

TAFONOMÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE LA PALEOBIOTA ESTUARINA EN LOS CERROS BARBUDAL (COSTA RICA) SEPULTADA POR VULCANISMO NEÓGENO

Teresita Aguilar^{1*} & Guillermo E. Alvarado²

1) Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica,
Apdo. 214-2060, Costa Rica,

* Autora para correspondencia: aaguilar@geologia.ucr.ac.cr

2) Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica,
Instituto Costarricense de Electricidad, Apdo. 10032-1000, San José, Costa Rica

(Recibido 31/07/03; aceptado 26/12/03)

ABSTRACT: A marine taphocoenosis constituted by brachiopods and mollusks (bivalves and gastropods) was found interbedded in a Neogene volcanoclastic sequence (ignimbrites and tuffites from Bagaces Formation). It is remarkable the finding of the first fossils of inarticulate brachiopods in Central America: *Glottidia* sp. These remains are well preserved because their calcium phosphate skeleton, while those from the mollusks, composed by calcium carbonate, are only preserved as internal casts. The fossils are now located just 10 m a.s.l., in spite of their age of several million years. This may be due to a complex equilibrium between the region's subsidence and uplifting history.

Keywords: Cerros Barbudal, Neogene volcanism, paleobiota, *Glottidia* sp., taphonomy, estuarine sedimentology.

RESUMEN: Intercalada dentro de una secuencia volcánico-clástica del Neógeno (ignimbritas y tobitas de la Formación Bagaces), se encontró una tafocenosis marina constituida por braquiópodos y moluscos (bivalvos y gasterópodos), en la que sobresale el hallazgo de los primeros braquiópodos inarticulados fósiles en América Central: *Glottidia* sp. Estos restos se encuentran bien preservados por poseer un esqueleto de fosfato de calcio, mientras que los moluscos de carbonato de calcio, se preservan solo como moldes internos. Los fósiles se ubican actualmente a sólo 10 m s.n.m. a pesar de tener varios millones de años, lo cual puede deberse a un complejo equilibrio entre subsidencia y levantamiento de la región.

Palabras clave: Cerros Barbudal, vulcanismo Neógeno, paleobiota, *Glottidia* sp., tafonomía, sedimentología estuarina.

INTRODUCCIÓN

Resulta bien conocido que los eventos volcánicos pueden ayudar a preservar las condiciones ambientales, topográficas e incluso culturales, fosilizando y conservando sus interrelaciones en un período de tiempo que geológicamente es casi instantáneo (Lockley & Rice, 1990;

Crumpler & Lucas, 2001). En una secuencia volcánico-clástica ubicada al pie de los Cerros Barbudal (Canal Barbudal, Fig. 1), se encontraron restos fósiles bien preservados de braquiópodos inarticulados. Este hallazgo es importante porque es la primera vez que se reportan en Costa Rica y en la región centroamericana, representantes fósiles de este grupo taxonómico.

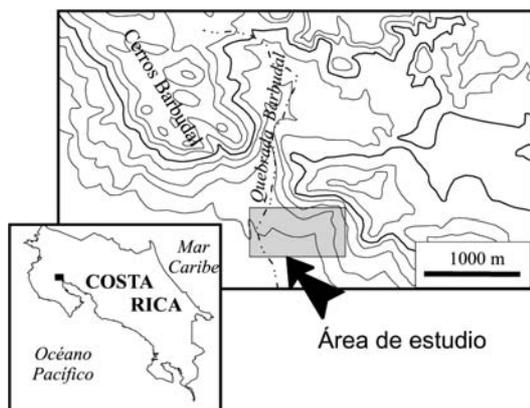


Fig. 1: Mapa de ubicación.

Además, documentan la existencia de eventos asociados con cambios en el nivel del mar, que permitieron el establecimiento de condiciones aptas para la instalación y crecimiento de organismos marinos y su posterior sepultamiento por un fenómeno de corta duración (evento volcánico catastrófico), lo cual determinó el destino final de la comunidad biótica.

