



## LA MALACOFAUNA NEOGENA Y CUATERNARIA DEL AREA DE CALDERA (27°-28°S): ESPECIES Y RANGOS BIOESTRATIGRAFICOS.

Guzmán, N.<sup>1</sup>, Marquardt, C.<sup>2</sup>, Ortlieb, L.<sup>3</sup> and Frassinetti, D.<sup>4</sup>

### INTRODUCCION

Los recientes trabajos sobre la malacofauna neógena y, principalmente, cuaternaria del norte de Chile, se han realizado bajo el marco de estudios de neotectónica destinados a estimar tasas de alzamiento a lo largo de la costa (1, 2, 3, 4). Se han unido a los intereses neotectónicos, estudios paleontológicos dirigidos a reconstituir condiciones paleoambientales y paleoclimáticas, con el objetivo de conocer la importancia que ha tenido la ocurrencia de perturbaciones océano-atmosféricas, como las causadas por el fenómeno El Niño, durante la evolución de estas condiciones durante el Cuaternario (1, 5).

Dentro de estos marcos de investigación, destacan los trabajos realizados en el Norte Grande, concentrados en la Península de Mejillones y en la franja costera entre Antofagasta e Iquique, destinados a la caracterización de la fauna actual (6), la asociada con los interglaciares del Pleistoceno medio a superior (2, 5) y la que marca la transición Pleistoceno-Neógeno (7).

Estos trabajos han servido como base para este estudio de la malacofauna del área de Caldera (27°-28°S), que tiene como propósito caracterizar y revisar los rangos bioestratigráficos de la fauna neógena y cuaternaria de las unidades marinas que afloran en esta área (8).

### METODOLOGIA

El área de Caldera es rica en depósitos fosilíferos que contienen conchas de moluscos en distintos grados de preservación. La fauna del Cuaternario ha sido recolectada desde terrazas de abrasión marina, formadas durante episodios de alto nivel marino, ubicadas entre Caldera (27°S) y quebrada Agua de los Burros (~28°S), mientras que el material más antiguo proviene de depósitos neógenos de carácter transgresivo correspondientes a la Formación Bahía Inglesa (FBI) y a los Estratos de Agua Amarga (EAA) (8). En las tablas 1 y 2, se indica el rango bioestratigráfico para 101 especies (54 gastrópodos y 47 bivalvos) provenientes de 86 localidades muestreadas, cuyas edades abarcan desde el Mioceno Medio (16,4-11,2 Ma) hasta el presente. Estas edades fueron asignadas sobre la base de correlaciones con resultados radiogénicos e isotópicos conocidos del Cuaternario (4), datos micropaleontológicos de unidades neógenas (9) y morfoestratigrafía local (3).

### RESULTADOS

Sobre la base del estudio de los moluscos fósiles se determinó la presencia de depósitos pleistocénicos asociados a terrazas de abrasión marina, que se encuentran desde el nivel del mar actual y hasta una altura aproximada de 200 m. Estos depósitos están caracterizados principalmente por la presencia de grupos faunísticos compuestos por *Argopecten purpuratus* y *Concholepas concholepas*. Otras especies que aparecen como particulares del Cuaternario en el área de Caldera son: *Aeneator fontainei*, *Nucella crassilabrum*, *Crassilabrum crassilabrum*, *Crucibulum quiriquinae*, *Fissurella costata*, *F. latimarginata*, *F. maxima*, *F. peruviana*, *Priene rude*, *Polinices uber*, *Sinum cymba*, *Thais chocolata*, *Tegula* spp., *Trigonostoma tuberculosum*, *Xanthochorus buxea*, *Eurhomalea lenticularis*, *E. rufa* y *Transennella pannosa*. En algunos niveles particulares de terrazas pleistocenas, por sobre los 100 m y bajo los 200 m, se encontraron algunas especies de aguas cálidas como *Donax peruvianus* y *Trachycardium procerum*.

<sup>1</sup> Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta. Chile.

<sup>2</sup> SERNAGEOMIN. Av. Santa María 0104, Providencia, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> IRD-Chile, casilla 53 390, correo central, Santiago 1, Chile & IRD-France, 32 avenue Henri Varagnat, F93143, Bondy Cedex, France.

