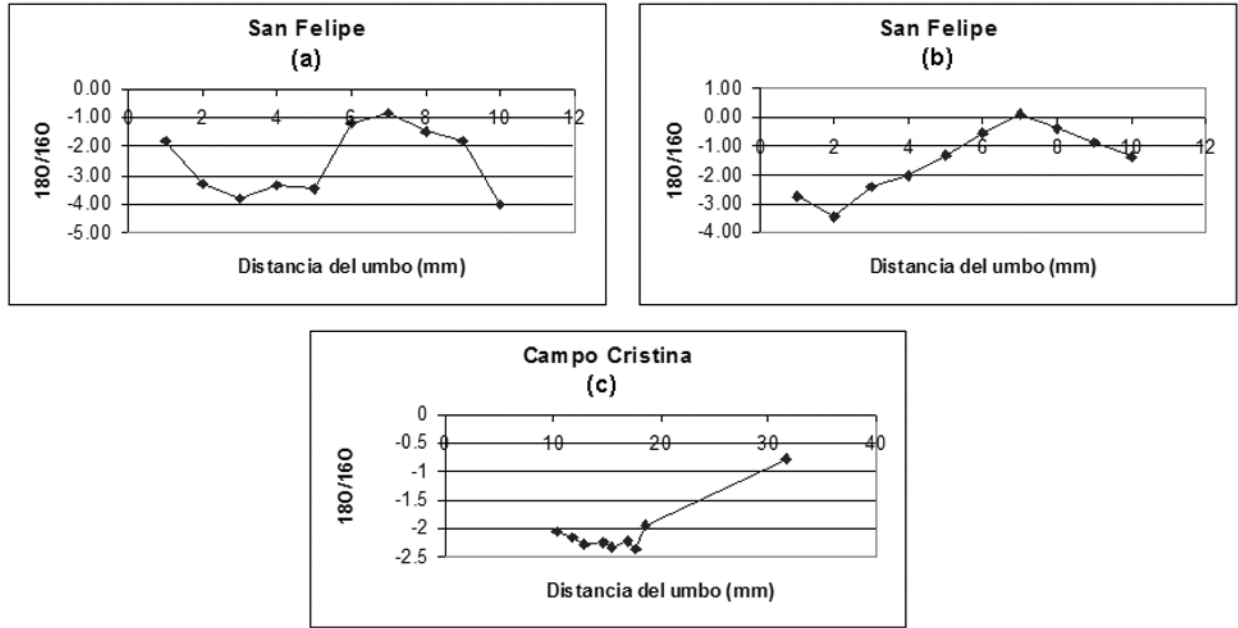


Figura 4. Análisis isotópicos en conchas de *Protothaca grata* provenientes de San Felipe (a, b) y Campo Cristina (c). Sólo en San Felipe se puede apreciar una influencia de agua dulce.

University of Arizona en Tucson (Estados Unidos).

## Resultados y discusión

Una concha y un fragmento de carbón del conchero de San Felipe fueron fechados por radiocarbono en  $1025 \pm 90$  y  $1220 \pm 50$  años a.P., respectivamente. En Campo Cristina una concha rindió una edad de  $1269 \pm 45$  años a.P. Puesto que los errores analíticos se traslapan en el caso del carbón de San Felipe y la concha de Campo Cristina, y es bastante próximo al de la concha de San Felipe, ambos sitios arqueológicos aparentemente fueron ocupados durante una misma época. En el conchero de San Felipe, los análisis isotópicos efectuados en dos de las conchas muestran la típica variación esperada por el cambio de temperatura durante un ciclo anual (Figura 4a, b). Sin embargo, los valores mínimos se encuentran entre  $-3.44$  y  $-3.99$  ppm, que indican la influencia de agua dulce proveniente del Río Colorado. En el caso del conchero de Campo Cristina, localizado aproximadamente 65 km más al sur, el valor mínimo fue de  $-2.37$  ppm (Figura 4c), lo cual indica que no existe influencia de agua dulce y que la variación isotópica es debida exclusivamente a la temperatura. Aunque no existen estudios previos sobre el efecto vital de la fijación del oxígeno en el carbonato de calcio en la concha de *P. grata*, tomando como modelo la variación isotópica por influencia de temperatura y la presencia de descargas de agua del Río Colorado en *Chione* y *Mulinia coloradoensis*, el comportamiento es muy similar a la reportada por Rodríguez et al. (2001).

Con base en lo anterior y dada la abundancia de concheros tanto en la costa del Pacífico como en el golfo de California, los análisis isotópicos en conchas de moluscos proveen una herramienta adicional para establecer gradientes y condiciones ambientales, además de establecer la temporalidad en la cosecha de moluscos. Sin embargo, en este estudio no se pudo hacer esto último por el tamaño de muestra tan pequeño.

En el caso del Valle de Mexicali, existen numerosos vestigios arqueológicos en la zona de



Figura 5. Borde del antiguo Lago Cahuilla en la Mesa de Andrade. En la superficie de la mesa arenosa son comunes los vestigios arqueológicos.

la Mesa de Andrade, en lo que fue la antigua ribera del Lago Cahuilla (Figura 5). Aunque no existen concheros, son comunes los fragmentos de conchas (Figura 6), las cuales potencialmente pueden proporcionar información de los sitios de colecta y su proximidad al Río Colorado por las señales isotópicas. En estos sitios arqueológicos la cerámica es abundante (Figura 7); en cambio, en San Felipe y Campo Cristina no se observó ninguna evidencia en superficie, lo cual parece indicar que pertenecen a grupos distintos. Lo anterior hace ver la necesidad de realizar más investigación en las culturas del desierto, sobre todo en zonas donde el crecimiento urbano se ha convertido en una seria amenaza (como la ciudad de Mexicali y su valle), además de la proliferación de vehículos fuera de camino con acceso irrestricto a las zonas desérticas donde se localizan vestigios arqueológicos.

## Bibliografía

- Flessa, Karl W., Donna Surge, David L. Dettman, Miguel A. Téllez Duarte, Glenn A. Goodfriend y James C. Zachos  
1997 “Los isótopos de oxígeno en bivalvos marinos pueden ser utilizados para estimar la afluencia de agua del río Colorado a su delta”, (resumen) *Memorias de la IV Reunión sobre Geología de la Península de Baja California*, Universidad Autónoma de Baja California, Sociedad Geológica Peninsular.
- Rodríguez, Carlie A., Karl W. Flessa, Miguel A. Téllez Duarte, David L. Dettman y Guillermo A. Ávila Serrano  
2001 “Macrofaunal and isotopic estimates of the former extent of the Colorado River estuary, upper Gulf of California, Mexico”. *Journal of Arid Environments*, 49:183-193.





Figura 6. La flecha señala un fragmento de concha de molusco en la superficie de la Mesa de Andrade.



Figura 7. Los fragmentos de cerámica son comunes en la superficie arenosa de la Mesa de Andrade.