Metodología

Se levantaron columnas estratigráficas locales y compuestas en el Canal Barbudal y se recolectaron muestras con restos fosilíferos, en las coordenadas N10°26'48" y W85° 21'14" (Lambert Costa Rica Norte 269,790 N – 388,270 E), de la hoja topográfica Tempisque (Fig. 1). La construcción de los canales de riego del Tempisque favorecieron la exposición de la secuencia y la recuperación visible del ecosistema fósil, pero la habilitación y funcionamiento (el correr de sus aguas con cocodrilos casuales), impide por el momento un mejor detalle. Las muestras se analizaron detalladamente con el fin de reconocer los organismos. Se tomaron fotografías y radiografías de algunos ejemplares para observar las estructuras externas e internas que permitieran la identificación.

MARCO GEOLÓGICO

El nivel donde se encontraron los restos analizados corresponde con la Formación Bagaces, constituida por tobas de flujo (ignimbritas soldadas y no soldadas), tobetas, lavas intercaladas, y casuales sedimentos fluviales y parálicos. Su edad, con base en correlaciones locales, es del Mioceno Superior Tardío - Plioceno Inferior (Alvarado *et al.*, 1992). En la columna estratigráfica local (Fig. 2) se encuentra una secuencia de tobas soldadas sobreyacida por depósitos marinos, principalmente areniscas gris-azuladas y limolitas amarillentas. Los braquiópodos se encontraron en un nivel de areniscas volcánicas de medias a finas con pequeños lentes de lutitas y niveles con laminación por ondulitas, con un espesor aproximado de 12 m. Se presentan asociados con moluscos, bivalvos y gasterópodos, fragmentados y conservados sin concha. El conjunto de la fauna indica claramente un origen marino somero para estos sedimentos, que recibieron un fuerte aporte de cenizas volcánicas, quizás coignimbríticas, ya sea en forma directa (aérea o como oleadas), y/o retrabajadas por acción fluvial. La secuencia mostrada en la Fig. 2 está sobreyacida por ignimbritas y coladas de lava.

SISTEMÁTICA

Phylum Brachiopoda

Phylum Brachiopoda Duméril, 1806
 Clase Inarticulada Huxley, 1869
 Orden Lingulida Waagen, 1885
 Familia Lingulidae Menke, 1828
 Género *Glottidia* Dall, 1870
Glottidia sp. (Fig. 3)

Material

Se recuperaron dos valvas con regular conservación, porque no presentan los márgenes bien definidos, posiblemente por desgaste. Además, faltan algunas partes de la concha, debido a la desintegración mecánica durante el corto transporte. Las muestras contienen también muchos fragmentos apicales y anteriores

