

Article original

## Malacofauna Cuaternaria del litoral norte de Santa Cruz (Patagonia, Argentina)<sup>☆</sup>

*Quaternary molluscan fauna from the littoral area of northern Santa Cruz (Patagonia, Argentina)*

*Malacofaune quaternaire du secteur littoral au nord de Santa Cruz (Patagonie, Argentine)*

Marina Laura Aguirre<sup>a,b,\*</sup>, Sebastián Richiano<sup>a,c</sup>, María Fernanda Álvarez<sup>a,d</sup>, Chris Eastoe<sup>e</sup>

<sup>a</sup> CONICET, INGEA UNLP, Laboratorio 6 (Malacofauna Cuaternaria), calle 64 n° 3, 1900 La Plata, Argentina

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, INGEA, calle 64 n° 3, 1900 La Plata, Argentina

<sup>c</sup> CIG, Centro de Investigaciones Geológicas, calle 644 n° 1, 1900 La Plata, Argentina

<sup>d</sup> Laboratorio de Ecología (FCEYN), Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3350, 7600, Argentina

<sup>e</sup> Environmental Isotope Laboratory, Department of Geoscience, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721-0077, USA

Recibido el 15 de octubre 2008; aceptado en el 26 de enero 2009

Disponible en línea 6 de mayo 2009

### Resumen

Se estudia el contenido malacológico de 3 “terrazas marinas” (TM) que afloran a lo largo de 250 km en la provincia de Santa Cruz. Se han identificado 49 moluscos (33 Gastropoda y 16 Bivalvia) y los primeros registros cuaternarios de *Ataxocerithium pullum*, *Crepidula protea*, *C. aculeata*, *Adelomelon ferrusacii*, *Brachidontes rodriguezi*, *Aequipecten tehuelchus*, *Ostrea tehuelcha* y *Solen tehuelchus*. Las asociaciones malacológicas sugieren condiciones marinas típicas y paleoambientes del nearshore similares al litoral moderno vecino (Atlántico Sudoccidental, Provincia Magallánica), de sustratos principalmente duros, y aguas poco profundas y frías. La TMVI (+5–15 m s.n.m., ca. 8–1,2 ka A.P.) se caracteriza fundamentalmente por la dominancia de *Brachidontes* spp., *Nacella* spp. y *Mytilus edulis*, asociados a *Siphonaria lessoni*. No existen evidencias para la TMVI de respuestas bióticas o efectos paleobiogeográficos marcados durante el lapso del Óptimo Climático (“Hypsithermal”, Holoceno medio), documentadas para otras áreas costeras de Argentina más al norte, hasta ca. 44–45° S. Pocas diferencias distinguen la TMV (+15–30 m s.n.m., ca. 108–137 ka A.P., MIS5?) y TMIV (+20–30 m s.n.m., ca. 242 ka A.P.) del Holoceno y litoral moderno. En la TMV son exclusivos *Clausinella*, *Eurhomalea*, *Solen tehuelchus* y *Brachidontes* cf. *darwinianus* (típica de aguas más cálidas); en la TMIV son característicos *Trophon*, *Buccinanops*, *Brachidontes* y Pectinidae. El predominio de *Trophon* spp. (típicos de aguas frías magallánicas) en muestras modernas y su escasez o ausencia en las TM sugiere menor SST en la actualidad. Algunas similitudes taxonómicas con la costa pacífica sudamericana (e.g., *Fissurella*, *Nacella*, *Tegula*, *Crepidula*, *Trochita* y *Acanthina*) responderían a corrientes frías que posteriormente a la apertura del Pasaje de Drake facilitaron inmigraciones de elementos fríos al Atlántico sudamericano.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Palabras clave :** Gastropoda; Bivalvia; Pleistoceno; Holoceno; Sudamérica; Paleoambientes

### Abstract

The molluscan content from three “marine terraces” (TM) preserved along 250 km of the Santa Cruz province provided 49 molluscan taxa (33 Gastropoda and 16 Bivalvia) and the first Quaternary records for *Ataxocerithium pullum*, *Crepidula protea*, *C. aculeata*, *Adelomelon ferrusacii*, *Brachidontes rodriguezi*, *Aequipecten tehuelchus*, *Ostrea tehuelcha*, and *Solen tehuelchus*. The mollusca assemblages suggest typical marine nearshore conditions similar to the adjacent modern littoral (Southwestern Atlantic), with mostly hard substrates, shallow and cold waters. The TMVI (+5–15 m a.s.l., ca. 8–1.2 ka A.P.) is mainly characterized by dominance of *Brachidontes* spp., *Nacella* spp. and *Mytilus edulis*, associated with *Siphonaria lessoni*. No evidence has been found for the TMVI of clear biotic responses or strong palaeobiogeographic effects during the time span of the Climatic Optimum (“Hypsithermal”, mid-Holocene) which has been documented for other coastal areas northward in Argentina, down to ca.

<sup>☆</sup> Editor correspondiente: Gilles Escarguel.

\* Autor correspondiente.

Dirección correo electrónicos: maguirre@museo.fcnym.unlp.edu.ar, marinashells@speedy.com.ar (M.L. Aguirre).

44–45° S. Scarce differences distinguish the TMV (+ 15–30 m a.s.l., ca. 108–137 ka A.P., MIS5?) and TMIV (+ 20–30 m a.s.l., ca. 242 ka A.P.) regarding the Holocene and the modern littoral. Within the TMV, *Clausinella*, *Eurhomalea*, *Solen tehuelchus* and *Brachidontes* cf. *darwinianus* (typically in warmer waters) are exclusive; in the TMIV, *Trophon*, *Buccinanops*, *Brachidontes* and Pectinidae are characteristic. Predominance of *Trophon* spp. (typically in cold Magallanic waters) in modern samples vs. scarcity or absence in the TM suggest slightly lower modern SST. Several taxonomic similitudes with the Pacific Sudamerican coast (e.g., *Fissurella*, *Nacella*, *Tegula*, *Crepidula*, *Trochita*, and *Acanthina*) could respond to cold currents helping cold-water immigrants to join southern Southamerican Atlantic after the opening of the Drake Passage.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Keywords:** Gastropod; Bivalve; Pleistocene; Holocene; Southamerica; Palaeoenvironments

## Résumé

Dans cet article, 49 taxons de mollusques (33 gastéropodes et 16 bivalves) provenant de trois « terrasses marines » (TM) sont identifiés au long de 250 km de côtes de la province du Santa Cruz (Patagonie, Argentine). Les premières occurrences quaternaires de *Ataxocerithium pullum*, *Crepidula protea*, *C. aculeata*, *Adelomelon ferrusacii*, *Brachidontes rodriguezii*, *Aequipecten tehuelchus*, *Ostrea tehuelcha* et *Solen tehuelchus* sont signalées. Les associations malacologiques suggèrent des conditions marines et paléoenvironnementales typiques du « nearshore », semblables au littoral actuel voisin (Atlantique Sud-occidental, Province Magallanque), correspondant essentiellement à des substrats durs, en eau peu profonde et froide. La TMVI (+ 5–15 m au-dessus du niveau de la mer, ca. 8–1,2 ka A.P.) se caractérise principalement par la dominance de *Brachidontes* spp., *Nacella* spp. et *Mytilus edulis*, associées à *Siphonaria lessoni*. Pour la période correspondant à cette terrasse, il n'existe pas d'indice de réponse biotique ou d'effet paléobiogéographique marqué associé à l'Optimal Climatique (« Hypsithermal », Holocène moyen), documenté pour d'autres secteurs côtiers de l'Argentine situés plus au nord, jusqu'à ca. 44–45° S. Il existe peu de différences permettant de distinguer la TMV (+ 15–30 m au-dessus du niveau de la mer, ca. 108–137 ka A.P., MIS5 ?) et la TMIV (+ 20–30 m au-dessus du niveau de la mer, ca. 242 ka A.P.) de l'Holocène et du littoral moderne. *Clausinella*, *Eurhomalea*, *Solen tehuelchus* et *Brachidontes* cf. *darwinianus* (typique d'eaux plus chaudes) sont propres à la TMV ; *Trophon*, *Buccinanops*, *Brachidontes* et les *Pectinidae* sont caractéristiques de la TMIV. La prédominance de *Trophon* spp. (typiques d'eaux froides magallanques) dans des échantillons modernes et sa rareté ou absence dans les TM suggère une température d'eau de surface (SST) moindre dans l'actuel. Quelques similitudes taxonomiques avec la côte pacifique sud-américaine (e.g., *Fissurella*, *Nacella*, *Tegula*, *Crepidula*, *Trochita* et *Acanthina*) seraient la conséquence de courants froids ayant facilité les migrations d'éléments vers l'Atlantique sud-américain, suite à l'ouverture du Passage de Drake.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Gastéropodes ; Bivalves ; Pléistocène ; Holocène ; Amérique du Sud ; Paléoenvironnements

## 1. Introducción

Una serie de “terrazas marinas” con abundante contenido fosilífero de invertebrados se originaron durante el Neógeno a lo largo de extensos sectores de la costa patagónica argentina. Fueron descritas geológicamente por primera vez y documentadas paleontológicamente durante el siglo XIX por los primeros viajeros y naturalistas que estudiaron la región (D'Orbigny, 1834–1847, 1842–1844; Darwin, 1846; Ortmann, 1900, 1902; Hatcher, 1903; Ameghino, 1890, entre otros).

Sobre las terrazas marinas (TM) del Neógeno preservadas entre las provincias de Río Negro y Santa Cruz (Argentina), desde los alrededores de San Antonio Oeste hasta Puerto Deseado (Fig. 1), la mayor contribución al conocimiento geológico y paleontológico fue aportada por Feruglio (1932, 1933a, 1933b, 1936–1937, 1949, 1950), especialmente en su “Descripción Geológica de la Patagonia” (1950), conocida obra de referencia ineludible, aún en la actualidad, para el ámbito de las Ciencias de la Tierra en la Argentina, en la cual se proponen seis sistemas de terrazas marinas (TM I–VI) (Fig. 2). Litológicamente estas terrazas se componen de proporciones variables de gravas, arenas y sedimentos más finos, con un alto contenido de conchillas de moluscos (en general rondando el 90% del material paleontológico total).

Tanto el primer nivel de terrazas (TMI o Terraza del Cerro Laciari) como el segundo nivel II (TMII o Terraza de la Estancia

Cabo Tres Puntas) corresponden al Plioceno superior, e inclusive podría llegar el nivel II al Pleistoceno temprano. Estos dos niveles se encuentran muy distantes de la línea de costa actual, con alturas superiores a los 100 m s.n.m. y se componen principalmente de especies de moluscos fósiles, actualmente extinguidas en el mar vecino.

El tercer sistema (TMIII o Terraza de Camarones) posee una altura promedio entre 40 y 95 m s.n.m. y contiene gran cantidad de especies de moluscos que viven en costas actuales, algunas desplazadas actualmente al norte en latitudes más bajas.

Los siguientes tres niveles son de edad Cuaternario (TMIV o Cerdón Litoral de Bahía Bustamante, TMV o Terraza de Puerto Mazarredo y TMVI o Terraza de Comodoro Rivadavia) y tienen un notable paralelismo con la costa actual en cuanto a su orientación espacial y a su contenido paleontológico. Se encuentran mayormente entre 30 y 40 m, entre 15 y 30 m, y entre 6 y 19 m s.n.m., respectivamente, correspondiendo las dos primeras al Pleistoceno tardío y la última al Holoceno.

Más recientemente para las TM cuaternarias se efectuaron aportes relacionados con distintos aspectos: geomorfológicos (Codignotto, 1987; Cionchi, 1987, 1988; Angulo et al., 1979), geocronológicos (Codignotto, 1983, 1984; Codignotto et al., 1987, 1988, 1990a, 1990b, 1992; Rutter et al., 1989, 1990; Schellmann y Radtke, 2000; Rostami et al., 2000; Peltier y Rostami, 2000) y paleontológicos sobre registros de invertebrados (Aguirre y Codignotto, 1998; Pastorino, 1994, 2000; Gordillo, 1991, 1998, 2006a, 2006b; Gordillo et al., 1990,



Fig. 1. Área de estudio y ubicación de las localidades muestreadas. Línea punteada: límite entre las provincias Argentina (A) y Magallánica (M). Parcialmente modificado de imagen satelital obtenida de Google Earth. Fotos de campo obtenidas por los autores.

Area of study and location of the sampled localities. Dot line: boundary between the Argentine (A) and Magellanean (M) provinces. Partially modified from satellite image obtained from Google Earth. Field photographs obtained by the authors.

1992; Aguirre, 2000; Aguirre et al., 2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2007, 2008).

Sin embargo, la Patagonia austral, especialmente el sector costero norte de la Provincia de Santa Cruz, representa un área de gran vacío en el conocimiento paleontológico sobre los invertebrados y la malacofauna en particular. Se requiere aún el análisis actualizado cuali y cuantitativo del contenido malacológico de TM del Pleistoceno y Holoceno, así como su comparación con otras áreas costeras, tanto de Patagonia como del litoral bonaerense y otros sectores del cono sur de Sudamérica. Esta información brindará utilidad para interpretar condiciones paleoambientales y paleoclimáticas litorales durante diferentes episodios marinos del Cuaternario en Argentina. Esta región, además, resulta clave para conocer patrones paleobiogeográficos y el origen de la malacofauna litoral moderna, así como para aportar datos complementarios sobre modelos de paleocirculación oceánica en el Atlántico Sudoccidental (Boltovskoy, 1979; Bertels, 1979; Guerrero y Piola, 1997; Boltovskoy et al., 1999), especialmente durante los últimos eventos transgresivo-regresivos.

El objetivo de este estudio es caracterizar tafocenosis malacológicas cuaternarias preservadas en TM del área costera ubicada entre Bahía Lángara (Golfo San Jorge) y Puerto Deseado, analizar patrones de distribución de los taxones de

moluscos reconocidos y de paleobiodiversidad, reconstruir condiciones paleoambientales generales, y establecer comparaciones con el escenario litoral moderno vecino (Mar Argentino, Océano Atlántico Sudoccidental). Estos objetivos forman parte de un proyecto mayor que abarca la totalidad del litoral argentino e incluye varios enfoques (revisión sistemática y caracterización malacológica de las TM, análisis cuali y cuantitativo de variaciones en la composición, distribución y diversidad de los agregados de moluscos muestreados, interpretaciones paleoambientales y paleoclimáticas; Farinati, 1985; Aguirre, 1990; Aguirre y Whatley, 1995; Aguirre y Farinati, 2000; Aguirre, 2001, 2002, 2003; Aguirre et al., 2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2007, 2008). Resulta preciso aún indagar hasta qué punto eventuales variaciones composicionales de la malacofauna podrían responder a condiciones paleoceanográficas similares a las modernas y, de no ser así, si se enmarcarían dentro de un patrón regional o a nivel local.