<sup>4</sup> Sección Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Interior Quinta Normal s/n, Santiago. Chile.

Los grupos faunísticos asignados al Neógeno están compuestos principalmente por *Chlamys* spp., *Anomia* spp y *Ostrea* spp., entre otros. La presencia de estos fósiles en depósitos marino-litorales reconocidos sobre los 200 m y hasta alturas que pueden llegar a los 350 m (EAA), junto con relaciones morfoestratigráficas de terreno, permiten asignar estos depósitos al Plioceno e hipotéticamente al Plioceno Superior (3, 8). Las especies que aparecen como particulares de estos depósitos son: *Concholepas nodosa*, *Hermineospina mirabilis*, *Patella* sp., *Anadara chilensis* y *Ostrea* cf. *longiscula*. Por otro lado, las especies *Chorus* cf. *grandis* y *Eurhomalea fuenzalidai*, que son encontradas hacia el techo de la FBI, parecen llegar hasta el Pleistoceno inferior. Gracias a los resultados de asignación de edades a depósitos con contenido micropaleontológico en la FBI (9), es posible restringir la presencia de algunos moluscos presentes en estos depósitos al Mioceno Superior y otros al Mioceno Medio. Las especies características del Mioceno Medio son: *Austrofusus* sp., *Calyptraea* sp., *Cancellaria* cf. *crossletensis*, *Crepidula aculeata*, *Crepidula* cf. *arenata*, *Cypraea* sp., *Hermineospina philippi*, *Neverita* sp., *Penion* sp., *Arca* sp. y *Ensis* sp. y en el Mioceno Superior sólo *Ancistromesus fuenzalidai* aparece como exclusiva.

## DISCUSION

Los resultados obtenidos en el área de Caldera indican que el Cuaternario presenta mayor diversidad específica que el Neógeno, aunque desaparecen algunos géneros como *Anomia*, *Ostrea*, *Isognomon* y *Anadara* (ver tabla 1). Por otro lado, en los géneros *Chlamys* y *Concholepas*, se evidencia una disminución de especies por género (7), ya que cuatro y dos especies que existían en el Neógeno, respectivamente, durante el Cuaternario se transforman en sólo una en cada caso. Lo mismo ocurre con el género *Chorus*, que, aunque su rango bioestratigráfico parece extenderse hacia el Pleistoceno inferior, hacia el Cuaternario medio sólo llega una especie y hacia el presente las cuatro especies se extinguen. En concordancia con DeVries (10), la aparición más temprana de *Chorus grandis* ocurre al comienzo del Plioceno, mientras que *Ch. giganteus* lo hace a fines del Plioceno. En el caso de *Ch. blainvillei* y *Ch. doliaris*, éstas ocurren en el Mioceno Superior. Herm (7) plantea que las diferencias faunísticas entre el Plioceno Inferior y el Superior no son muy significativas, aunque hace una división sobre la base de los pectínidos. Si consideramos, apoyados en los recientes resultados de micropaleontología entre otros (9), que Herm (7) asignó a depósitos del Mioceno Superior, una edad Plioceno Inferior, y al Plioceno Inferior, una edad Plioceno Superior, entonces la diferenciación que él menciona se refiere, en realidad, al límite Mioceno-Plioceno. *Chlamys calderensis* sí parece tener un rango bioestratigráfico más antiguo, con su límite superior en el Plioceno Inferior, pero *Chlamys vidali* y *Chlamys simpsoni* podrían estar presentes tanto en el Mioceno como a lo largo de todo el Plioceno. No aparece en nuestros registros la especie *Chlamys hupeanus*, que según Herm (7), caracteriza junto a *Chlamys vidali* la serie superior del Plioceno. Los depósitos asignados al Mioceno Medio (11), contienen algunos elementos muy similares a la fauna de Lo Abarca, cuyas edades fluctúan entre Mioceno Superior y Plioceno Inferior (12).