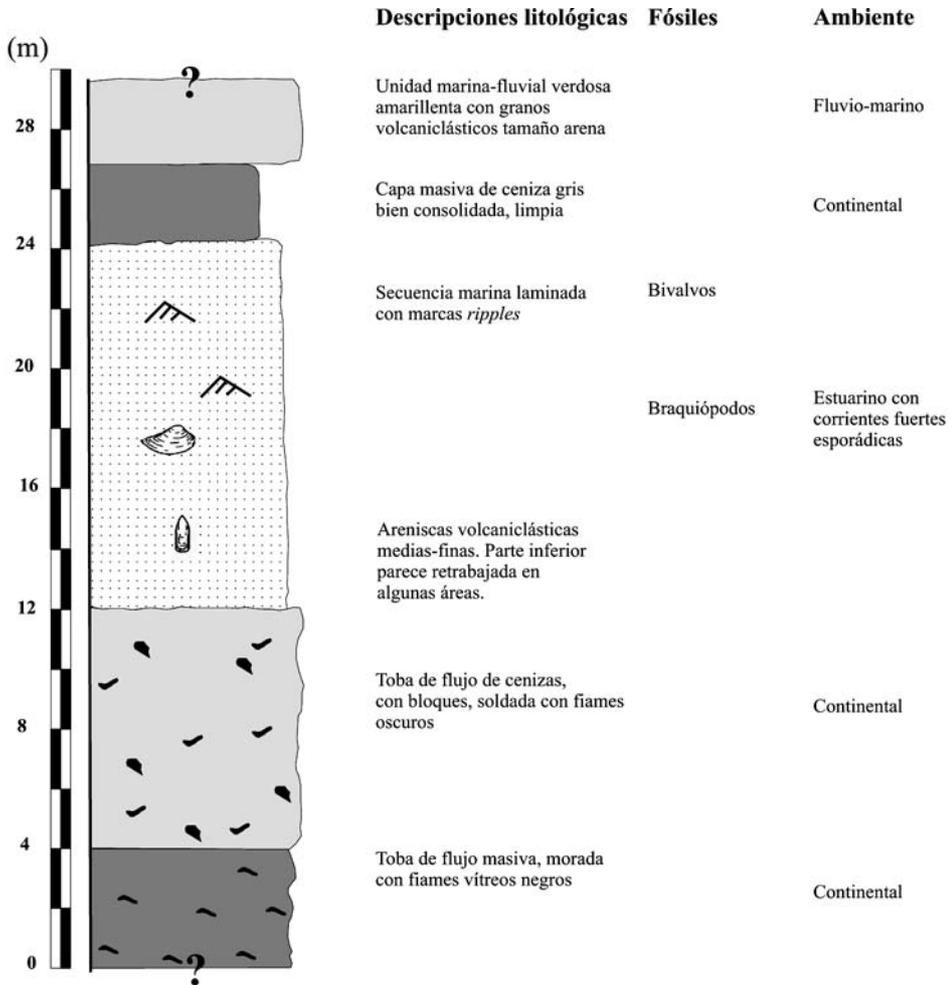


Fig. 2: Sección estratigráfica compuesta.

de diverso tamaño, uno con perforación letal, posiblemente debida a un gasterópodo, aunque sólo se encuentran moldes internos y no es posible determinarlos. Las valvas se presentan en la superficie, removidas de sus cavidades o lugares de vida. El hallazgo es importante porque los lingúlidos tienen un potencial de fosilización muy bajo, por lo cual deben de haber sido sepultados en un evento de muy corta duración.

Descripción

Concha delgada, alargada y ovalada, contorno en forma de espátula, márgenes laterales paralelos, margen anterior subredondeado (Fig. 3a). La escultura externa está solamente compuesta por finas estrías de crecimiento, más visibles hacia el borde posterior.

La región umbonal es algo prominente en la valva más grande (ventral). En el ejemplar más

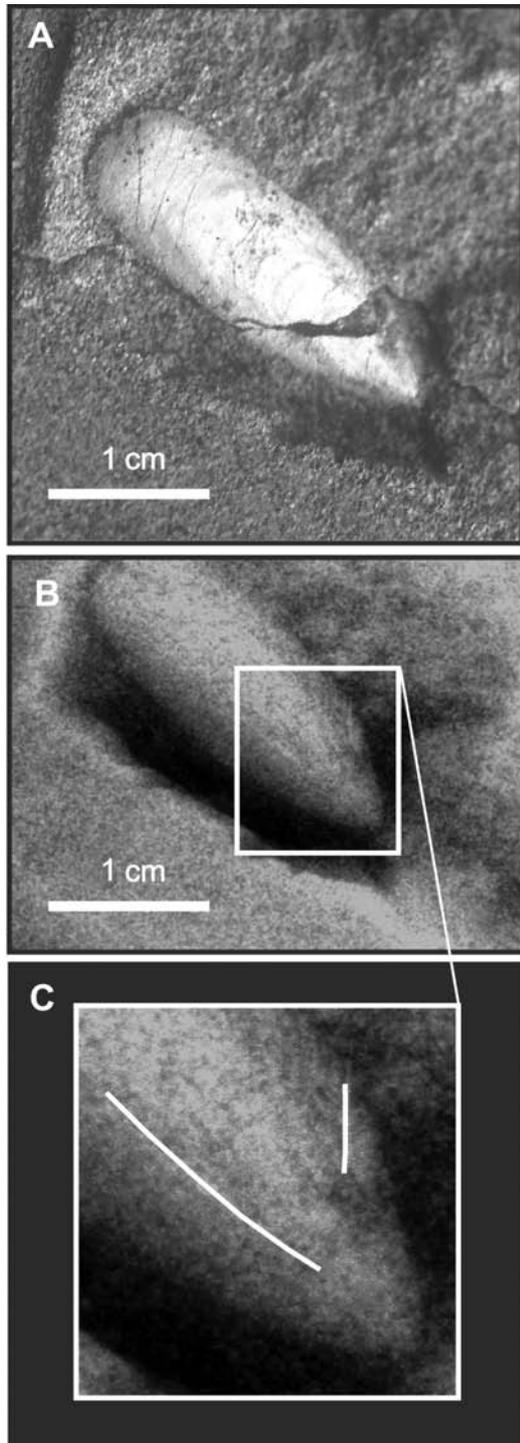


Fig. 3: *Glottidia* sp.: a) Valva ventral. b) Ampliación de la parte umbonal de la valva ventral, donde se notan los tabiques internos. c) Radiografía donde se observan los tabiques internos de la valva ventral.

