



FORAMINIFEROS DEL AREA DE CALDERA (26°45'-28°S) Y SU UTILIZACION COMO INDICADORES CRONOESTRATIGRAFICOS DEL NEOGENO

Marchant, M.¹, Marquardt, C.², Blanco, N.² y Godoy, E.²

INTRODUCCION

El levantamiento geológico de detalle efectuado en la zona costera de Atacama (26°45'-28°S), como parte de las Hojas Caldera y Castilla-Totoral Bajo (1:100.000) del SERNAGEOMIN, ha permitido reconocer una gran diversidad de depósitos marino litorales, que abarcan desde el Neógeno al Cuaternario. En los depósitos más antiguos (Formación Bahía Inglesa= FBI) se han efectuado diversos trabajos que dan cuenta de una variada y rica fauna, donde se establecen distintas edades que la sitúan dentro del Neógeno, no permitiéndola, hasta ahora, determinar un rango de edad más preciso.

En el presente trabajo se da a conocer los primeros estudios foraminiferológicos en afloramientos de la FBI. El estudio de más de una veintena de localidades con foraminíferos permitió precisar su edad neógena, determinando un intervalo mioceno medio-plioceno inferior.

ANTECEDENTES GEOLOGICOS

La FBI (1,2) aflora en la costa de la región de Atacama entre la localidad de Obispito (~26°45'S) y la desembocadura de la quebrada Agua de los Burros (~28°S) (Fig. 1). Está constituida por litofacies de fangolitas, arenas y, en menor proporción diatomitas, fosforitas, coquinas, conglomerados y brechas (3). Esta unidad está depositada directamente sobre granitoides del Jurásico Inferior, y subyace, en discordancia de erosión, a depósitos litorales cuaternarios (Estratos de Caldera). Lateralmente engrana con conglomerados fluviales del río Copiapó (Gravas del Copiapó, 4).

La FBI es rica en material micro- y macropaleontológico asociado a un ambiente marino de plataforma continental. Trabajos preliminares realizados en micro y macrofauna (5), propusieron una edad pliocena para esta formación. Posteriormente, Varela (*In* 1), consideró que los dientes de seláqueos encontrados en esta formación podrían corresponder a especies que se asignan al Mioceno.

En el marco de este estudio, se realizaron diversos trabajos destinados a obtener antecedentes cronoestratigráficos de mayor detalle para la FBI. Estos son:

- clasificación de diatomeas recolectadas en los niveles superiores de la formación en el sector del Morro Copiapó, los que indican una edad Mioceno Superior-Plioceno Inferior (4 a 6 Ma) Barron (*In* 2).
- clasificación de moluscos que, por el momento, sólo se pueden atribuir al Neógeno, en un sentido amplio, aunque algunas especies se podrían atribuir al Mioceno y Plioceno (6).

MATERIALES Y METODOS

Durante el trabajo de campo se recorrió la zona costera por aproximadamente 140 km entre Quebrada Obispito (~26°45'S) por el norte hasta Quebrada Agua de los Burros (~28°S) por el Sur (Fig. 1). De un total de 27 localidades se obtuvo un total de 61 muestras. Estas se disgregaron y los ejemplares extraídos, montados en portaforaminíferos, fueron identificados según literatura de referencia.

Los sedimentos en los que se encontraron foraminíferos están constituidos por una variedad de litofacies semiconsolidadas de fangolitas arcillosas y biosilíceas, arenas terrigenoclasticas finas a gruesas, grauwacas de arena fina y matriz limosa, y coquinas con matriz arenosa bioclastica a terrigenoclastica.

¹ Departamento de Zoología, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

² Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Sta. María 0104, Providencia-Santiago, Chile.

RESULTADOS Y DISCUSION

De las 61 muestras, 42, provenientes de 18 localidades, presentaron foraminíferos. 12 no entregaron material suficiente para determinar su edad debido a la ausencia de especies indicadoras.

El análisis foraminiferológico permitió reconocer la presencia de 41 especies bentónicas y 8 planctónicas. Las primeras se distribuyen en 28 géneros y 22 familias, y las segundas se agrupan en 6 géneros y 3 familias. Las especies planctónicas (Fig. 2a-h) se presentan en la Tabla 1 junto con su rango bioestratigráfico propuesto para esta región (7).