El hallazgo particular de algunas especies de aguas cálidas, como *Bulla* sp. (aff. *B. punctulata*), *Donax peruvianus* y *Trachycardium procerum*, en asociación con especies de aguas frías como *Chorus giganteus*, *Glycymeris ovatus* y *Venus antiqua* en algunos depósitos particulares del Cuaternario, permiten asociarlos a un TAMA (Thermally Anomalous Molluscan Assemblages), como el descrito para el Estadio Isotópico (EI) 11 (interglaciar de ~400 ka), en el área de Antofagasta (5,12). Estos resultados se consideran importantes para la reconstrucción de condiciones paleoceanográficas y paleoclimáticas del margen costero del norte de Chile durante el último medio millón de años. Se considera que las condiciones climáticas de los anteriores períodos interglaciares fueron similares al actual, con excepción del interglaciar de hace ~400 ka que habría tenido condiciones más cálidas (5, 14, 15).

Un problema clásico que se presenta a los geólogos y paleontólogos es determinar en las secuencias sedimentarias marinas (o en secuencias de terrazas marinas) dónde se ubica el límite Plioceno-Pleistoceno. Después de los trabajos de Herm (7), quien precisó las diferencias faunísticas entre estos dos períodos en la costa norte de Chile, se ha fijado (16) que el límite cronológico entre el Plioceno y en Cuaternario era cerca de 1,8 Ma. Estas normas consensuales fueron establecidas sobre la base de una serie de argumentos (entre otros paleomagnéticos) de carácter global y también algunos relacionados con las series estratigráficas del Sur de Italia (Vrica). Ultimamente, existe una tendencia entre ciertos estratígrafos (17, 18) de desplazar este límite hacia la fecha de 2,6 Ma. Los argumentos utilizados a favor de este cambio del límite Plioceno-Cuaternario están basados en evidencias bioestratigráficas de un fuerte deterioro climático a

nivel mundial hace 2,6 Ma. Es a partir de 2,6 (y no de 1,6 ó 1,8) Ma que se emplazó un sistema de variabilidad climática