pequeño (valva dorsal) es más redondeado, con umbones pequeños y puntiagudos. Internamente, una de las valvas (ventral) presenta tabiques apenas visibles en una radiografía (Fig. 3b, c).

Dimensiones

Una de las valvas recuperadas tiene una longitud de 23 mm, un ancho de 9 mm, y una relación ancho/longitud (w/l) de 0,39. La otra, en su mismo orden: 12,2 mm; 5,5 mm y 0,45 mm.

Phylum Mollusca

Moldes internos de diferentes especies de bivalvos, entre ellos: Tres ejemplares de *Anadara* (*Anadara*); las cuales son componentes muy abundantes en manglares. *Arca* sp.; *Tivela* sp., común en playas y barras arenosas. Además, algunos moldes internos de gasterópodos indeterminados.

TAFONOMÍA

Por ser los braquiópodos un grupo con muy escasa representación en el registro sedimentario de Costa Rica, tanto fósil como reciente, consideramos importante hacer una comparación entre las condiciones ecológicas que permiten actualmente el establecimiento de estos organismos y las condiciones en que se desarrollaron los representantes fósiles. Esto nos permite conocer mejor los ambientes que predominaron en la localidad del hallazgo.

Los ejemplares actuales se encuentran en las planicies mareales del Golfo de Nicoya, en poblaciones de relativamente baja densidad. Por ser un estuario, los organismos deben de soportar condiciones de baja salinidad, principalmente durante la época lluviosa. La fauna asociada está compuesta principalmente de sedimentívoros y algunos gasterópodos depredadores (Emig & Vargas, 1990). Este ambiente no permite el asentamiento de suspensívoros, por lo que las glottidias, filtradoras, sobrevivieron en las aguas turbias por encima de los sedimentos. Esto es favorecido por las diferencias de filtración con los bivalvos, más susceptibles a la oclusión de sus

branquias que los lofóforos (Emig & Vargas, 1990).

Las glottidias fósiles se encuentran con las valvas separadas y algo fragmentadas, acumuladas principalmente en un horizonte, dispuestas paralelamente a la superficie de estratificación. No presentan señales de abrasión fuertes, pero sí de disolución parcial de algunas partes de la concha.

A pesar de que los sedimentos en la localidad de Barbudal que contienen los restos de *Glottidia* son muy gruesos, con una gran cantidad de componentes volcanoclásticos y de tener estos organismos una concha muy delgada, se pudieron preservar, lo que no ocurrió en el caso de los moluscos que sólo se conservan como moldes internos. Esto se debe a que las valvas de los braquiópodos están compuestas de fosfato de calcio que es 10^{20} veces más insoluble que el carbonato de calcio que forma la concha de los moluscos, en condiciones naturales (Krauskopt, 1979).

Las formas fósiles constituyen un depósito parautóctono, compuesto por los braquiópodos inarticulados y moldes internos de moluscos, principalmente bivalvos sedimentívoros. Entre ellos se encuentran: *A. (Anadara)* sp., *Arca* sp., *Tivela* sp. y fragmentos de moldes internos de gasterópodos.

PALEOECOLOGÍA

En lo que concierne al ambiente de deposición, el conjunto de la fauna estudiada no es determinante. Sin embargo, la preservación del material en forma de valvas en su mayoría desarticuladas (tanto las de bivalvos como las de los braquiópodos), la presencia de abundantes fragmentos de conchas y el tipo de sustrato (arenas medias muy volcanoclásticas), indica que se trata de un sepultamiento fuera del lugar de vida de los organismos.