## 2. Área y depósitos estudiados

### 2.1. Marco geológico y antecedentes

El sector costero argentino, situado sobre un margen “pasivo” y con amplia plataforma continental, ha sido



UNIDADES		A R G E N T I N A							
		BUENOS AIRES	P A T A G O N I A						
			" TERRAZAS MARINAS "	EDADES (D/L- ESR)	SANTA CRUZ				T. DEL FUEGO
					CALETA OLIVIA	PUERTO DESEADO	PUERTO MAZAREDO	CENTRO-SUR	
		Fidalgo, 1979 Fasano et al., 1982; Aguirre, 1993 Aguirre y Farinati, 2000	(Terrazas Marinas) Feruglio, 1950	Rutter et al., 1989, 1990 Schellmann y Radtke, 2000	Feruglio, 1950; Codignotto, varios	Feruglio, 1950; Rutter et al., 1989-1990	Feruglio, 1950; Codignotto et al., 1987; Rutter et al., 1989-1990	Feruglio, 1950	Codignotto, 1983 Rabassa, 1987; Gordillo et al., 1993, entre otros
HOLOCENO	TRANSGRESIÓN HOLOCENA FM. Las Escobas FM. Mar Chiquita  (+ 6,5-3,5m)	VI Comodoro Rivadavia (+6-12m)	JOVEN  MIS 5e	Terraza Marina VI  (+ 8-10m) (6.940)	Terraza Marina VI  (+ 8-10m) (6.940)	Terraza Marina VI  + 8-10m (500-5.850; 9.520)		TRANSGR. HOLOCENA 3-4 m ? 1,3-2,8 ka (+ 2,5 m) 7,5 ka (+ 3,95m) 5,9 ka (+8,5m) 5,46 ka (+10)	
	PLEISTOCENO	TRANSGRESIÓN PLEISTOCENA Último Interglacial	V Puerto Mazarredo (+15-30m)	INTER-MEDIO Ult. Interglacial MIS 5e	Terraza Marina V ? (+ 20-25m) min 30-35ka MIS 5 e ?	Terraza Marina V ? (+ 20-25m) D/L 0.57 MIS 5 e ?	Terraza Marina V	TRANSGR. PLEISTOCENA  31-32 ka > 43 ka (+ 20 m)	
			IV Puerto Deseado (+30-40m)	VIEJO Pre-Último / Penúltimo Interglacial MIS 7 or 9 ?	Terraza Marina IV (+ 30-40m)  ESR > 249 BP MIS 7 or 9 ?	Terraza Marina IV (+ 30-40m)  D/L 0.66 ESR > 249 BP MIS 7 or 9 ?			
NEÓGENO	PLIOCENO	II Cabo Tres Puntas + 65-70 m  I Cerro Laciár (> 170 m)					Cabo Tres Puntas + 65-70 m  Cerro Laciár > 170 m		
	MIOCENO	CUENCA DEL SALADO	<b>Referencias:</b> Ka: 1.000 años A.P. + m: altura en m sobre nivel del mar actual <sup>14</sup> C: edad radiocarbónica D/L: edades según método de racemización de aminoácidos ESR: edades según método resonancia del electrospín MIS: estadios o subestadios isotópicos marinos						

Fig. 2. Síntesis estratigráfica del área costera estudiada y correlación con otros depósitos litorales cuaternarios de Argentina y áreas vecinas. Feruglio (1950) dividió a las Terrazas Marinas (TM) en 6 sistemas (TMI-TMVI), que corresponden temporalmente desde el Terciario superior (TMI, TMII) al Cuaternario (TMIII-TMVI). Las cuaternarias se ubican a distintas alturas relativas sobre el nivel del mar actual y a distancias variables con respecto a la línea de costa moderna. La cronología disponible es aún insuficiente y no se conoce con precisión el número de episodios altos del mar preservados ni los MIS equivalentes. Se mantiene la nominación de Cuaternario de acuerdo con la opinión del Comité Argentino de Estratigrafía (Riccardi, 2007).

*Stratigraphical synthesis of the area of study and correlation with other Quaternary littoral deposits from Argentina and neighbouring areas. Feruglio (1950) divided his Marine Terraces (TM, Terrazas Marinas) in 6 systems (TMI-TMVI), ranging from the late Tertiary (TMI, TMII) to the Quaternary (TMIII-TMVI) in age. The Quaternary terraces are located at different heights relative to the present sea level and at varying distances relative to the modern coastline. The available chronology is yet insufficient and the number of high sea-level episodes preserved and their MIS equivalent are not known with precision. The nomination for the Quaternary is here adopted based on the opinion of the Comité Argentino de Estratigrafía (Riccardi, 2007).*

afectado por procesos dinámicos asociados con acción de olas, corrientes litorales y mareas, dando origen a rasgos erosivos y acrecionales particulares de cada microárea, y que responden a su vez a las oscilaciones marinas del Cuaternario. Eventos neotectónicos han sido postulados para la totalidad de la costa, mientras que para las áreas de cuencas sedimentarias (i.e., Golfo San Jorge en Patagonia) las deformaciones geotectónicas parecen haber sido mucho menores (Feruglio, 1950; Codignotto et al., 1990a, 1990b, 1992; Rostami et al., 2000; Peltier y Rostami, 2000; Guilderson et al., 2000).

En este sector los cuatro sistemas de “terrazas marinas” cuaternarias (TMIII–VI) del esquema de Feruglio (1950) (Fig. 2, Apéndice A) tienen un contenido fosilífero representado en su mayor parte por conchillas de moluscos (fundamentalmente gastrópodos y bivalvos).

El área costera de la provincia de Santa Cruz (Patagonia austral) está formada sobre rocas jurásicas y sedimentos terciarios y cuaternarios y contiene sedimentos marinos pleistocenos y holocenos. El sector estudiado (ca. 46° 34' – 47° 45' S, 65° 45' – 67° 28' O; Fig. 1) comprende alrededor de 250 km de costa, donde varias series de TM representadas por sistemas de cordones litorales regresivos, de edad Pleistoceno medio-tardío y tardío, y Holoceno medio y tardío, son muy ricos en concentraciones de conchillas de moluscos bentónicos con proporciones variables de arena, grava y tosca. En general estos depósitos son subparalelos a la línea de costa actual y están mejor expuestos en zonas protegidas como pequeñas bahías, donde se preservan, además, en mayor número (generalmente de 1–6 series de cordones, variable según sectores locales de la costa). No siguen un patrón de distribución continua, exhibiendo distinto grado de espesor, diferentes alturas relativas sobre el nivel del mar actual (ca. 40–5 m s.n.m.) y distancias variables con respecto de la línea de costa moderna (ca. 5–1 km, a veces al pie de la línea de costa actual).

Para el área costera patagónica se reconocen tradicionalmente cuatro sistemas de “terrazas marinas” cuaternarias (TMIII a V de edad Pleistoceno y TMVI del Holoceno; Fig. 2, Apéndice A) según las descripciones de Feruglio (1950). Éstas fueron posteriormente datadas para su correlación altimétrica y temporal por Codignotto et al. (1988), aunque hasta la fecha resulta aún difícil establecer su edad así como el número de ingresiones marinas que las originaron. Es probable que correspondan a por lo menos tres o cuatro niveles altos del mar desde ca. 400 ka A.P. (MIS 11?, 9, 7, 5, Pleistoceno; MIS 1, Holoceno medio; Rutter et al., 1989, 1990; Schellmann y Radtke, 2000; Rostami et al., 2000).

- **TMIII** (Pleistoceno medio-tardío; localidad tipo Camarones): se reconoce a alturas variables principalmente entre ca. +40 y 95 m s.n.m., y es asignada al Pleistoceno marino “Viejo” de Patagonia, probablemente originada durante el Interglacial (MIS 7 o 9?; Rutter et al., 1989; Schellmann y Radtke, 2000), aunque las edades máximas (ESR de ca. 356 ka A.P.) parecerían ser más cercanas al MIS11 y el

contenido malacológico, diferenciado del de las TMIV, V y VI y con taxones hoy desplazados hacia el norte, sería indicativo de condiciones climáticas más cálidas que en la actualidad (Feruglio, 1950; Aguirre et al., 2006b);

- **TMIV** (Pleistoceno tardío; localidad tipo Puerto Deseado y en Bahía Sanguineto): se reconoce a alturas variables principalmente entre ca. +30 y 40 m s.n.m., y es asignada al Pleistoceno marino “Viejo” de Patagonia, probablemente originada durante el Pre-Último o Penúltimo Interglacial (MIS 7 o 9?; Rutter et al., 1989; Fig. 2). La malacofauna es tradicionalmente considerada más cálida que en la actualidad, con algunos taxones desplazados al norte (Feruglio, 1950);
- **TMV** (Pleistoceno tardío; localidad tipo Puerto Mazarredo): se reconoce a alturas variables principalmente entre ca. +15 y 30 m s.n.m., y es asignada al Pleistoceno marino “Intermedio” de Patagonia, probablemente originada durante el Último Interglacial (MIS 5e; Rutter et al., 1989; Fig. 2). Sin embargo, la malacofauna es tradicionalmente interpretada como típica de aguas más frías que las del litoral moderno y actualmente desplazadas hacia el sur (Feruglio, 1950);
- **TMVI** (Holoceno; localidad tipo Comodoro Rivadavia, provincia de Chubut): se reconoce a alturas variables principalmente entre ca. +6 y 12 m s.n.m., y es asignada a la última ingesión marina de Patagonia, originada sin dudas durante el Holoceno (MIS 1; Codignotto et al., 1988; Rutter et al., 1989; Fig. 2). Con malacofauna tradicionalmente interpretada como igual a la viviente en el mar adyacente (Feruglio, 1950).

En el área de este estudio sólo se preservan las TM IV a VI de este esquema tradicional.

Los eventos neotectónicos que afectaron el área costera patagónica desde fines del Plioceno (ca. 100 m) y del Pleistoceno (ca. 20–30 m) e, incluso, hasta el Holoceno (probablemente continuando en la actualidad; Feruglio, 1950; Codignotto et al., 1992) explicaría las diferentes alturas que alcanzan localmente terrazas de una misma edad como así también que a la misma altura es posible reconocer edades diferentes. Ésto dificulta la identificación clara del número de estadios isotópicos representados y su correlación con las terrazas marinas, a pesar de dataciones efectuadas por diferentes métodos modernos: técnicas radiocarbónicas convencionales (Codignotto, 1983, 1984, 1987), por racemización de aminoácidos (D/L) y resonancia del electro spin (ESR) o por Uranio-Thorio (U/Th) (Apéndice A).

La malacofauna de las TM, conocida desde el siglo XIX a través de monografías clásicas sobre expediciones efectuadas en Patagonia (i.e., D'Orbigny, 1834–1847; Ortmann, 1900; Smith, 1915, entre otros), fue posteriormente ilustrada para algunas terrazas y localidades seleccionadas: Feruglio (1933a) (gastrópodos y bivalvos; Río Negro a Santa Cruz), Pastorino (1994) (gastrópodos; Río Negro y Chubut), Aguirre (2002, 2003) (gastrópodos y bivalvos; Golfo San Jorge) y Aguirre et al. (2005a, 2005b, 2006a, 2006b, 2007, 2008) (gastrópodos y bivalvos; Chubut, costa patagónica) o citada en listas para

distintas localidades (Feruglio, 1950; Codignotto, 1983, 1984; Cionchi, 1987, 1988).

Estudios arqueológicos se iniciaron a lo largo del sector costero comprendido entre el norte de Caleta Olivia y Bahía Laura (Zubimendi et al., 2005 y otras referencias citadas allí), donde sobre los cordones naturales es posible reconocer concheros (“shell-middens”, hasta ca. 3000 años A.P.) que corresponden a sitios culturales de cazadores recolectores.

## 2.2. Características ambientales y climáticas del área litoral moderna

El área costera de Patagonia analizada se caracteriza por un clima frío semidesértico con precipitaciones medias bajas y por circulación atmosférica zonal, con masas de aire desplazadas de oeste a este controladas por centros de presión semipermanentes (Clapperton, 1993). Dos corrientes marinas frías influyen sobre el sector de estudio (Boltovskoy, 1981; Guerrero y Piola, 1997; Boltovskoy et al., 1999, 2005):

- la Corriente de Malvinas (5–19 °C, 35‰), que se desplaza de sur a norte (en invierno hasta ca. 28°S, Santa Catarina, Brasil; en verano hasta ca. 34°–35°S, Río de La Plata) alejándose de la costa, es una rama de la Corriente Subantártica del Cabo de Hornos formada cuando la Corriente Circumpolar Antártica se activó posteriormente a la apertura del Pasaje de Drake (Límite Oligoceno-Mioceno, Beu et al., 1997);
- una corriente menor, la Corriente Patagónica (5–16 °C, 33–33,5‰) de origen subantártico, que afecta la costa desplazándose hacia el norte hasta ca. 38°S (Boltovskoy, 1979, 2007; Bastida et al., 1992; Boltovskoy et al., 1999).

El litoral moderno al sur de ca. 42–43°S (Golfo Nuevo, Chubut) hasta el Cabo de Hornos (55°S) pertenece al sector zoogeográfico conocido como Provincia Magallánica. Está caracterizado por ambientes de condiciones marinas abiertas en aguas templadas y templado-frías subantárticas (34–34,55‰; 3–11 °C en invierno y 5,5–24,5 °C en verano; Knox, 1960; Boltovskoy, 1979). El sustrato está representado fundamentalmente por sedimentos de arena y grava y por sedimentos lodosos en el centro del Golfo San Jorge (Roux y Fernández, 1997).

Las asociaciones malacológicas modernas son conocidas a través de catálogos (Castellanos, 1967; Carcelles, 1950; Carcelles y Williamson, 1951; Castellanos y Landoni, 1988–1993) y trabajos ecológicos y biocenológicos efectuados sobre distintos sectores (Lasta et al., 1998; Roux et al., 1995; Roux y Fernández, 1997; Bastida et al., 1992, 2007).

## 2.3. Localidades estudiadas

En el área costera norte de la provincia de Santa Cruz, desde Bahía Lángara (46° 40' 51" S, 67° 13' 5" O) en Golfo San Jorge hasta Puerto Deseado (47° 45' 10" S, 65° 53' 33" O), se estudiaron tres series principales de cordones, correlacionables con las TMIV (Puerto Deseado, 38–40 m s.n.m.), TMV (Puerto Mazarredo, 17–25 m s.n.m.) y TMVI (Comodoro Rivadavia, 5–

11 m s.n.m.) (Fig. 1–3 y Apéndice A) (*sensu* Feruglio, 1950; Apéndice A). Las TMV y VI en Bahía Lángara fueron tratadas previamente por Aguirre (2003); muestras del Pleistoceno: PA4 de Cantera Delgado, PA6 de Localidad Supe, PA7 del Sur de localidad Supe; muestras del Holoceno: sur de Caleta Olivia, PA5).

Estas TM están formadas por varias hileras o series de cordones con proporciones variables de arena, grava, tosca y conchillas. Se estudiaron concentraciones de moluscos de las siguientes localidades (Figs. 1 y 2; Apéndice A) con abundante contenido malacológico.