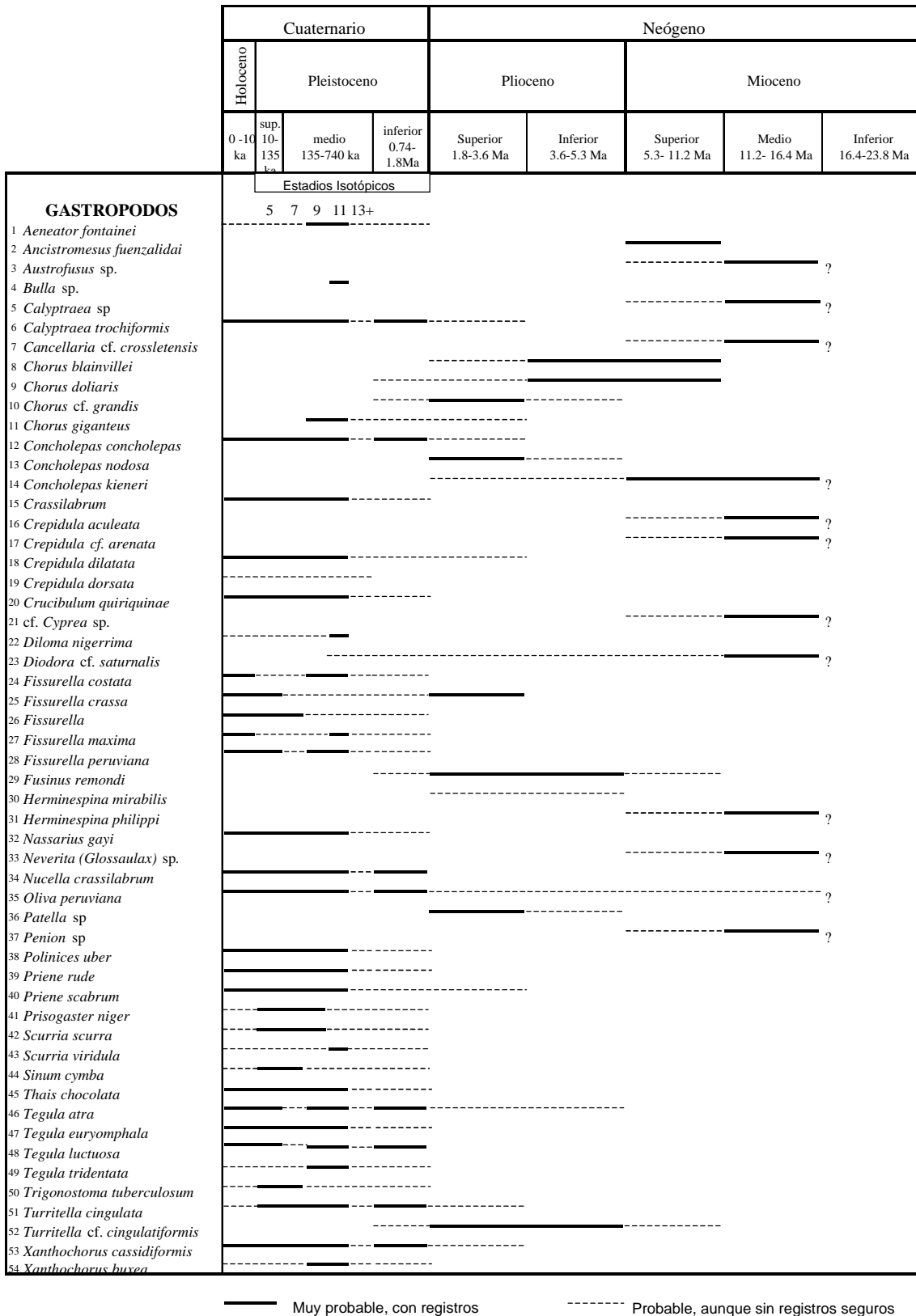


Tabla 1. Proposición de rangos cronoestratigráficos de los gastrópodos encontrados en el área de Caldera.