Globigerina bulloides d'Orbigny (Fig. 2f) ocurre cerca de la base de la formación en diatomitas de Quebrada Blanca y conglomerados finos de Quebrada Tiburón. En ambas localidades subyace a una asociación con *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg) (Fig. 2c), lo que permite asignar la base de la secuencia a la Zona N9 (16 Ma), Mioceno Medio, y su parte central a la Zona N16, Mioceno Superior.

Por otra parte, la presencia de *Globigerinella calida* (Parker) (Fig. 2g), tanto en conglomerados gruesos del techo de la secuencia, situados en la salida norte de Caldera (corte en la Carretera Panamericana), como en la base de conglomerados ubicados por debajo de nivel de nódulos de fosfato, localizados directamente al este de la Mina de Fosfato en Bahía Inglesa, permite asignar el techo de la secuencia a la Zona N19 (4,8 Ma), Plioceno Inferior. Del mismo modo, *Globorotalia crassaformis* (Galloway y Wissler) (Fig. 1), contenida tanto en arenas gruesas del techo de la sección en la desembocadura del río Copiapó como en las arenas gruesas intermedias de quebrada Agua de los Burros, confirma la presencia de dicha zona en los niveles medios a altos de la formación en esas localidades.

La asociación de foraminíferos presente en la FBI indica que el sistema oceanográfico durante el Cenozoico Superior estuvo dominado por aguas subpolares, similares a las actuales. Se reconocen sin embargo, eventos oceanográficos relacionados con la presencia de aguas subtropicales.

Un evento de aguas cálidas está indicado por la presencia, en capas atribuidas al Mioceno Medio (según determinaciones micropaleontológicas), de moluscos propios de aguas cálidas (8). *G. Bulloides*, presente en este nivel, es una especie común en aguas templado frías a templado cálidas, con temperaturas entre 9 y 11°C (9) y es además, indicadora de condiciones de surgencia (10).

Durante el Mioceno Superior inferior (~10 Ma), sin embargo, habría comenzado un enfriamiento producto de la abertura del Paso Drake y el establecimiento de la Corriente Circumpolar Antártica (11), hecho que puede evidenciarse en este trabajo, por la presencia de *N. pachyderma* con su forma sinistral. Posteriormente, en el Mioceno Superior habría existido un episodio cálido propuesto a los 6 Ma (12), el que puede corroborarse con la presencia de *Globorotalia menardii* (Parker, Jones y Brady), especie de aguas tropicales a subtropicales (13).

La presencia de foraminíferos subpolares a subtropicales del Pleistoceno Inferior, podrían coincidir en parte con la "provincia templada" propuesta entre los 3-2 Ma (9) o antes de los 3 Ma (12). Especies indicadoras son: *G. calida* es una especie subtropical (14) y *G. crassaformis* es una especie de aguas cálidas, templadas a subtropicales (13).

Otros estudios han reconocido dos secuencias transgresivas independientes (Aloformaciones) en el registro sedimentario marino del Neógeno de Chile y Perú, que abarcarían el tope del Mioceno Temprano hasta la base del Mioceno Superior (19-10 Ma) y el Plioceno Superior (3,5-1,6 Ma) (15). Sobre la base de tanto los resultados foraminiferológicos aquí presentados, como de las dataciones K-Ar de cenizas intercaladas en la FBI, de los estudios de diatomitas y relaciones de contacto con otras unidades (3), proponemos, en cambio, que este no es el caso para la Formación Bahía Inglesa, la que registraría sedimentación continua entre el Mioceno Medio y el Plioceno Inferior (16-4,8 Ma).