### 2.3.1. Pleistoceno

**2.3.1.1. Localidad Bahía Lángara.** (46° 40' 51" S, 67° 13' 05" O; muestra PA04A7): a ca. 100–300 m de la línea de costa actual y +17–30 m s.n.m actual. Corresponde a la TMV datada en ca. 32,1–32 ka (Codignotto et al., 1988). En este trabajo se obtuvo una edad <sup>14</sup>C convencional no corregida de 29080 ± 455/430 sobre *Protothaca antiqua* que confirma su correlación con la TMV.

Esta localidad no fue estudiada por Feruglio (1950). Aguirre (2003) estudió muestras del Pleistoceno (muestra PA5) y del Holoceno (PA7) del mismo sector.

**2.3.1.2. Localidad Puerto Mazarredo.** (47° 02' 12" S, 66° 42' 15" O; muestras PA04A12, PA04A12 s, PA04A13): a ca. 100–300 m de la línea de costa actual y +18–25 m s.n.m actual (Feruglio, 1950; Codignotto et al., 1988). Corresponde a la TMV que está datada en ca. 34 ka (Codignotto et al., 1988) y 114 ± 10, 137 ± 7 y 108 ± 10 ka (Rostami et al., 2000).

Al sur de esta localidad, en Puerto Pajarito, Codignotto et al. (1988) obtuvieron 2 edades <sup>14</sup>C mínimas sobre conchillas de moluscos (en su mayoría *Protothaca antiqua*) de 37000 ± 1800 y > 43000 años A.P.

**2.3.1.3. Sur de Punta Nava.** (47° 03' 04" S, 66° 26' 50" O; muestras PA04A14 s): 100–300 m de la línea de costa actual y +20–30 m s.n.m actual (Feruglio, 1950). Corresponde con dudas a la TMV que está datada en ca. 34 ka (Codignotto et al., 1988) y 114 ± 10, 137 ± 7 y 108 ± 10 ka (Rostami et al., 2000). La datación obtenida en este trabajo arrojó una edad <sup>14</sup>C de 1710 ± 50 sobre conchillas de *Protothaca antiqua* seleccionadas de la superficie del cordón conchil, probablemente alteradas (rejuvenecidas), por lo cual la edad obtenida es más joven que la esperada y no se ha considerado en la interpretaciones (véase más abajo).

Pocos km al sur, en proximidades de esta localidad, Feruglio describió la Terraza de Bahía Sanguinetto (localidad tipo de su TMIV) a ca. +60–70 m s.n.m. actual, que no es analizada en este trabajo, y se preservan además sedimentos de la TMV (+20–30 m).

**2.3.1.4. Puerto Deseado.** (47° 45' 10" S, 65° 53' 33,13" O): En esta localidad se encuentran varios niveles de TM pleistocenas, una de ellas (nivel medio) es la localidad tipo de la TMIV de Feruglio (Pleistoceno medio-tardío; Deseado), que se encuentra a alturas variables entre ca. +20 y 40 m s.n.m.

Grupo	EDAD		PLEIST					HOLOC					VIVIENTE EN PROVINCIA MAGA- LLÁNICA	ACTUAL														
	MUESTRAS	TM	PA04A7	PA04A12	PA04A12sel	TMV	PA04A13	TMV	PA04A14sel	PA04A3-Y3s	TMVI	PA04Y5sel		TMVI	PA04A6	TMVI	PA04A9	TMVI	PA04Y8	TMVI	PA04A8sel	MPA04A7	MPA04A5	MPA04A7	MPA04Y10	MPA04A10sel	MPA04A11	
	GASTROPODA	TM																										
4	<i>Fissurella radiosa</i> Lesson																											
4	<i>Fissurella oriens</i> Sowerby																											
4	<i>Nacella (P.) magellanica</i> (Gmelin)																											
4	<i>Nacella (P.) deaurata</i> (Gmelin)																											
4	<i>N. acella (P.) cf. deaurata</i> (Gmelin)																											
4	<i>Nacella delicatissima</i> (Strebel)																											
4	<i>Nacella</i> sp.																											
4	<i>Tegula (C.) atra</i> (Lesson)																											
3	<i>Tegula patagonica</i> (d'Orbigny)																											
4	<i>Atacocerithium pullum</i> (Philippi)																											
2	<i>Crepidula protea</i> d'Orbigny																											
1	<i>Crepidula dilatata</i> Lamarck																											
1	<i>Crepidula cf. dilatata</i> Lamarck																											
1	<i>Crepidula aculeata</i> (Gmelin)																											
	<i>Crepidula</i> sp.																											
3	<i>Trochita pileus</i> (Lamarck)																											
3	<i>Natica isabelleana</i> d'Orbigny																											
1	<i>Epitonium magellanicum</i> (Philippi)																											
3	<i>Trophon varians</i> (d'Orbigny)																											
4	<i>Trophon geversianus</i> (Pallas)																											
4	<i>Trophon plicatus</i> (Lightfoot)																											
4	<i>Trophon veronicae</i> Pastorino																											
	<i>Trophon</i> sp.																											
4	<i>Acanthina monodon</i> (Pallas)																											
4	<i>Adelomelon ferussaci</i> (Donovan)																											
	<i>Adelomelon</i> sp.																											
4	<i>Odontocymbiolum magellanica</i> (Gmelin)																											
3	<i>Olivancillaria cf. auricularia</i> (Lamarck)																											
4	<i>Pareuhria plumbea</i> (Philippi)																											
3	<i>Buccinanops globulosus</i> (Kiener)																											
1	<i>Siphonaria lessonae</i> (Blainville)																											
	<i>Volutilidae</i> indet.																											
	<i>Gastropodos</i> indet.																											

Fig. 3. Contenido biogénico de los depósitos muestreados: A, Gastrópodos; B, Bivalvos; C, otros invertebrados asociados (poríferos, cnidarios, poliquetos serpúlidos, braquiópodos, crustáceos balánidos y decápodos).  
Biogenic content of the deposits sampled: A, Gastropoda; B, Bivalvia; C, other associated invertebrates (porifers, cnidarians, polichaetes, serpulids, brachiopods, balanid crustaceans, decapod crustaceans).







Las edades disponibles para la TMIV a +38–45 m son de > 242 ka y > 450 ka (con dudas obtenida sobre conchillas de este nivel; Rutter et al., 1989).

Para la TMV a +20–25 existen edades de 415 y > 450 ka (con dudas obtenidas sobre material re TRABAJADO de la TMIV; Rutter et al., 1990).

Debido a la preservación pobre del material malacológico, las TM relevadas en esta localidad no fueron muestreadas para estudios paleontológicos.

### 2.3.2. Holoceno (todas correspondientes a la TMVI y MIS1)

2.3.2.1. *Punta Murphy*. (46° 38' 56,37" S, 67° 14' 54,03" O; muestras PA04A3–Y3 s): a ca. 100–300 m de la línea de costa actual, ca. +10 m s.n.m actual. Esta localidad no fue estudiada por Feruglio (1950) y no existen edades disponibles. Aguirre (2003) estudió muestras malacológicas modernas (MPA6) de esta localidad.

2.3.2.2. *Bahía Lángara*. (46° 40' 51" S, 67° 13' 05" O; muestra PA04Y5 s): a ca. 100–300 m de la línea de costa actual y +9–11 m s.n.m actual. No fue estudiada por Feruglio (1950). Codignotto (1983) obtuvo edades <sup>14</sup>C sobre conchillas de moluscos (en su mayoría *Protothaca antiqua*) no mayores de 3600 años A.P. Coincidentemente en este estudio se dataron conchillas de esta misma especie que arrojaron edades <sup>14</sup>C de 3395 ± 50.

2.3.2.3. *Punta Bauza*. (46° 42' 17,7" S, 67° 08' 51" O; muestra PA04Y8, PA04A6): a ca. 100–300 m de la línea de costa actual y ca. +9–10 m s.n.m actual. No fue estudiada por Feruglio (1950) ni por Codignotto et al. (1988). En este estudio se dataron conchillas que arrojaron edades <sup>14</sup>C de 1335 ± 50 sobre *Nacella deaurata* (PA04A6).

2.3.2.4. *Puerto Mazarredo*. (47° 02' 12" S, 66° 42' 15" O; muestras PA04A9, PA04A8 s, PA04Y8 s): a ca. 100–300 m de la línea de costa actual y a +5–11 m s.n.m actual. Se trata de una localidad clásica para el sector costero analizado, estudiada por Feruglio (1950) y posteriormente Codignotto et al. (1988) obtuvieron una edad de < de 5800 años <sup>14</sup>C A.P. sobre conchillas de moluscos. En este estudio se dataron conchillas de *Protothaca antiqua* que arrojaron edades <sup>14</sup>C de 1525 ± 50 y de 1275 ± 40 sobre *Nacella deaurata*. Al sur de esta localidad, en Puerto Pajarito, Codignotto et al. (1988) obtuvieron 3 edades <sup>14</sup>C sobre conchillas de moluscos (en su mayoría *Protothaca antiqua*) no mayores de 3600 años A.P.

Esta terraza holocena es la mejor preservada y continúa hacia el sur del área de estudio, donde en la localidad de Bahía Laura (48° 20' 33" S, 68° 28' 07" O) se obtuvo una edad de 2800 ± 60 sobre *Eurhomalea exalbida*.

### 2.3.3. Modernas (Reciente)

A lo largo del litoral moderno se obtuvieron muestras utilizando una cuadrícula de 1 m<sup>2</sup>, en las zonas supralitoral y mediolitoral, mientras de la zona infralitoral superior (hasta

0,30 m de profundidad) se obtuvieron conchillas seleccionadas manualmente.

- *Cañadón León* (46° 34' 09" S, 67° 28' 00" O; muestras MPA04ANC1, MPA04ANC1 s);
- *Puerto Mazarredo* (47° 02' 12" S, 66° 42' 15" O; muestras MPA04A3, MPA04Y3 s);
- *Puerto Mazarredo, Baliza* (47° 02' 12" S, 66° 42' 15" O; muestras MPA04Y2 s, MPA04A2 s);
- *Sur de Punta Nava* (47° 03' 04" S, 66° 26' 50" O; muestras MPA04A4 s, MPA04Y4);
- *Sur de Cabo Tres Puntas* (47° 06' 44" S, 65° 51' 53" O; muestras MPA04A19, MPA04A8 s, MPA04Y8 s);
- *Cabo Blanco* (47° 12' 13" S, 65° 45' 30" O; muestras MPA04A5, MPA04Y5 s);
- *Bahía Tranquila* (47° 13' 25,76" S, 65° 45' 24,69" O; muestra MPA04A7);
- *Ría Deseado* (47° 45' 09,54" S, 65° 53' 33,13" O; muestras MPA04Y10, MPA04A10 s);
- *Puerto Deseado* (47° 45' 09,54" S, 65° 53' 33,13" O; muestra MPA04A11).

## 3. Material y métodos

El material analizado fue recolectado en 12 localidades (Fig. 1), en algunas se exponen terrazas de más de una edad y registros modernos. Se reconocieron 3 TM cuaternarias en 3 localidades del Pleistoceno y 4 del Holoceno, en su mayor parte descritas previamente desde el punto de vista geomorfológico y/o geocronológico (véase más arriba y Apéndice A), mientras 9 localidades representan sitios de muestreo del litoral oceánico moderno (Atlántico Sudoccidental, Provincia Magallánica; véase también área de estudio).

Se tomaron muestras (ca. 400 cc.) de sedimento y contenido biogénico en cortes estratigráficos naturales o sobre la superficie de las TM y hasta ca. 30 cm de profundidad. Se efectuaron observaciones tafonómicas generales y se dataron conchillas de taxones representativos (bivalvos o gastrópodos bien preservados) de localidades seleccionadas, a fin de complementar datos geocronológicos disponibles para el área de estudio.

Se llevaron a cabo análisis cuali y cuantitativos del contenido biogénico recuperado, con estimaciones de índices de riqueza específica (D de Margalef) y de diversidad específica (d de Margalef, H' de Shannon-Weaver) por muestra, además de revisiones sistemáticas actualizadas de los taxones identificados, y análisis paleoecológico y paleobiogeográfico para cada taxón. El material recolectado fue comparado mediante consultas de material, fósil y moderno, depositado en diferentes colecciones de instituciones nacionales y extranjeras (División Paleontología Invertebrados y División Invertebrados, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" de Buenos Aires; Departamento Paleontología Invertebrados del Museo de La Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Mar del Plata, Natural History Museum de Londres).

Las fuentes de información sobre la distribución, abundancia y requerimientos ecológicos de representantes modernos de

los taxones reconocidos figuran en Carcelles (1950), Carcelles y Williamson (1951), Castellanos y Landoni (1988–1993), Ríos (1994), Roux et al. (1995), Roux y Fernández (1997), Lasta et al. (1998), Núñez Cortés y Narosky (1997), Forcelli (2000) y Bastida et al. (2007).

#### 4. Resultados

##### 4.1. Contenido biogénico

Los moluscos (49 taxones: 33 gastrópodos y 16 bivalvos) (Figs. 3 y 4) son los invertebrados más abundantes y mejor preservados en las TM estudiadas. La macrofauna asociada está representada por seis grupos de invertebrados: poríferos, cnidarios, poliquetos serpulidos, briozoos, braquiópodos terebratulidos, crustáceos (balánidos y decápodos).

Los registros malacológicos en el área de estudio, tanto para el Holoceno como para el Pleistoceno, son abundantes (ca. 60–90% del contenido biogénico total), pero no continuos, ya que en general las concentraciones de conchillas se preservan sólo en sectores de la costa relativamente protegidos (Golfo San Jorge y bahías y entradas entre Cabo Blanco y Puerto Deseado), libres de acantilados y de la acción erosiva por acción del oleaje con alta energía.

Tanto para el Pleistoceno como para el Holoceno, la malacofauna se caracteriza por su excelente preservación, con ejemplares de distintos tamaños, conservando en muchos casos la ornamentación e incluso el brillo y color originales (i.e., *Tegula atra* en TM IV del Pleistoceno), tal como se observa en representantes modernos de los taxones identificados.

El listado completo y la síntesis sistemática de los taxones de gastrópodos y bivalvos recuperados en sedimentos pleistocenos y holocenos de las TMIV, V y VI, reconocidos en el área costera patagónica entre Bahía Lángara y sur de Punta Medanosa, y a lo largo del litoral moderno, adyacente a las terrazas muestreadas, junto con datos paleoecológicos y sus distribuciones locales (estratigráfica y geográfica) se presentan en el Apéndice B y en las Figs. 3 y 5. Los taxones más característicos y relevantes de moluscos y otros invertebrados asociados se ilustran en las Figs. 6–8.