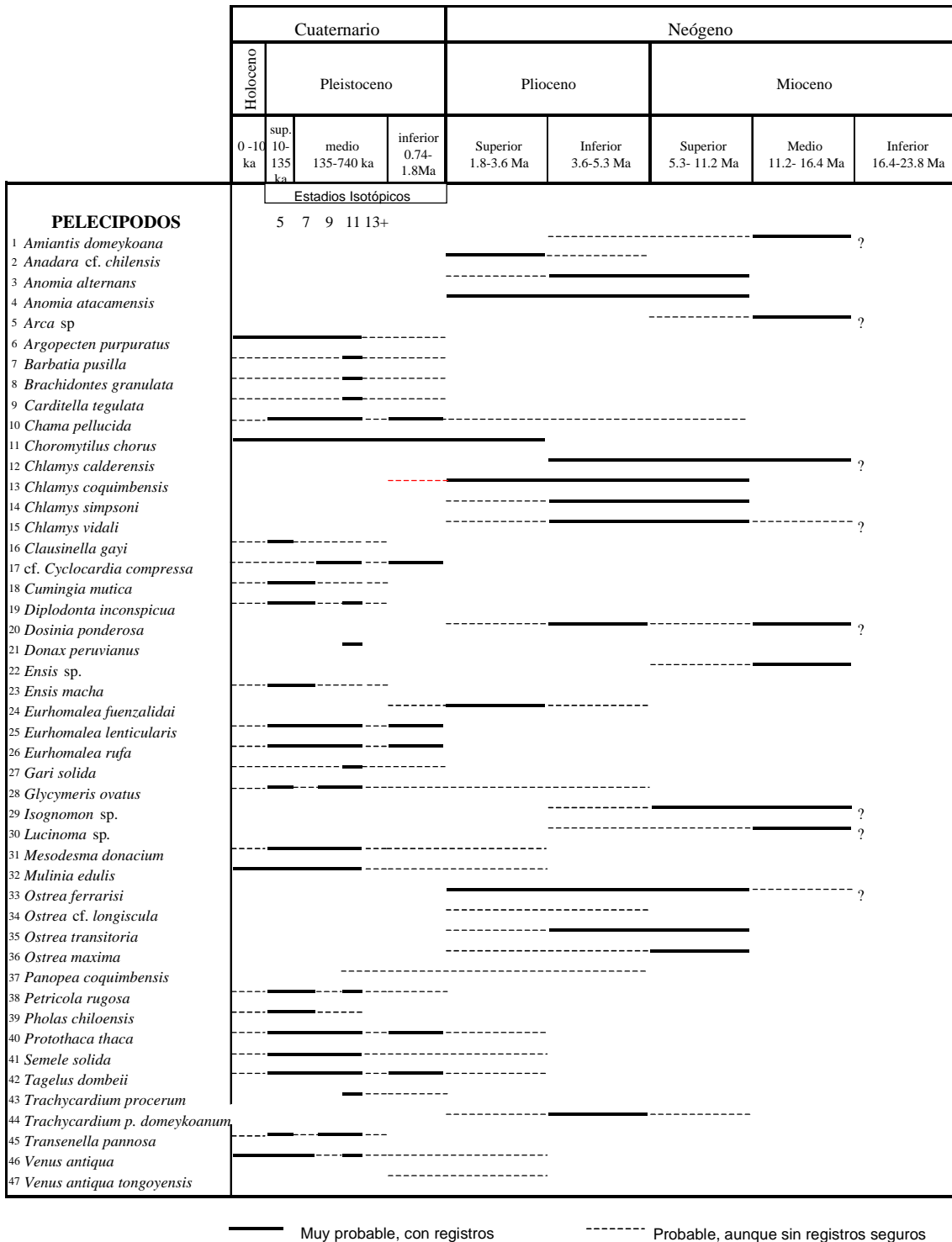


Tabla 2. Proposición de rangos cronoestratigráficos de los pelecípodos encontrados en el área de Caldera.

muy propio de los tiempos más modernos (Pleistoceno). Además, este nuevo límite propuesto (2.6 Ma) coincidiría con el límite de inversión geomagnética Gauss-Matuyama.

Consideramos que el fuerte cambio en las condiciones ambientales evidenciado en el área de Caldera por la presencia de numerosas nuevas especies y la desaparición de otras, ha de corresponder al límite

Plioceno-Pleistoceno, cualesquiera sea su edad precisa. En Caldera no se dispone de elementos para precisar la edad absoluta (1,8 ó 2,6 Ma). Se propone concentrar futuros trabajos de geocronología en este punto, así como en establecer si la aparición o extinción de especies en este límite obedece realmente a un evento brusco o un cambio gradual.

## CONCLUSIONES

En la zona de Caldera, la fauna marina asociada con los depósitos de terrazas marinas cuaternarias, es relativamente constante y prácticamente similar a la actual, con excepción de la fauna de aguas cálidas asociadas con un evento climático durante el EI 11, interglacial de hace ~400 ka. Se propone, sobre la base de la combinación de resultados micropaleontológicos, geocronológicos y morfoestratigráficos, la utilización de algunas asociaciones faunísticas como guías para diferenciar depósitos del Cuaternario (EI 11 en particular), Plioceno, Mioceno Superior y Mioceno Medio en el área de Caldera. Se recomienda tomar con precaución las interpretaciones de Herm (7) en relación a las asignaciones bioestratigráficas propuestas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los geólogos de SERNAGEOMIN: Estanislao Godoy y Nicolás Blanco. Este trabajo se realizó bajo el marco del proyecto Levantamiento geológico de la Franja Costera entre los 26 y 28°S de SERNAGEOMIN y como parte de las investigaciones emprendidas por los convenios IRD-Facultad de Recursos del Mar de la Universidad de Antofagasta e IRD-Departamento de Geología, Universidad de Chile. Se agradece al Museo de Historia Natural, donde permanece la colección de malacofauna de Caldera resultante de este trabajo.