La preservación de conchas tan delicadas como las de *Glottidia*, permite inferir un sepultamiento rápido, y relativamente cercano al lugar de vida de los braquiópodos. Se deduce que vivieron en un ambiente estuarino, cercano al lugar de depósito final, ya que el material no presenta marcas de un transporte prolongado. Esto puede

ser reforzado por la baja diversidad y la ausencia de especies estenohalinas, las cuales no podrían tolerar ninguna variación de la salinidad (Brenchley & Harper, 1998).

En cuanto al sustrato, son vulcarenitas de medias a finas, de inmaduras hasta bien seleccionadas, la fracción media muy volcanoclástica, con partes más finas hasta limosas. Esto permite suponer que era un sustrato inestable, con algún grado de turbidez, producto de la resuspensión de los finos. En este contexto, los braquiópodos como suspensívoros se encuentran principalmente en arenas bien seleccionadas y limpias, sin embargo, en la parte con más turbidez, posiblemente sobrevivieron en la parte superior de los sedimentos (Emig & Vargas, 1990).

Referente a la profundidad, crecieron en un ambiente muy somero, cercano a la costa, con mucho estrés ecológico, debido a la exposición intermitente a la desecación durante la marea baja, lo cual los hace muy vulnerables al desenterramiento y a la depredación. Además, los cambios de salinidad pudieron ser un factor importante, que condicionó el desarrollo de la comunidad. Las diferencias texturales podrían indicar la presencia de eventuales corrientes fuertes que aportaran materiales más gruesos al sistema. Estos factores pueden caracterizar bien un ambiente estuarino, posiblemente relacionado con un aumento del nivel del mar, de corta duración, con algunas corrientes fuertes que incurrieran esporádicamente, posiblemente por mareas más fuertes, formando a veces ripples y depósitos con estructuras internas como laminación inclinada. Simultáneamente, ocurrían erupciones fuertes, que generaban los materiales que se retrabajaban en las cuencas.

CONSIDERACIONES FINALES

Los hallazgos fósiles se ubican aproximadamente a 10 m s.n.m., una elevación mínima con respecto al nivel actual del mar, a pesar de tener con toda seguridad más de 2 Ma, y con probabilidad entre 4 y 6 Ma. Independientemente de la existencia de una falla inversa al pie de los cerros Barbudal, o del basculamiento de los

cerros o el levantamiento generalizado de la península de Nicoya y sus alrededores, se requiere de un delicado equilibrio entre los levantamientos y la subsidencia de la región. Por ello, se necesitan más investigaciones para determinar los procesos geológicos que ocurrieron no solo en esta localidad, sino en aquellas que sedimentológica, paleontológica y cronológicamente parecen estar asociadas (p.ej.: afloramientos en Montezuma y las bahías Nancite y Culebra).

AGRADECIMIENTOS

Dave Szymanski brindó información estratigráfica confeccionada en conjunto con G.E. Alvarado. J. Vargas observó las muestras y confirmó la determinación. G.J. Soto proporcionó apreciaciones adicionales en el trabajo de campo. G. Cárdenes elaboró las figuras finales. A. Escalante B. realizó las radiografías, M. Bravo ayudó con los datos químicos.

REFERENCIAS

- ALVARADO, G., KUSSMAUL, S., CHIESA, S., GILLOT, P.-Y., APPEL, H., WÖRNER, G. & RUNDLE, C., 1992: Resumen cronoestratigráfico de las rocas ígneas de Costa Rica basado en dataciones radiométricas. - *J. South Amer. Earth Sci.* 6(3): 151-168.
- BRENCHLEY P. & HARPER, D. 1998: *Palaeoecology: Ecosystems, environments and evolution.* - 402 págs. Chapman & May, London.
- CRUMPLER, L.S. & LUCAS, S. G. (eds.). 2001: *Volcanology in New Mexico.*- *Bull. New Mexico Mus. of Nat. Hist. and Sci.* 18: 1-150
- EMIG, C. & VARGAS, J. 1990: *Glottidia audebarti* (Broderip), (Brachiopoda, Lingulidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. - *Rev. Biol. Trop.* 38(2A): 251-258.
- KRAUSKOPT, K.B. 1979: *Introduction to Geochemistry.* - 617 págs. Mc Graw Hill, New York.
- LOCKLEY, M.G. & RICE, A. (eds.). 1990: *Volcanism and fossil biotas.* - *US Geol. Surv. Spec. Paper* 244, 125 págs.