##### 4.2. Edades de las TM

El control cronológico de las TM cuaternarias del área de estudio, a pesar de haber sido datadas por diferentes métodos, es aún muy escaso e impreciso. Se obtuvieron en este estudio 6 dataciones  $^{14}\text{C}$  (convencionales no corregidas) en el NSF, Radiocarbon Laboratory, Department of Physics, Tucson, Arizona (USA), para las siguientes localidades:

- 1, Punta Bauza ( $1335 \pm 50$ , sobre *Nacella deaurata*);
- 2, Puerto Mazarredo ( $1525 \pm 50$  sobre *Protothaca antiqua*;  $1275 \pm 40$  sobre *Nacella deaurata*);
- 3, Sur de Punta Nava ( $1710 \pm 50$  sobre *Protothaca antiqua*);
- 4, Bahía Laura ( $2800 \pm 60$  sobre *Eurhomalea exalbida*);
- 5, Puerto Deseado ( $29080 \pm 455/430$  sobre *Protothaca antiqua*).

Éstas representan las primeras edades disponibles para las localidades 1, 3 y 4. Para las localidades tipo de las TM IV (Puerto Deseado) y TMV (Puerto Mazarredo) las edades disponibles fueron obtenidas previamente por distintos métodos (radiocarbónicas, U/Th, ESR; Apéndice A). Las edades nuevas de este estudio confirman la edad Pleistoceno tardío de la TMV (muestreada en Bahía Lángara) y Holoceno para la TMVI (muestreada en varias localidades; Apéndice A).

Las dificultades sobre la asignación de edades precisas a algunos niveles de terrazas marinas estudiadas es una problemática también planteada para otros sectores costeros, entre otros de las Islas Canarias y de Cabo Verde (Zazo et al., 2002, 2007).

##### 4.3. Consideraciones tafonómicas generales y distribución

Los moluscos, provistos de conchilla de carbonato de calcio, son componentes mayoritarios de las comunidades bentónicas del litoral moderno a lo largo de la costa norte de Santa Cruz. Particularmente los gastrópodos y bivalvos, provistos de esqueleto de composición calcárea, poseen alto potencial de preservación, por lo que los moluscos de estos depósitos cuaternarios exhiben atributos tafonómicos con escasa pérdida de información.

Es sabido que, en líneas generales, la composición de las tanatocenosis modernas de moluscos encontradas en ambientes de playa (“asociaciones malacológicas de muerte” en ambientes litorales) está representada por organismos muertos recientemente o por sus restos. Esta composición, muy similar a la de comunidades vivientes en el mismo lugar (intermareal, infralitoral), refleja con alta fidelidad las asociaciones de muerte con respecto a las comunidades originales, tanto en lo concerniente a la composición taxonómica como a la riqueza específica. Ésto se cumple para gran parte de ambientes marinos litorales (Kidwell, 1986; Mehdahl, 1994, 2001; Kowalewski y Flessa, 1995; Lutaenko et al., 2002; López et al., 2005). El transporte post-mortem de las conchillas o sus restos no alcanzaría los niveles observados en la actualidad en entradas de bahías con alta energía ni de las tanatocenosis de playa vecinas a los depósitos.

Por todo ésto se asume que las distribuciones locales de los moluscos identificados en las TM estudiadas representan una herramienta válida como reflejo de su distribución original, durante distintos episodios marinos desde el Pleistoceno y, en especial, durante el Holoceno.

En conjunto 10% de los taxones identificados se distribuyen desde el Holoceno, 41% se distribuyen desde el Pleistoceno, mientras que aproximadamente el 24,5% cuentan con registros ya desde el Mioceno Tardío a la actualidad.

De la totalidad de moluscos identificados, el 43% se halla en sedimentos pleistocenos y holocenos, 4% de los gastrópodos (*Fissurella oriens*, *Tegula atra*) y el 8% de los bivalvos (*Eurhomalea exalbida*, *Clausinella gayi*, *Ostrea* sp., *Solen tehuelchus*) son exclusivos del Pleistoceno, el 4% de los gastrópodos (*Ataxocerithium pullum*, *Siphonaria lessoni*) y el

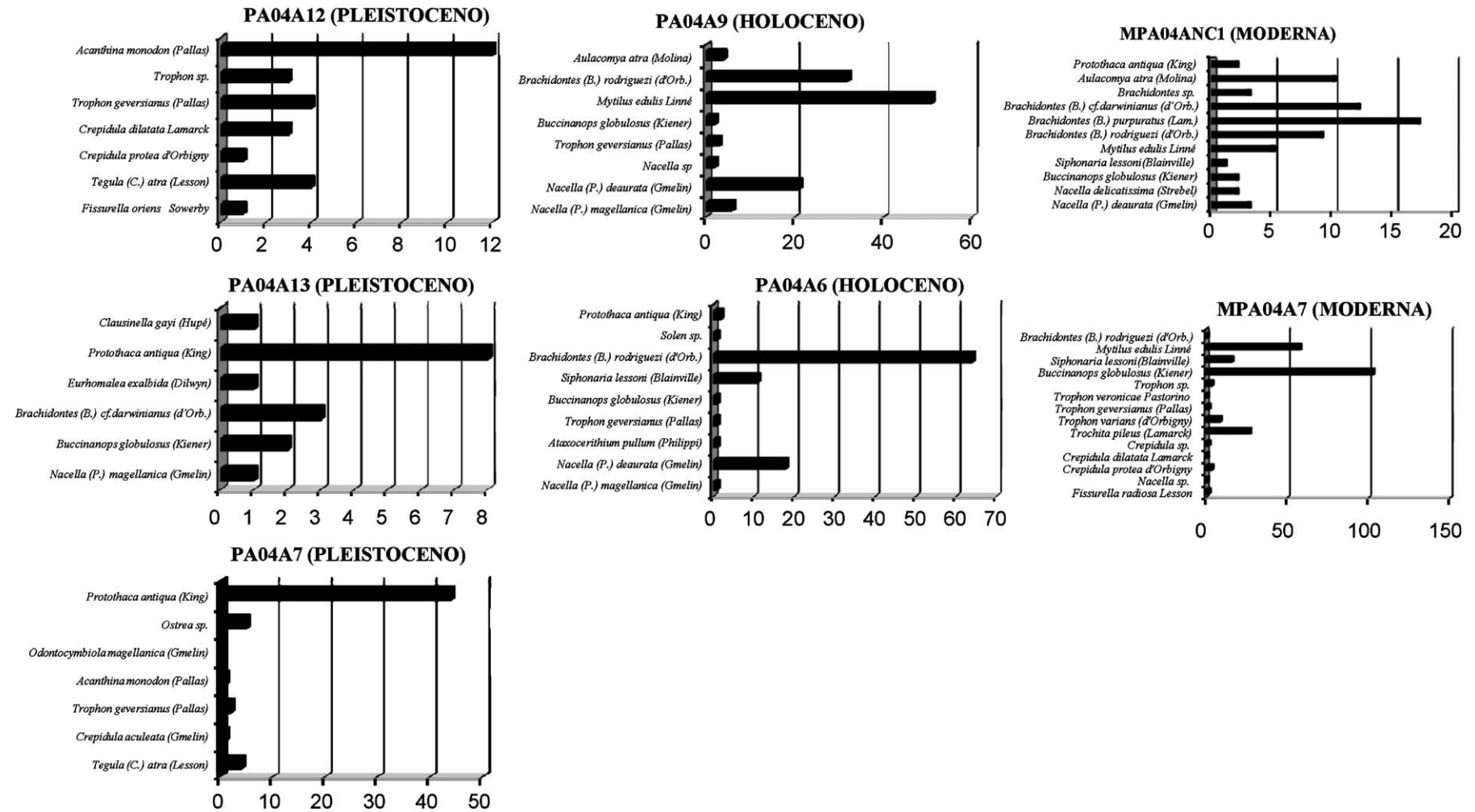


Fig. 4. Composición y abundancia de los taxones identificados en las muestras analizadas.  
Composition and abundance of the taxa identified in the samples analyzed.

4% de los bivalvos (*Ostrea tehuelcha*, *Solen* sp.) son exclusivos del Holoceno.

En las muestras del Pleistoceno y del Holoceno se destaca el mayor número de taxones de gastrópodos en relación con los bivalvos. Los gastrópodos identificados en su mayor parte

presentan conchillas sólidas, resistentes, con alto potencial de conservación. Esta situación determina que al efectuar análisis comparativos basados en datos cuantitativos de los dos grupos (Figs. 4 y 9) los gastrópodos sean más representativos y en algunos casos los bivalvos estén ausentes o poco representados.

DATOS ECOLÓGICOS	ZONACIÓN			SUSTRATO		MODO DE VIDA		TIPO TRÓFICO			
	SUPRAL.	INTERM.	SUBLIT.	BLANDO	DURO	LIBRE	SÉSIL	CARNIV.	HERBIV.	FILTR.	SIN DATOS
<b>GASTROPODA</b>											
<i>Fissurella oriens</i> Sowerby											
<i>Fissurella radiosa</i> Lesson											
<i>Nacella (P.) delicatissima</i> (Strebel)											
<i>Nacella (P.) magellanica</i> (Gmelin)											
<i>Nacella (P.) deaurata</i> (Gmelin)											
<i>Tegula (A.) patagonica</i> (d'Orbigny)											
<i>Tegula (C.) atra</i> (Lesson)											
<i>Ataxocerithium pullum</i> (Phil.)											
<i>Crepidula aculeata</i> (Gmelin)											
<i>Crepidula protea</i> d'Orbigny											
<i>Crepidula dilatata</i> Lamarck											
<i>Trochita pileus</i> (Lamarck)											
<i>Natica isabelleana</i> d'Orbigny											
<i>Eptonium (B.) magellanicum</i> (Philippi)											
<i>Trophon varians</i> (d'Orbigny)											
<i>Trophon geversianus</i> (Pallas)											
<i>Trophon plicatus</i> (Lightfoot)											
<i>Trophon veronicae</i> Pastorino											
<i>Acanthina monodon</i> (Pallas)											
<i>Adelomelon ferussaci</i> (Donovan)											
<i>Odontocymbiola magellanica</i> (Gmelin)											
<i>Olivancillaria auricularia</i> (Lamk.)											
<i>Pareuthria plumbea</i> (Philippi)											
<i>Buccinanops globulosus</i> (Kiener)											
<i>Siphonaria lessoni</i> (Blainville)											

DATOS ECOLÓGICOS	ZONACIÓN			SUSTRATO		MODO DE VIDA				TIPO TRÓFICO	
	SUPRAL.	INTERM.	SUBLIT.	BLANDO	DURO	EPIBIS.	CEMENT.	INF. SUP.	DEEP INF.	SUSPEN.	DETRIT.
<b>BIVALVIA</b>											
<i>Mytilus edulis</i> Linné											
<i>Brachidontes rodriguezi</i> (d'Orbigny)											
<i>Brachidontes purpuratus</i> (Lamarck)											
<i>Brachidontes cf. purpuratus</i> (Lamk.)											
<i>Brachidontes darwinianus</i> (Lamk.)											
<i>Aulacomya atra</i> (Molina)											
<i>Aequipecten tehuelchus</i> (d'Orbigny)											
<i>Ostrea</i> sp.											
<i>Solen tehuelchus</i> d'Orbigny											
<i>Eurhomalea exalbida</i> (Dillwyn)											
<i>Protothaca antiqua</i> (King)											
<i>Clausinella gayi</i> (Hupé)											
<i>Petricola patagonica</i> d'Orbigny											

Fig. 5. Síntesis paleoecológica de la malacofauna recuperada.  
Palaeoecological synthesis of the recovered molluscan fauna.