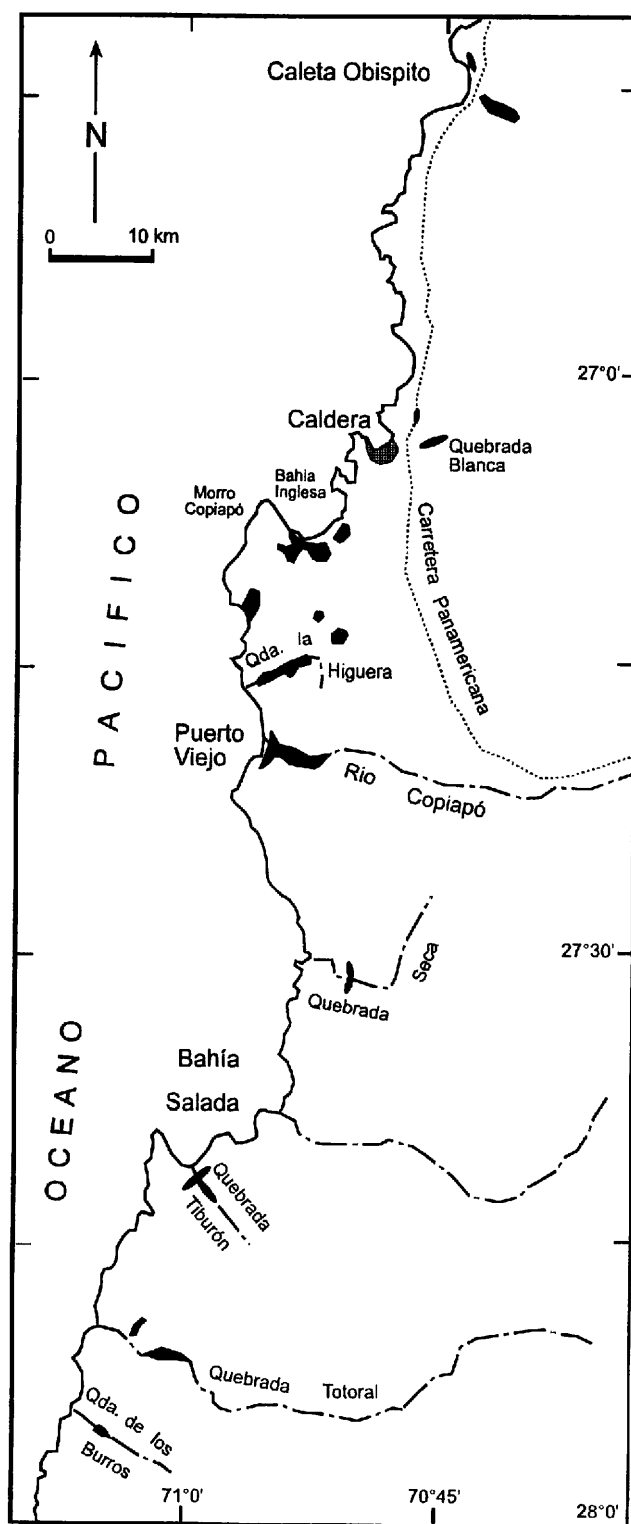


Fig. 1. Area de Estudio y distribución de la Formación Bahía Inglesa, desde Quebrada Obispito (~26°45'S) hasta Quebrada Agua de los Burros (~28°S).

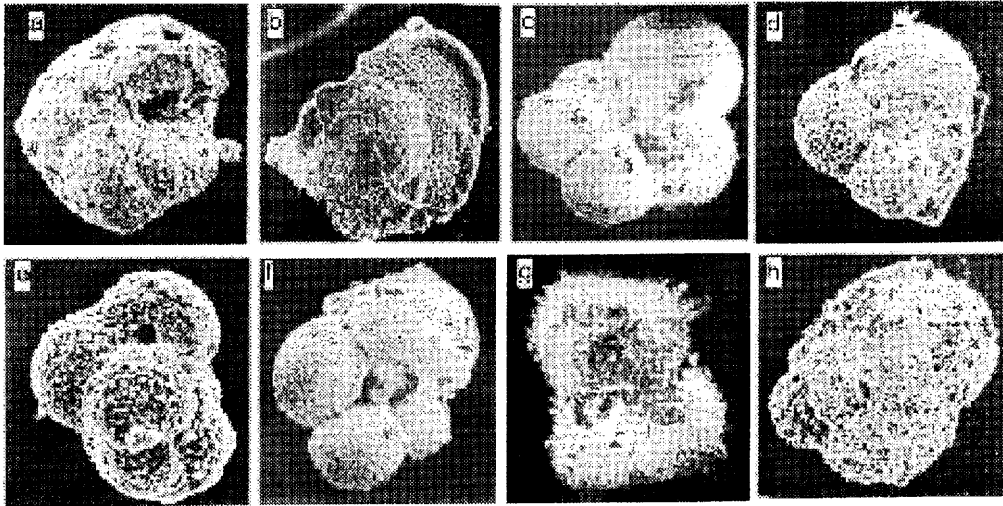


Fig. 2. Foraminíferos de la FBI: a: *Globorotalia crassaformis*; b: *Globorotalia menardii*; c: *Neogloboquadrina pachyderma* (dex); d: *Globigerinina glutinata*; e: *Globigerinina uvula*; f: *Globigerinella bulloides*; g: *Globigerinella calida*; h: *Globigerinoides ruber*.