## REFERENCIAS

1. Ortlieb, L.; in coll. with Goy, J.L.; Zazo, C.; Hillaire-Marcel, C.I. y Vargas, G. 1995. Late Quaternary Coastal Changes in Northern Chile. Guidebook for a fieldtrip, II annual meeting of the International Geological Correlation Program (IGCP), Project 367 (Antofagasta-Iquique, 23-25 Nov. 1995). ORSTOM, Antofagasta, 175 p.
2. Ortlieb, L.; Zazo, C.; Goy, J.; Hillaire-Marcel, C.; Ghaleb, B. y Cournoyer, L. 1996. Coastal deformation and Sea-level Changes in the Northern Chile Subduction Area (23°S) during the last 330 ky. *Quaternary Science Reviews*, Vol. 15, 819-871.
3. Marquardt, C. 1999. Neotectónica de la franja costera y aportes a la geología regional entre Caldera y Caleta Pajonal (27°00'-27°45'), III Región de Atacama. Tesis Ms. Cs., Departamento de Geología, Universidad de Chile, 297p. Santiago.
4. Marquardt, C.; A. Lavenu y L. Ortlieb 2000. Neotectónica del área de Caldera y su relación con la subducción. Este congreso.
5. Ortlieb, L.; Díaz, A. y Guzmán, N. 1996. A warm interglacial episode during isotope stage 11 in Northern Chile. *Quaternary Sciences Reviews* 15 (8-9): 857-871.
6. Guzmán, N.; Saa, S. y Ortlieb, L. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23S (Chile). *Estudios Oceanológicos*, 17: 17-86.
7. Herm, D. 1969. Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. *Zitteliana*, München.
8. Marquardt, C.; Blanco, N., Lavenu, A.; Ortlieb, L.; Godoy, E.; Marchant, M. y Guzmán, N. 2000. Estratigrafía y morfoestratigrafía del Cenozoico Superior en el área de Caldera (27-28°S). Este congreso.
9. Marchant, M.; Marquardt, C., Blanco, N. y E. Godoy 2000. Foraminíferos del área de Caldera (26°45'-28°S) y su utilización como indicadores cronoestratigráficos del Neógeno. Este congreso.
10. DeVries 1997. A review of the genus *Chorus* Gray, 1847 (GASTROPODA:MURICIDAE) from Western South America. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 30 (3):125-145.
11. Guzmán, N.; Frassinetti, D. y Marquardt, C. 1999. Moluscos de edad miocena del área de Caldera, Chile. *Actas IV Congreso de Malacología*, Coquimbo, Chile.
12. Covacevich, V. y Frassinetti, D. 1990. La fauna de Lo Abarca: Hito biocronoestratigráfico y paleoclimático en el Terciario Superior marino de Chile Central. Segundo Simposio sobre el Terciario de Chile. *Actas*: 51-71.

13. Guzmán, N., Díaz, A., Ortlieb, L. y Clarke M. En prensa. "TAMAS", ocurrencia episódica de moluscos "tropicales" en el Norte de Chile y el fenómeno El Niño. Memoria del Seminario Taller El Niño en América Latina, sus impactos biológicos y sociales, Bases para un monitoreo regional (Lima, 9-13 Nov. 1998), CONCYTEC, 21 p. Lima
14. Ortlieb, L.; Guzmán, N.; Marquardt, C. y Vargas, G. 1997. El Cuaternario marino del norte de Chile: revisiones cronológicas e identificación posible de depósitos de 400 ka. VII Congreso Geológico de Chile, Vol. 1, 371-375.
15. Ortlieb, L.; Guzmán, N.; Marquardt, C. 1999. Marine Terrace Evidence for a Longer-lasting and Warmer Interglacial Episode during Isotopic Stage 11 in Tropical Western Americas. American Geophysical Union Fall Meeting, (San Francisco, Dec. 1999)., EOS suppl. Trans. Amer.Geophys. Un. F 556
16. Gradstein y Ogg ,1996. Digital time scale. Purdue University. Episodes, v. 19, n° 1 & 2.
17. Morrison, R. y Kukla, G. 1998. The Pliocene-Pleistocene (Tertiary-Quaternary) boundary should be placed at about 2.6 Ma, not at 1.8 Ma. GSA Today, August, 1998, p. 9.
18. Morrison, R. 1999. The Pliocene-Pleistocene (Neogene-Quaternary) boundary should be placed at 2.6 Ma, *not* at 1.8 Ma!. XV International Congress, 3-11 August, Durban, South Africa.