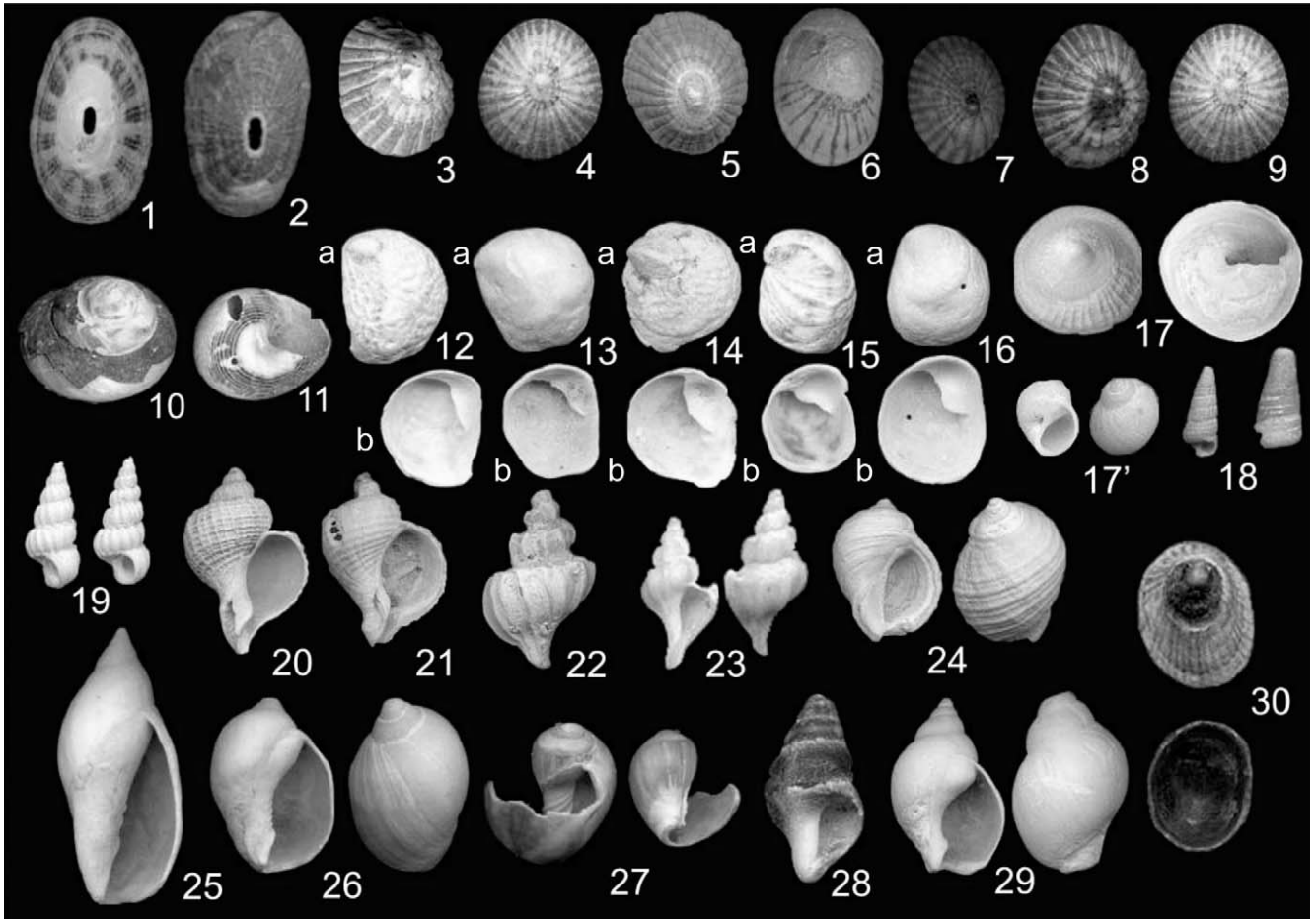


Fig. 6. Taxones de Gastropoda característicos de terrazas marinas del Pleistoceno tardío (TMIV y V) y Holoceno medio (TMVI) reconocidos en el área costera analizada y en el litoral moderno del área costera norte de Santa Cruz (a, vista apertural; b, vista adapertural). 1. *Fisurella oriens* Sowerby (H = 56.5 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo (PA04A12: MLP-DCG-00695). 2. *Fisurella radiosa* Lesson (H = 22.2 mm), Reciente, Norte de Puerto Mazarredo (MPA04Y8 s: MLP-DCG-00763). 3. *Nacella magellanica* (Gmelin) (H = 27.1 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo (PA04A13: MLP-DCG-00505). 4. *Nacella magellanica* (Gmelin) (H = 42.1 mm), Holoceno, Norte de Puerto Mazarredo (PA04A9: MLP-DCG-00506). 5. *Nacella magellanica* (Gmelin) (H = 39.4 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00520). 6. *Nacella delicatissima* (Strebel) (H = 36.3 mm), Reciente, Cañadón León, Golfo San Jorge (MPA04ANC1 s: MLP-DCG-00502). 7. *Nacella delicatissima* (Strebel) (H = 29.1 mm), Reciente, Cañadón León, Golfo San Jorge (MPA04ANC1 s: MLP-DCG-00641). 8. *Nacella (P.) deaurata* (Gmelin) (H = 36.6 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00511). 9. *Nacella (P.) deaurata* (Gmelin) (H = 40.2 mm), Holoceno (PA04A9: MLP-DCG-00518). 10. *Tegula atra* (Lesson) (H = 30.7 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo (PA04A12: MLP-DCG-00498). 11. *Tegula patagonica* (d'Orb.) (H = 16 mm), Reciente, Ría Deseado (MPA04A10 s: MLP-DCG-00501). 12. *Crepidula cf. aculeata* (Gmelin) (H = 22.2 mm), Reciente, Sur de Punta Nava (MPA04A4 s: MLP-DCG-00512). 13. *Crepidula cf. aculeata* (Gmelin) (H = 27.8 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A12 s: MLP-DCG-00497). 14. *Crepidula cf. dilatata* Lamarck (H = 28.4 mm), Reciente, Sur de Punta Nava (MPA04A4 s: MLP-DCG-00517). 15. *Crepidula protea* d'Orb. (H = 24.6 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00513?). 16. *Crepidula dilatata* Lamarck (H = 24.3 mm), Reciente, Sur de Punta Nava (MPA04A4 s: MLP-DCG-00500). 17. *Trochita pileus* (Lamarck) (H = 21.6 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04Y2 s: MLP-DCG-00499). 17'. *Natica isabelleana* (d'Orb.) (H = 9.4 mm), Reciente, Ría Deseado (MPA04A10 s: MLP-DCG-00). 18. *Ataxocerithium pullum* (Philippi) (H = 12.2 mm; 13.5 mm), Holoceno, Puerto Mazarredo (PA04A6: MLP-DCG-00496). 19. *Epitonium magellanicum* (Philippi) (H = 21.5 mm; 21.8 mm), Reciente, Ría Deseado (MPA04A10 s: MLP-DCG-00531). 20. *Trophon geversianus* (Pallas) (H = 55.7 mm), Pleistoceno, Sur de Punta Nava (PA04A14 s: MLP-DCG-00533). 21. *Trophon varians* (d'Orb.) (H = 32.8 mm), Reciente, Sur de Cabo Tres Puntas (MPA04A19: MLP-DCG-00516). 22. *Trophon plicatus* (Lightfoot) (H = 38 mm), Reciente, Puerto Deseado (MPA04A11: MLP-DCG-00508). 23. *Trophon veronicae* Pastorino (H = 13.4 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A7: MLP-DCG-00507). 24. *Acanthina monodon* (Pallas) (H = 32.2 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A12: MLP-DCG-00524). 25. *Odontocymbiola magellanica* (Gmelin) (H = 170 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A12 s: MLP-DCG-00509). 26. *Adelomelon ferussaci* (Donovan) (H = 73.5 mm), Holoceno, Bahía Lángara (PA04Y5 s: MLP-DCG-00525). 27. *Olivancillaria cf. auricularia* (Lamarck) (H = 50.4 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00510). 28. *Pareuthria plumbea* (Philippi) (H = 23 mm), Reciente, Sur de Punta Nava (MPA04Y4: MLP-DCG-00528). 29. *Buccinanops globulosus* (Kiener) (H = 36 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00506). 30. *Siphonaria lessoni* (Blainville) (H = 14 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3: MLP-DCG-00512).

*Gastropod taxa characteristic of the late Pleistocene (TMIV and V) and mid-Holocene (TMVI) marine terraces recognized along the analysed coastal area and from the modern littoral of the northern coast of Santa Cruz (a, apertural view; b, adapertural view).*

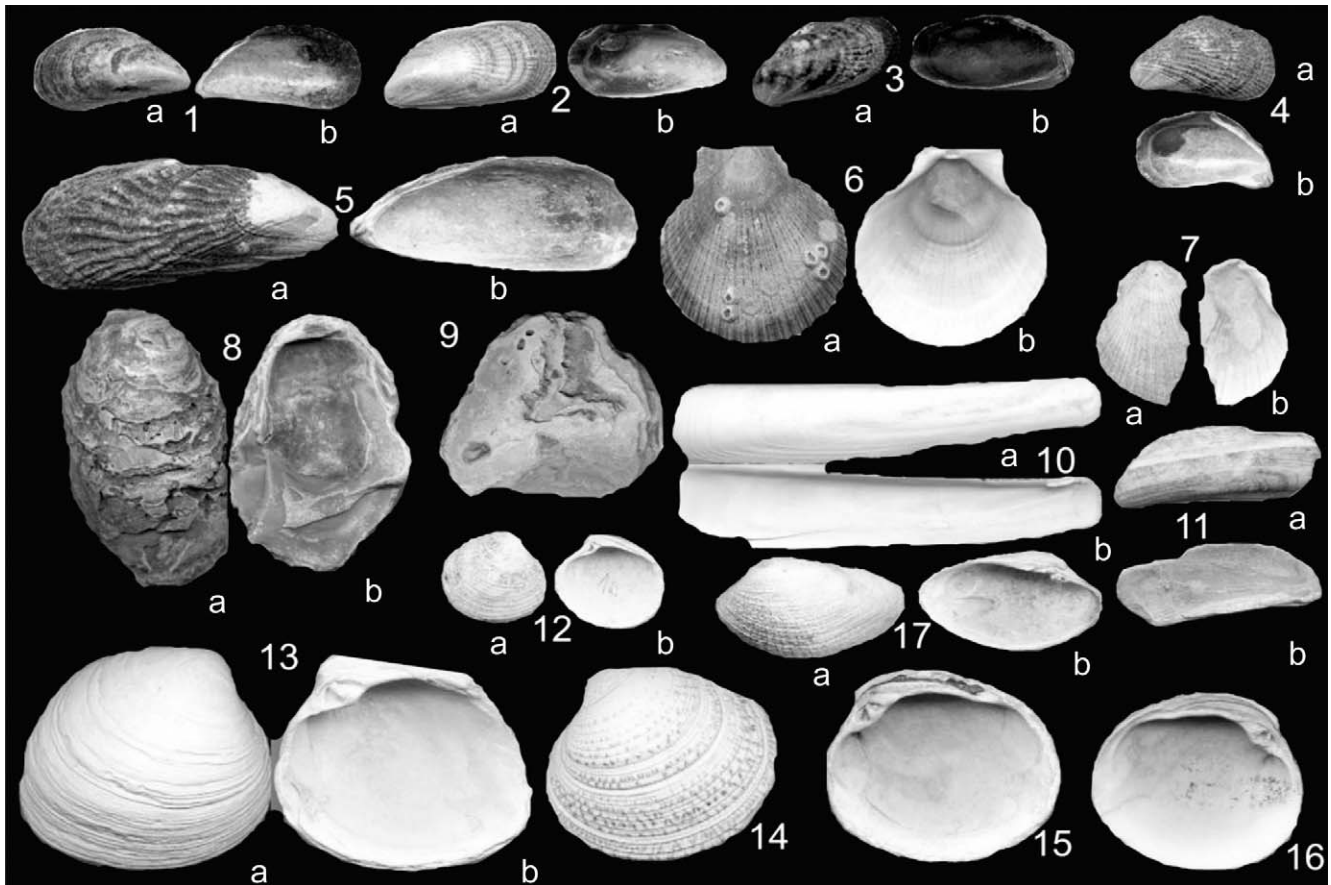


Fig. 7. Taxones de Bivalvos característicos de terrazas marinas del Pleistoceno tardío (TMIV y V) y Holoceno medio (TMVI) reconocidos en el área costera analizada y en el litoral moderno del área costera norte de Santa Cruz (a, vista exterior; b, vista interior). 1. *Mytilus edulis* Linn. (L = 36.6 mm), Holoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A9: MLP-DCG-00609). 2. *Brachidontes rodriguezi* (d'Orb.) (L = 28 mm), Holoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A9: MLP-DCG-00476). 3. *Brachidontes* cf. *purpuratus* (Lamk.) (L = 29.1 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00475). 4. *Brachidontes* cf. *darwinianus* (d'Orb.) (L = 28 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00473). 5. *Aulacomya atra* (Molina) (L = 44.1 mm), Holoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A9: MLP-DCG-00477). 6. *Aequipecten* cf. *tehuelchus* (d'Orb.) (H = 46.7 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00481). 7. Pectinidae indet. (L = 41 mm), Pleistoceno, Sur de Punta Nava (PA04A14 s: MLP-DCG-00485). 8. *Ostrea* cf. *tehuelcha* Feruglio (L = 104 mm), Reciente, Sur de Punta Nava (MPA04Y4: MLP-DCG-00493). 9. *Ostrea tehuelcha* (Feruglio), Holoceno, Bahía Lángara (PA04Y5 s: MLP-DCG-00484). 10. *Solen tehuelchus* d'Orb. (L = 145.9 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04Y2 s: MLP-DCG-00494). 11. *Solen* sp. (L = 45.3 mm), Holoceno, Bahía Lángara (PA04Y5 s: MLP-DCG-00486). 12. *Clausinella gayi* (Hupé) (L = 21.1 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A13: MLP-DCG-00478). 13. *Eurhomalea exalbida* (Dillwyn) (L = 53.1 mm), Pleistoceno, Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A13: MLP-DCG-00490). 14. *Protothaca antiqua* (King) (L = 34.4 mm), Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04A3M3 s: MLP-DCG-00480). 15. *Protothaca antiqua* (King) (L = 70.7 mm), Holoceno, Punta Murphy (PA04A3Y3 s: MLP-DCG-00491). 16. *Protothaca antiqua* (King) (L = 72.6 mm), Holoceno, Sur de Punta nava (PA04A14 s: MLP-DCG-00492). 17. *Petricola patagonica* (d'Orb.) (L = 44.1 mm), Reciente, Cañadón León (PA04ANC1 s: MLP-DCG-00487).

*Bivalve taxa characteristic of the late Pleistocene (TMIV and V) and mid-Holocene (TMVI) marine terraces recognized along the analysed coastal area and from the modern littoral of the northern coast of Santa Cruz (a, exterior view; b, interior view).*

#### 4.4. Variaciones composicionales (Pleistoceno a actualidad)

La malacofauna cuaternaria del área cuenta con los mismos representantes vivientes en el Mar Argentino vecino y el Océano Atlántico Sudoccidental, excepto una especie de gastrópodo, *Tegula atra* (Lesson), característica del Pleistoceno, extinta en el Océano Atlántico, pero viviente en la costa del Pacífico sudamericano, y una especie de bivalvo, *Ostrea tehuelcha* Feruglio, actualmente extinguida. Para el Holoceno se reconoce el primer registro de *Ostrea tehuelcha* (exclusiva del Cuaternario).

Se reconocen diferencias cualitativas (Fig. 3) y de abundancia relativa (Fig. 4) entre las diferentes TM entre sí

y con respecto al litoral moderno vecino en la Provincia Magallánica.

Las TM IV y V (Pleistoceno) se caracterizan por la presencia de *Acanthina monodon*, *Tegula atra* y *Protothaca antiqua*; la TMVI (Holoceno medio) por *Nacella* spp., *Siphonaria*, *Adelomelon ferussaci*, *Brachidontes* spp. y *Mytilus edulis*. En muestras del litoral moderno son distintivas *Nacella delicatissima*, *Fissurella radiosa*, *Tegula* cf. *patagonica*, *Trochita pileus*, *Aequipecten tehuelchus* y *Ostrea* sp.