Pleistoceno		N22																
Plioceno	Superior	N21																
	Inferior	N19-20 N19																
Mioceno	Superior	N18																
		N17																
		N16																
	Medio	N15																
		N14																
		N13																
		N12																
		N11																
	Inferior	N10																
		N9																
		N8																
		N7																
		N6																
	N5																	
	N4																	
Oligoceno	Superior	P22																

Tabla 1. Especies de foraminíferos planctónicos y sus respectivos rangos estratigráficos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó bajo el marco del proyecto Levantamiento Geológico Falla Atacama y Franja Costera entre los 26 y 28°S del SERNAGEOMIN, con el apoyo financiero del FNDR III Región de Atacama. Se agradece a Moyra Gardeweg por el apoyo prestado al desarrollo de este estudio y a Constantino Mpodzis por su revisión crítica.

Publicación auspiciada y patrocinada por Subdirección Nacional de Geología, SERNAGEOMIN.

REFERENCIAS

1. Rojo, M. 1985. Un aporte al conocimiento del Terciario marino: Formación Bahía Inglesa. Actas IV Congreso Geológico Chileno, 514 p.
2. Marquardt, C. 1999. Neotectónica de la franja costera y aportes a la geología regional entre Caldera y Caleta Pajonal (27°00'-27°45'S), III Región de Atacama. Tesis Ms. Cs., Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago, 297 p.
3. Marquardt, C.; Blanco, N.; Lavenu, A.; Ortlieb, L.; Godoy, E.; Marchant, M.; Guzmán, N. *Este Congreso*. Estratigrafía y morfoestratigrafía marina-litoral del Cenozoico Superior en el área de Caldera (27-28°S).
4. Godoy, E.; Marquardt, C.; Blanco, N. *en prep.* Hoja Caldera, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos, 1 mapa escala 1:100.000, Santiago.
5. Herm, D. 1969. Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. Zitteliana, München.
6. Guzman, N.; Marquardt, C.; Ortlieb, L.; Frassinetti, D. *Este Congreso*. La malacofauna neógena y cuaternaria del área de Caldera (27°-28°S) :especies y rangos bioestratigráficos.
7. Marchant, M. 1998. Micropaleontología del área de Caldera. Informe Inédito, SERNAGEOMIN, 60 p. Ver también Marquardt, 1999, anexo 2.3, p. 241-268.
8. Guzmán, N.; Frassinetti, D.; Marquardt, C. 1999. Moluscos de edad miocena del área de Caldera, Chile. Actas IV Congreso de Malacología, Coquimbo, Chile.
9. Martínez-Pardo, R.; Martínez, R. 1997. Neogene southeast Pacific paleoceanography, the opening of the Drake Passage and the Humboldt Current history: the Chilean micropaleontological perspective. Actas VIII Congreso Geológico Chileno, Vol 1, p. 525-529. Antofagasta, Chile.
10. Martínez, R.; Zuñiga, P. 1976. Edad y paleoecología de la Formación Cholchol, Provincia de Cautín, Chile. Primer Congreso Geológico Chileno. C107-123.
11. Thide, J. 1975. Distribution of foraminifera in surface waters of a coastal upwelling area. *Nature*, 253: 712-714.
12. Tsuchi, R. 1992. Neogene events in Japan and on the Pacific coast of South America. *Revista Geológica de Chile*, 19, p. 67-73.
13. Kennett, J. P.; Srinivasan, M.S. 1983, Neogene planktonic foraminifera. A phylogenetic Atlas. Hutchinson Ross Publishing Company, p. 1-263.
14. Boltovskoy, E. 1981, Foraminifera. In: Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoriental y métodos de trabajo con el zooplancton marino, (Boltovskoy,D.; editor), Publicación especial del INIDEP Mar del Plata, Argentina, p. 317-352.
15. Marchant, M. 1999. High resolution planktic foraminiferal record of the last 13,300 years from the upwelling area off Chile. *Marine Geology*, 161, p. 115-128.
16. Martínez, R. 1990. Major Neogene events of the Southeastern Pacific: the Chilean and Peruvian record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology*, 77, p. 263-278.