En la TMIV (sur de Punta Nava) la fauna de gastrópodos es sumamente escasa y poco diversa (*Trophon geversianus*, *Buccinanops*), al igual que la de bivalvos (*Brachidontes* y Pectinidae indet., que son exclusivos de esta terraza). Curiosamente, a pesar de la mayor edad de la terraza, los

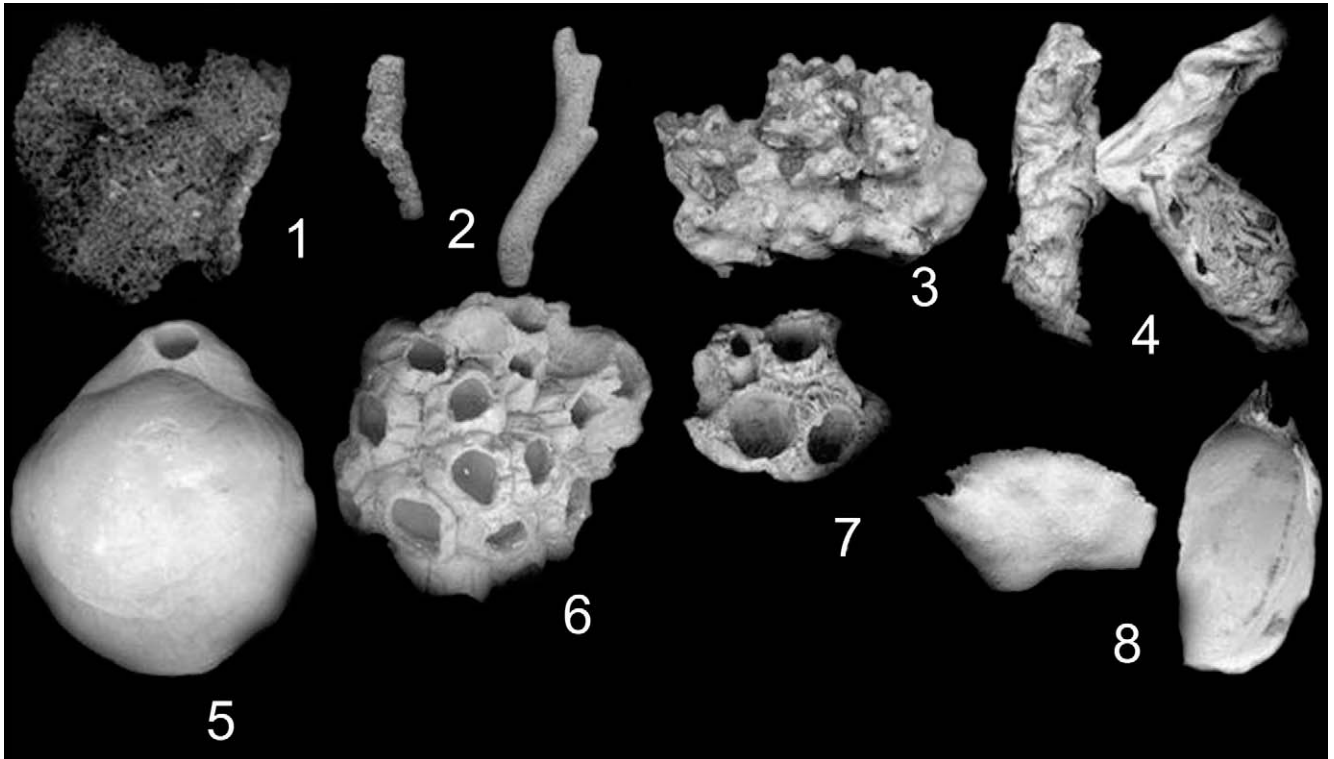


Fig. 8. Otros Invertebrados recuperados en el Holoceno y litoral moderno del área de estudio. 1. Porifera, Reciente, Puerto Mazarredo (PA04A2 s: MLP-DCG-00536). 2. Cnidaria, Holoceno, Puerto Mazarredo (PA04A6: MLP-DCG-00537). 3. Cnidaria, Reciente, Cañadón León (MPA04ANC1 s: MLP-DCG-00540). 4. Serpúlidos (Annelida), Holoceno Norte de Puerto Mazarredo, Punta Bauza (PA04A9: MLP-DCG-00535). 5. Brachiopoda, Reciente, Sur de Cabo Tres Puntas (MPA04A8 s: MLP-DCG-00538). 6. *Balanus* sp., Reciente, Puerto Mazarredo (MPA04Y2 s: MLP-DCG-00541). 7. *Balanus* sp., Holoceno, Punta Murphy (PA04A3Y3: MLP-DCG-00539). 8. Decapoda (Crustacea), Reciente, Cañadón León (MPA04ANC1 s: MLP-DCG-00542).

*Other Invertebrate taxa recovered from the Holocene and modern littoral of the study area.*

ejemplares de *Brachidontes* (taxón que se caracteriza por su conchilla de pequeño tamaño, frágil, fácilmente fragmentable) se encuentran muy bien preservados.

En la TMV (Bahía Lángara, Puerto Mazarredo) la fauna de gastrópodos es más diversa y abundante (*Fissurella* spp., *Tegula*

*atra*, *Crepidula* spp., *Trophon*, *Acanthina*, *Odontocymbiola*); los bivalvos también son más variados (*Brachidontes*, *Aulacomya*, *Solen*, *Protothaca*), entre los que se destaca *Brachidontes* cf. *darwinianus*, especie típica de aguas más cálidas (templado-cálidas y cálidas; Provincias Argentina, Brasileña, Antillana). Son exclusivas de esta terraza *Clausinella*, *Eurhomalea* y *Solen tehuelchus*, esta última frecuente en aguas templadas y templado-cálidas de latitudes más bajas del Atlántico (Provincia Argentina).

En la TMVI son característicos y abundantes, entre los gastrópodos, *Nacella* spp., *Trophon geversianus*, *Buccinanops*, *Siphonaria* y *Tegula*; *Ataxocerithium* es exclusiva aunque escasa. Entre los bivalvos más abundantes figuran los Mitílidos (*Mytilus*, *Brachidontes*, *Aulacomya*) y *Protothaca*. En el litoral moderno son abundantes y característicos los Mitílidos, Pectínidos y Veneraceos.

Por otro lado, desde el punto de vista cuantitativo (Fig. 4), las TM IV y V (Pleistoceno) se caracterizan por la dominancia de *Acanthina monodon* y *Protothaca antiqua*, asociadas a *Tegula atra*. La TMVI (Holoceno medio) por la dominancia fundamentalmente de *Brachidontes* spp., *Nacella* spp. y *Mytilus edulis*, asociados a *Siphonaria lessoni*. Todas las conchillas exhiben excelente estado de preservación, mejor en líneas generales, que las de TMIV y V del Pleistoceno.

En muestras del litoral moderno el predominio de *Trophon* spp., con conchilla mediana a grande, sólida, pesada y

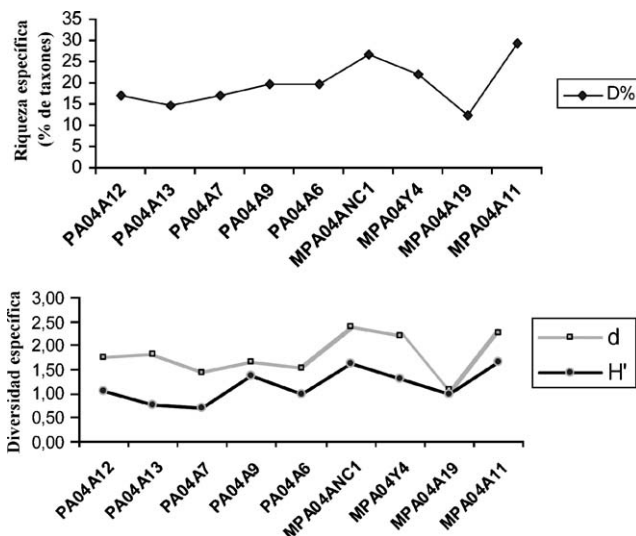


Fig. 9. Riqueza relativa (D%) y Diversidad específica de las muestras analizadas según diferentes índices (Margalef *d* y Shannon-Weaver *H'*). *Relative richness (D%) and species diversity of the analyzed samples according to different indices (Margalef *d* and Shannon-Weaver *H'*).*



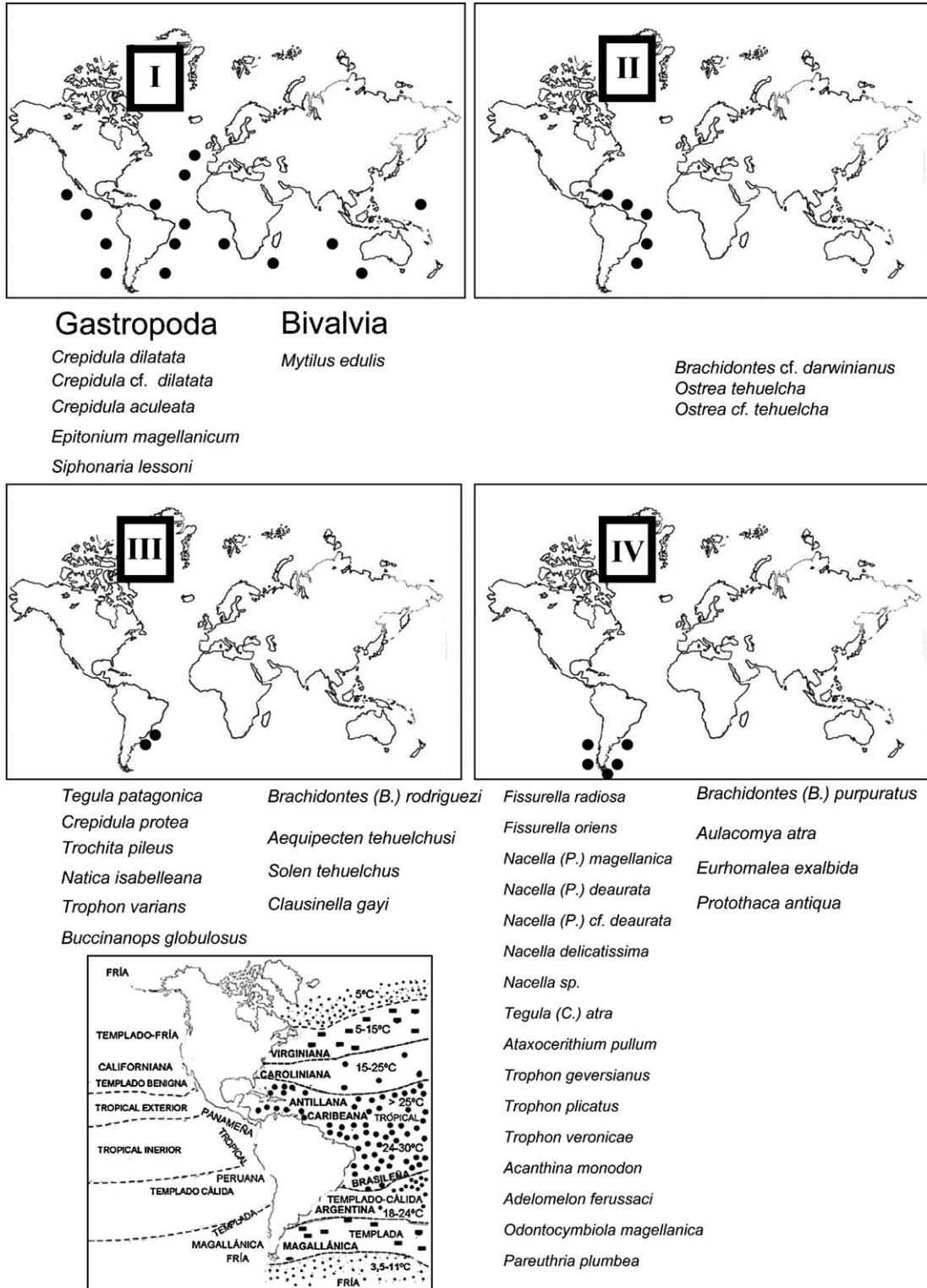


Fig. 10. Distribución geográfica moderna de los gastrópodos y bivalvos identificados en distintas masas de agua oceánica superficial y provincias malacológicas, principalmente a lo largo del Océano Atlántico Sudoccidental. Se indican las principales masas de agua: Tropical (24–30 °C), Subtropical (18–24 °C), Subantártica (3,5–11 °C), Antártica (<3 °C), y las principales provincias del Atlántico occidental: Virgineana, Caroliniana, Antillana, Caribeana, Brasileña, Argentina, Magallánica. Parcialmente modificado de Aguirre y Farinati (2000).

Modern geographical distribution of the identified gastropods and bivalves within different shallow oceanic water masses and malacological provinces, mainly along the Southwestern Atlantic Ocean. Main Shallow oceanic water masses: Tropical (24–30 °C), Subtropical (18–24 °C), Subantarctic (3.5–11 °C), Antarctic (<3 °C). Main provinces for the western Atlantic: Virginean, Carolinean, Antillean, Caribbean, Brazilian, Argentine, Magallanean. Partially modified from Aguirre and Farinati (2000).



resistente a la abrasión y transporte, contrasta en general con su escasez o ausencia en las TM.

En cuanto a los invertebrados asociados, las placas de *Balanus* (Crustacea, Cirripedia) son los elementos más comunes (constantes) y abundantes en todas las terrazas.

4.5. Riqueza y diversidad de las TM (Pleistoceno a actualidad)

El registro malacológico en las TM estudiadas, aunque presenta fidelidad general con las comunidades litorales originales, constituye un inventario parcial y nunca totalmente completo, por lo que existe un sesgo inevitable en la estimación general de la paleobiodiversidad de los depósitos litorales analizados. Ésto es generalmente una consecuencia de la preservación selectiva de conchillas de acuerdo con las características mineralógicas y microestructurales de cada taxón, su dureza y resistencia a la abrasión y el transporte post-mortem, así como de la historia tafonómica particular y el

“time-averaging”, típicos de las concentraciones esqueléticas de ambientes litorales de playa. Aún así, como surge de las comparaciones cualitativas entre las TMIV, V y VI y con el litoral moderno (Fig. 3), no existiría gran pérdida de información.

De acuerdo con ello, y según el conocimiento actual (Apéndice B), la paleobiodiversidad (índices de riqueza específica y de diversidad específica; Fig. 9) es mayor para el Holoceno que para el Pleistoceno, pero menor que la existente en el Mar Argentino en la actualidad. Los depósitos marinos pleistocenos de la Patagonia, tanto en algunos sectores del área estudiada como más al sur en la provincia de Santa Cruz, han sido muy erosionados (TMIV, TMIII). Su contenido paleontológico ha sido menos estudiado y está poco documentado, y resulta difícil establecer estimaciones objetivas sobre su paleobiodiversidad.

Dado que el Holoceno exhibe registros más abundantes y con mejores signos tafonómicos (poca abrasión, fragmentación, disolución, bioerosión), se ha puesto énfasis en la

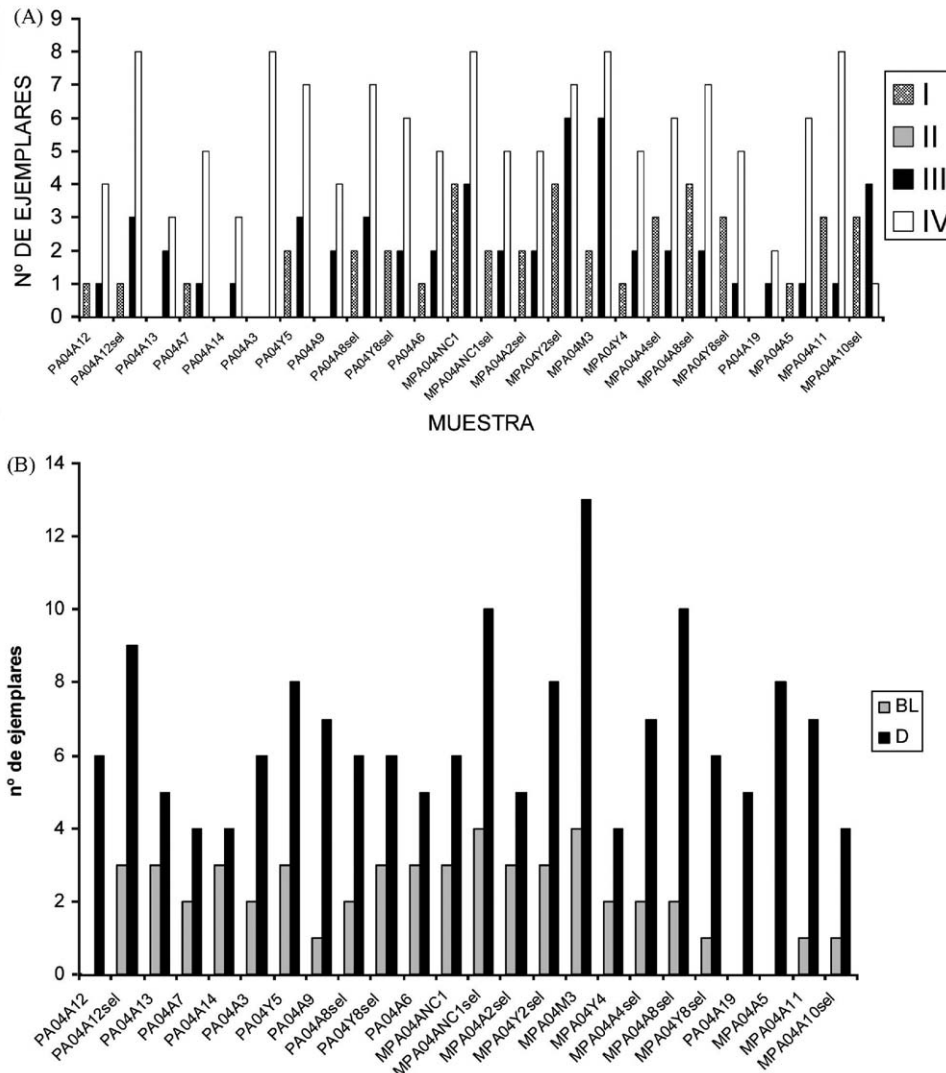


Fig. 11. Características (A) de la temperatura (grupos de taxones I, II, III, IV) y (B) del sustrato (BL: blando; D: duro) presentes en cada muestra. (A) temperature (groups of taxa I, II, III, IV) and (B) substrate characteristics (BL: soft; D: hard) occurring within each sample.

interpretación paleoecológica y paleoambiental de estos registros. En el Holoceno la diversidad general es muy similar a la actual, especialmente para Punta Bauza y Puerto Mazarredo, aunque los máximos valores se observan en el litoral actual, en Cañadón León y en el área de Puerto Deseado. Esto señalaría un aumento progresivo de la riqueza hasta la actualidad, en aguas frías magallánicas, donde es de esperar una mayor productividad como consecuencia de la mayor intensidad de las corrientes frías (Malvinas y Patagónica). También es esperable que las muestras modernas presenten mayor biodiversidad.

#### 4.6. Variaciones biogeográficas (Pleistoceno a actualidad)

Prácticamente todos los taxones identificados cuentan con representantes modernos, principalmente en la Provincia Magallánica (Figs. 1 y 3). Desde el punto de vista paleobiogeográfico los taxones pertenecen a cuatro grandes grupos según su distribución geográfica actual (Fig. 10):

- I - pandémicos;
- II - típicos de la provincia Antillana;
- III - Argentina;
- IV - Magallánica.

El reconocimiento de estos grupos de taxones sigue modelos previos establecidos para el área costera de Argentina (Aguirre y Farinati, 1999) con el fin de interpretar posibles condiciones generales de temperatura oceánica superficial (SST; Fig. 11).

En términos generales, 15,4% de los taxones son pandémicos (masa de agua de distinta SST: *C. dilatata*, *C. cf. dilatata*, *Crepidula aculeata*, *Epitonium magellanicum*, *Siphonaria lessoni*, *Mytilus edulis*), 7,7% del Grupo II (cálidas o templado-cálidas: *Brachidontes cf. darwinianus*, *Ostrea tehuelcha*), 25,6% del Grupo III (templadas a templado-frías: *Tegula patagonica*, *Crepidula protea*, *Trochita pileus*, *Natica isabelleana*, *Trophon varians*, *Olivancillaria cf. auricularia*, *Buccinanops globulosus*; *Brachidontes rodriguezi*, *Solen tehuelchus*, *Aequipecten tehuelchus*, *Clausinella gayi*), y 51,3% del Grupo IV (exclusivamente frías), el cual en la actualidad representa ca. 90% en la Provincia Magallánica (*Fissurella radiosa*, *F. oriens*, *Nacella magellanica*, *N. deaurata*, *N. cf. deaurata*, *Nacella delicatissima*, *Nacella sp.*, *Tegula atra*, *Ataxocerithium pullum*, *Trophon geversianus*, *Trophon plicatus*, *Trophon veronicae*, *Acanthina monodon*, *Adelomelon ferussaci*, *Odontocymbiola magellanica*, *Pareuthria plumbea*; *Brachidontes purpuratus*, *Aulacomya atra*, *Eurhomalea exalbida*, *Protothaca antiqua*).

## 5. Interpretación y discusión

Los registros malacológicos del Cuaternario marino del sector costero norte de Santa Cruz están representados por conchillas cuya morfología y abundancia relativa reflejan, en general, una relación directa con el tipo de sedimento del fondo, profundidad y energía del ambiente litoral, y con la temperatura oceánica superficial (SST; Fig. 11 y Fig. S1).

La constancia y/o predominio de taxones como *Nacella sp.*, *Tegula atra*, *Siphonaria lessoni*, *Trophon sp.* y *Acanthina monodon* (Gastropoda) y de *Brachidontes sp.*, *Protothaca antiqua* y *Mytilus edulis* (Bivalvia; Fig. 4), sugieren que las comunidades originales habrían correspondido a ambientes neríticos poco profundos, del supralitoral e intermareal y/o al infralitoral superior hasta aproximadamente 100 m de profundidad (Fig. S1), de sustratos variados principalmente consolidados, y a aguas templado-frías a frías (Figs. 3 y 10–12) influenciadas probablemente por las mismas corrientes costeras que en la actualidad (Patagónica y de Malvinas).

Las especies que muestran desplazamientos geográficos (*Tegula atra*) (Fig. 6) o extinciones (*Ostrea tehuelcha*) (Fig. 7) son indicativas de leves modificaciones de SST con posterioridad al último episodio marino registrado en el área, de edad Pleistoceno tardío (TMIV) (edad mínima de ca. 29 ka A.P.; PA04A7; Fig. 3 y Apéndice A), que pudieron haber generado estos cambios biogeográficos.

Por otro lado, el predominio de *Trophon sp.*, característicos de aguas frías magallánicas, en muestras modernas y su escasez o ausencia en las TMIV, V y VI, indicaría menor SST en la actualidad.

Sin embargo, en relación con interpretaciones paleoclimáticas, principalmente sobre la base de datos cuantitativos (Figs. 4, 9 y 11), el predominio de taxones típicos de aguas frías y templado-frías (Grupo IV, Fig. 10), que caracteriza tanto las muestras del Pleistoceno y Holoceno como el litoral moderno, sugiere condiciones similares a las de la Provincia Magallánica actual.

La TMIV de Bahía Lángara (PA04A7, edad mínima 32 ka  $^{14}\text{C}$  A.P.), con alto contenido del Grupo IV, muestra al mismo tiempo mayor proporción de elementos del Grupo II (aguas cálidas y templado-cálidas) en comparación con otras muestras pleistocenas, sugiriendo condiciones de SST ligeramente más altas con respecto a la actualidad.

La TMV de Puerto Mazarredo (PA04A12, PA04A12 s; PA04A13; edad mínima 43 ka  $^{14}\text{C}$  A.P.;  $114 \pm 10$ ,  $137 \pm 7$ ,  $108 \pm 10$  A.P.; Apéndice A), con los cuatro grupos de especies representados, muestra también predominio del Grupo IV, pero menos taxones del Grupo II y mayor proporción del Grupo III (aguas templado-cálidas a templadas). En síntesis, para el Pleistoceno en general las diferencias de abundancia relativa (Fig. 4) sugieren una variación latitudinal de N a S con aumento de elementos fríos.

En la TMVI (PA04A8 s, PA04Y8 s, PA04A9, PA04A6, 4–8 ka A.P.) en general con más del 50% de los taxones representativos del Grupo IV, confirma la continuación desde el Pleistoceno de condiciones generales frías. Por lo tanto, a diferencia de las evidencias malacológicas de depósitos holocenos sincrónicos en otras regiones costeras de Patagonia (Golfo San Jorge, Bahía Bustamante, Bahía Vera-Camarones, Puerto Lobos, área de San Antonio Oeste en Golfo San Matías) y de la Provincia de Buenos Aires (Aguirre, 1993a, 1993b, 2003; Aguirre et al., 2008), no se registra a esta latitud la influencia del Óptimo Climático del Holoceno medio (“Hypsithermal”, Máximo Térmico del Holoceno, ca. 7–5 ka A.P.; Kaufman et al., 2004; Briner et al., 2006). Sobre la

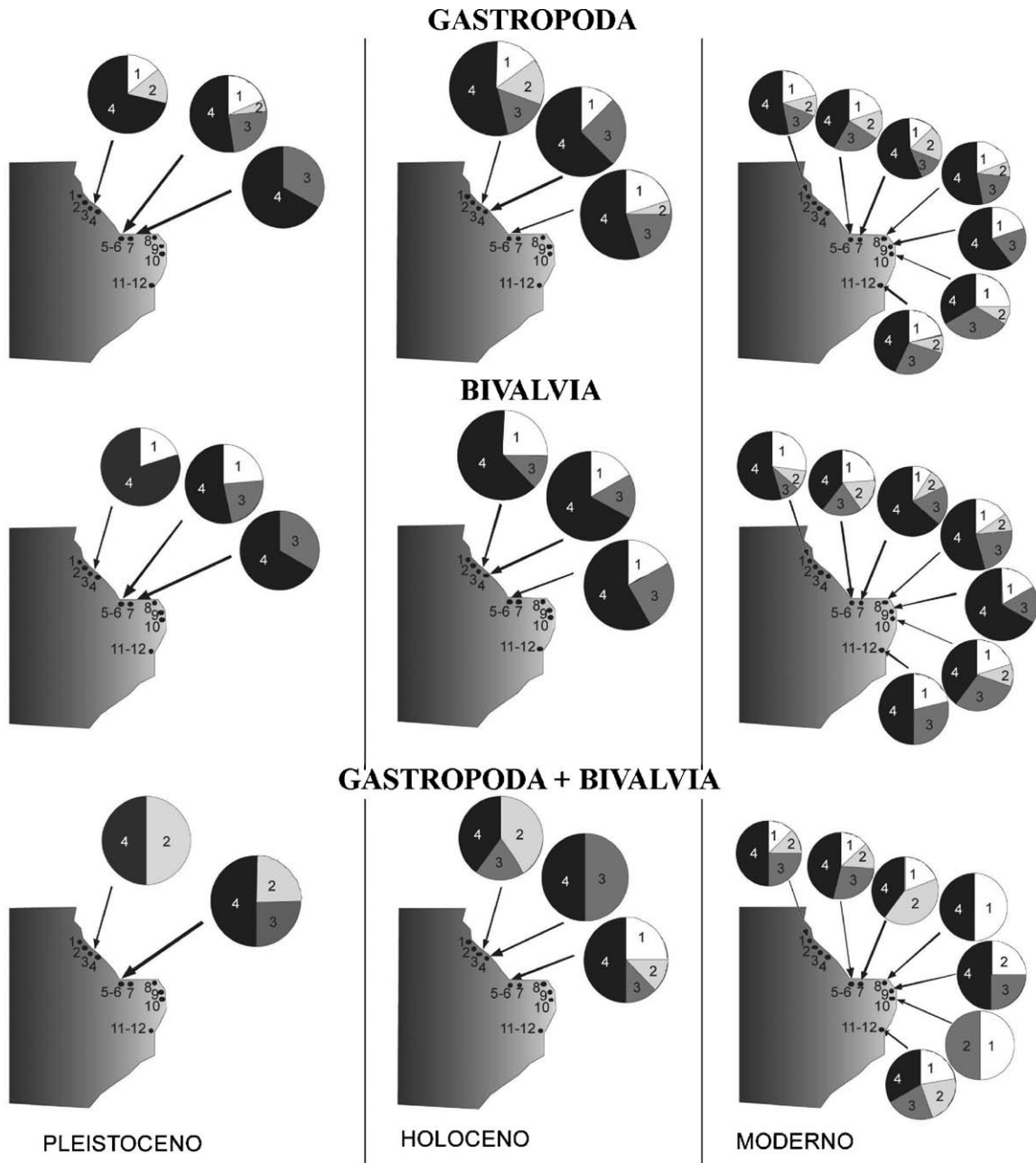


Fig. 12. Grupos de moluscos (Gastropoda, Bivalvia o Gastropoda + Bivalvia) reconocidos de acuerdo con su distribución geográfica moderna: 1, pandémicos; 2, típicos de la Provincia Malacológica Antillana; 3, Argentina; 4, Magallánica (fundamentalmente masas de agua frías). Localidades analizadas: 1, Cañadón León; 2, Punta Murphy; 3, Bahía Lángara; 4, Punta Bauza; 5, Puerto Mazarredo; 6, Baliza de Puerto Mazarredo; 7, Punta Nava; 8, Cabo Tres Puntas; 9, Cabo Blanco; 10, Bahía Tranquila; 11, Puerto Deseado; 12, Ría Deseado.

*Molluscan groups (Gastropoda, Bivalvia or Gastropoda + Bivalvia) recognized according to their stratigraphical and modern geographical distribution: 1, pandemic; 2, typical of the Antillean Malacological Province; 3, Argentine; 4, Magallanean (mainly cold-water masses). Analyzed localities: 1, Cañadón León; 2, Punta Murphy; 3, Bahía Lángara; 4, Punta Bauza; 5, Puerto Mazarredo; 6, Baliza de Puerto Mazarredo; 7, Punta Nava; 8, Cabo Tres Puntas; 9, Cabo Blanco; 10, Bahía Tranquila; 11, Puerto Deseado; 12, Ría Deseado.*

base de las evidencias malacológicas para esta latitud no existen hasta el momento registros que señalen el efecto de este evento que ha sido reconocido de carácter global.

El contraste con el Cuaternario marino de otros sectores costeros de Patagonia al norte del área de este estudio, desde latitudes más altas hacia más bajas, es evidente en el Cuaternario marino del área de Bahía Bustamante (Chubut) donde el Grupo IV sólo predomina en el mar moderno, mientras

en el Pleistoceno y Holoceno es mayor la representatividad del Grupo III. En el sector de Bahía Vera-Camarones (Chubut) el Grupo IV es dominante en la actualidad, en el Holoceno y en el Pleistoceno tardío, excepto en el Pleistoceno medio-tardío donde el Grupo III es mayor que en la actualidad. Puerto Lobos (límite entre Río Negro y Chubut) en lo referente al Holoceno, registra mayor abundancia del Grupo II con respecto a la actualidad, lo que sugiere un escenario correspondiente a la

etapa final del Máximo Térmico del Holoceno (desde ca. 5–4 ka A.P.), evento también documentado para el sector costero bonaerense, ca. 7.5–4.5 ka A.P. En el Cuaternario marino de la región bonaerense, 6% de las especies son exclusivamente frías, el 5% son euritéricas, el 35% cálidos y templado-cálidos (en contraste con el 14% en la actualidad); y el 55% son templado-fríos (Aguirre, 2002; Aguirre et al., 2005a, 2005b, 2006b).

Esta situación podría explicarse por la intensidad, acentuada en latitudes altas de la Patagonia, de la Corriente de Malvinas, con la influencia creciente del patrón de circulación oceánica posterior a la apertura del Pasaje de Drake (Beu et al., 1997) a través de la Deriva Oceánica del Oeste (Corriente Circumpolar Pacífica). Este escenario habría facilitado la inmigración de taxones fríos desde la costa pacífica chilena (i.e., especies de *Nacella*, *Tegula*, *Mytilus*, *Brachidontes*, *Protothaca*).

La mayor riqueza y diversidad específica en general para el Holoceno medio (PA04A6 y A9; Figs. 4 y 9) estarían ligadas con condiciones ambientales relativamente homogéneas y estables durante este lapso, permitiendo la existencia de un hábitat heterogéneo, en aguas productivas frías, como ocurre en otras regiones más australes (Gordillo et al., 2005, canales fueguinos).

La paleobiodiversidad para el Holoceno medio es menor en comparación con la observada en depósitos sincrónicos de áreas costeras patagónicas (Chubut, Río Negro) y del sector bonaerense (Bahía Blanca-Punta Indio), corroborando una variación latitudinal, decreciente hacia el sur, en coincidencia con otras fuentes de evidencia bentónicas (briozoos, moluscos) o planctónicas (zooplancton).

Sin embargo, la significación de las variaciones composicionales y de los patrones de diversidad, fundamentalmente durante el Holoceno y Pleistoceno tardío, aún deben ser explorados, analizados y discutidos dentro del marco de trabajos más detallados basados en estudios geocronológicos e isotópicos (en curso), ya que constituyen aspectos relevantes para evaluar efectos de cambios climáticos recientes durante episodios interglaciales (Haq et al., 1987; Burckle, 1993; Winnograd et al., 1997; Zazo, 1999a, 1999b; Zazo et al., 2007) sobre las faunas marinas (Ortlieb et al., 1990, 1996a, 1996b; Roy et al., 1995; Cohen et al., 1992; Fields et al., 1993; Clarke, 1993; Guzmán et al., 1995; Murray-Wallace et al., 2000; Hellberg et al., 2001; Warwick y Turk, 2002; Cintra-Buenrostro et al., 2002; Zachert et al., 2003; Kitamura y Ubukata, 2003; Mayewski et al., 2004; Carré et al., 2005; Martínez et al., 2006).

En relación con las especies mencionadas previamente para localidades cercanas al norte del área de estudio (Golfo San Jorge; Feruglio, 1950; Aguirre, 2003), se destaca la ausencia en la costa norte de Santa Cruz de *Mulinia edulis* (Pleistoceno y Holoceno), *Hiatella arctica* (Pleistoceno y Holoceno) y *Darina solenoides* (litoral moderno). Estos bivalvos, típicos de fondos blandos, contrastan con el paleoambiente típico de fondos consolidados (Fig. 11) que sugiere la malacofauna en su conjunto para el área de este estudio (Apéndice C).

Si bien parte de las especies identificadas coinciden en líneas generales con las mencionadas o ilustradas por Feruglio (1933a, 1933b, 1950) para las terrazas de este estudio (TM IV, V y VI) o para el litoral moderno (Apéndice C), un total de 14

taxones se citan por primera vez para la costa norte de Santa Cruz (# indica los taxones que corresponden al Cuaternario): *Ataxocerithium pullum*#, *Crepidula protea*#, *C. aculeata*#, *Trochita pileus*, *Natica isabelleana*, *Epitonium magellanicum*, *Trophon plicatus*, *T. veronicae*, *Adelomelon ferrusacii*#, *Olivancillaria* cf. *auricularia* (Gastropoda), y *Brachidontes rodriguezii*#, *Aequipecten tehuelchus*, *Ostrea tehuelcha*#, *Solen tehuelchus*# (Bivalvia).

Por otro lado, varias especies reconocidas en el área no están documentadas hasta el momento (para el Cuaternario o modernas) en otras áreas costeras de Argentina: *Trophon veronicae*, *Trophon plicatus*, *Adelomelon ferussaci*, *Brachidontes* cf. *darwinianus*.

Las especies comunes con el área costera bonaerense son (Apéndice C): *Tegula patagonica*, *Crepidula protea*, *C. dilatata*, *C. aculeata*, *Natica isabelleana*, *Epitonium magellanicum*, *Adelomelon* sp., *Olivancillaria* cf. *auricularia*, *Pareuthria plumbea*, *Buccinanops globulosus*, *Siphonaria lessoni* (Gastropoda) y *Mytilus edulis*, *Brachidontes rodriguezii*, *Aequipecten tehuelchus* (Bivalvia).

Se observan algunas similitudes taxonómicas con la malacofauna de la costa pacífica del cono sur de Sudamérica, mayormente especies comunes típicas del intermareal rocoso moderno de aguas frías (i.e., *Fissurella*, *Nacella*, *Tegula*, *Crepidula*, *Trochita*, *Acanthina*, *Siphonaria*; *Mytilus*, *Aulacomya*, *Brachidontes*, *Protothaca*, *Clausinella*, *Eurhomalea*, *Petricola*; Aldea y Valdovinos, 2005). Por otro lado, se reconocen diferencias marcadas entre la malacofauna de la costa pacífica del norte de Chile (sin *Nacella*, *Trophon*, *Adelomelon*, *Pareuthria*, *Buccinanops*, *Mytilus edulis*, *Aequipecten tehuelchus*, *Solen*; Guzmán et al., 1998) y la costa atlántica patagónica, especialmente de la Provincia Magallánica a lo largo de la costa norte de Santa Cruz. Estas similitudes y diferencias responderían al control diferencial que sobre el litoral chileno ejercen desde el sur la Corriente fría de Humboldt (rama de la Deriva Oceánica del Oeste) hasta ca. 6°S y desde el norte, a lo largo de Perú y Ecuador, la Corriente cálida Panameña, con una zona de transición entre 4–6°S. Mientras que a lo largo del Atlántico la Provincia Magallánica está caracterizada por aguas templadas frías y frías subantárticas (Boltovskoy, 1979, 2007).

## 6. Consideraciones finales

El estudio efectuado amplía la caracterización malacológica del Cuaternario marino de Argentina, actualizando interpretaciones sobre condiciones paleoambientales durante episodios marinos altos, patrones de paleobiodiversidad, y comparaciones entre distintos sectores de Patagonia con el litoral bonaerense y con otras áreas costeras del hemisferio sur.

- Se estudian por primera vez desde el punto de vista paleontológico varias localidades fosilíferas. Para el Pleistoceno: **Localidad Bahía Lángara** (46° 40' 51" S, 67° 13' 05" O; muestra PA04A7; 29080 ± 455/430 sobre *Protothaca antiqua* correlacionable con la TMV), localidad no estudiada por Feruglio (1950) ni Aguirre (2003). Para el Holoceno:



**Punta Murphy** (46° 38' 56,37" S, 67° 14' 54,03" O; muestras PA04A3-Y3 s), no estudiada por Feruglio (1950); **Bahía Lángara** (46° 40' 51" S, 67° 13' 05" O; muestra PA04Y5 s), no estudiada por Feruglio (1950); **Punta Bauza** (46° 42' 17,7" S, 67° 08' 51" O; muestra PA04Y8, PA04A6; 1335 ± 50 sobre *Nacella deaurata*) no estudiada por Feruglio (1950) ni por Codignotto et al. (1988);

- Entre la malacofauna del sector costero estudiado, entre Bahía Lángara y Puerto Deseado, donde se preservan tres series principales de TM (IV, V, VI) originadas desde ca. 242 ka A.P. (MIS9/7?-1), fue posible reconocer conchillas bien preservadas y de taxones representativos de las comunidades originales, ideales para dataciones radiocarbónicas convencionales: *Protothaca antiqua* (29,080 ± 455/430, 3395 ± 50, 1710 ± 50; 1525 ± 50 años <sup>14</sup>C A.P.), *Eurhomalea exalbida* (3396 ± 50, 2800 ± 60 años <sup>14</sup>C A.P.) y *Nacella deaurata* (1335 ± 50, 1275 ± 40 años <sup>14</sup>C A.P.);
- Los taxones identificados (33 gastrópodos, 16 bivalvos; asociados con cnidarios, briozoos, balánidos, decápodos, poliquetos serpulidos) indican paleoambientes típicamente litorales, someros (supramareal-sublitoral superior), sustratos variados predominantemente consolidados, energía considerable, aguas templado-frías o frías similares al litoral vecino moderno (Provincia Malacológica Magallánica);
- La malacofauna en su conjunto sugiere para las TM condiciones ambientales de sustrato, temperatura, y energía, homogéneas y similares a las modernas desde el Pleistoceno. Las condiciones paleoceanográficas habrían sido semejantes al patrón regional moderno (controlado por Corrientes de Malvinas y Patagónica). Localmente para el Holoceno no se evidencia el efecto paleobiogeográfico del Óptimo Climático, tal como fue registrado en otras latitudes más bajas de Argentina;
- Las TMIV y V (Pleistoceno) se caracterizan por *Acanthina monodon* y *Protothaca antiqua*; la TMVI (Holoceno medio) por *Nacella* spp., *Brachidontes* spp. y *Mytilus edulis*. El predominio de *Trophon* spp., característicos de aguas frías magallánicas, en muestras modernas y su escasez o ausencia en las TM, indicaría una SST levemente menor en la actualidad. Los escasos desplazamientos geográficos o extinciones están representados sólo por dos taxones: *Tegula atra* y *Ostrea tehuelcha*;
- Se citan por primera vez para este sector de Argentina: *Trophon veronicae*, *Trophon plicatus*, *Adelomelon ferussaci*, *Brachidontes* cf. *darwinianus*.

Dado que esta región resulta clave para reconocer patrones paleobiogeográficos desde los últimos eventos transgresivo-regresivos, así como el origen de la malacofauna litoral moderna del Atlántico Sudoccidental, y la respuesta de la biota bentónica litoral a los cambios climáticos del Cuaternario, resulta indispensable efectuar en futuros estudios multidisciplinarios un mapeo detallado de unidades morfoestructurales y análisis de isótopos estables, junto con la obtención de un control geocronológico más preciso, para muestras de distintos episodios marinos del Cuaternario preservados en el área. La exposición de varios niveles de terrazas holocenas (cordones

interior, medio, exterior) en localidades como Puerto Mazarredo (este trabajo) y Puerto Pajarito (Codignotto, 1983, 1984) brindarían una excelente oportunidad para poner a prueba las interpretaciones geocronológicas (Rutter et al., 1990; Schellmann y Radtke, 2000; Rostami et al., 2000) y paleoambientales efectuadas hasta el momento.

## Agradecimientos

Los comentarios y sugerencias de Ester Farinati, Ángel González-Delgado y Gilles Escarguel enriquecieron la versión final del trabajo. El Dr. J.O. Codignotto brindó sus conocimientos y experiencia en relación con las terrazas marinas cuaternarias de la Patagonia. El Dr. Roberto Kokot asesoró en parte de los trabajos de campo. Las campañas efectuadas y los trabajos de laboratorio fueron solventados a través de subsidios del CONICET (PIP5077/4), Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 468) y Programa de Incentivos (N11 459, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP).

## Apéndices A–C. Material suplementario

Una figura suplementaria (Fig. S1) y los datos suplementarios asociados a este artículo están disponibles en la versión electrónica a [doi:10.1016/j.geobios.2009.01.002](https://doi.org/10.1016/j.geobios.2009.01.002).

## Referencias

- Aguirre, M.L., 1990. Holocene Macrobenthic Molluscan Associations from North-eastern Buenos Aires Province Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 7, 161–195.
- Aguirre, M.L., 1993a. Caracterización faunística del Cuaternario marino del noreste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Asociación Geológica Argentina* 47, 31–54.
- Aguirre, M.L., 1993b. Palaeobiogeography of the Holocene molluscan fauna from Northeastern Buenos Aires Province, Argentina: its relation to coastal evolution and sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 102, 1–26.
- Aguirre, M.L., 2001. Molluscs as indicators of climatic changes in the marine Holocene of Argentina (South America). Abstract, International Symposium on Climatic Variability during the Quaternary in South America. V Iberian Quaternary Meeting and I Congress of Countries of Iberian Languages, Lisboa, 382–385.
- Aguirre, M.L., 2002. Optimo climático en el Holoceno marino de la Argentina: evidencias Malacológicas. In: Cabaleri, N., Cingolani, C.A., Linares, E., López de Luchi, M.G., Osters, H.A., Panarello, H.O. (Eds.), *Actas XV Congreso Geológico Argentino* 1, pp. 548–553.
- Aguirre, M.L., 2003. Late Pleistocene and Holocene palaeoenvironments in Golfo San Jorge. Patagonia: molluscan evidence. *Marine Geology* 194, 3–30.
- Aguirre, M.L., Codignotto, J.O., 1998. Bivalvos y gastrópodos del Cuaternario marino (Pleistoceno y Holoceno) de Patagonia Central (Sur de Chubut y Norte de Santa Cruz), Argentina. VII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Bahía Blanca. Resúmenes, 121.
- Aguirre, M.L., Dellatorre, F., Codignotto, J., Kokot, R., 2005a. Malacofauna y paleoambientes del Pleistoceno y Holoceno de Puerto Lobos-Bahía Cracker (norte de Patagonia, Argentina). *Actas XVI Congreso Geológico Argentino* 4, 185–192.
- Aguirre, M.L., Farinati, E.A., 1999. Paleobiogeografía de las faunas de Moluscos Marinos del Neógeno y Cuaternario del Atlántico Sudoccidental. *Revista Sociedad Geológica de España* 12, 93–112.

- Aguirre, M.L., Farinati, E.A., 2000. Moluscos Marinos del Cuaternario de Argentina. *Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 64, 236–333.
- Aguirre, M.L., Hlebzsebitch, J., Dellatorre, F., 2008. Late Cenozoic Invertebrate Paleontology, with emphasis on Mollusks. In: Rabassa, J. (ed.), *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. Chapter 14. Developments in Quaternary Sciences, 11, Elsevier, Amsterdam, pp. 285–325.
- Aguirre, M.L., Negro Sirch, Y., Richiano, S., 2005b. Late Quaternary Molluscan Assemblages from Bahía Bustamante coastal area (Patagonia, Argentina): Palaeoecology and Palaeoenvironments. *Journal of South American Earth Sciences* 20, 13–32.
- Aguirre, M.L., Pérez, S.I., Negro Sirch, Y., 2006a. Morphological variability of Brachidontes Swainson (Bivalvia, Mytilidae) in the marine Quaternary of Argentina (SW Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 239, 100–125.
- Aguirre, M.L., Richiano, S., Negro Sirch, Y., 2006b. Palaeoenvironments and palaeoclimates of the Quaternary molluscan faunas from the coastal area of Bahía Vera-Camarones (Chubut, Patagonia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 229, 251–286.
- Aguirre, M.L., Richiano, S., Negro Sirch, Y., 2007. Moluscos de terrazas marinas cuaternarias del área de Camarones, Patagonia. *Bolletí de la Societat d'Historia Natural de les Balears*.
- Aguirre, M.L., Whatley, R.C., 1995. Late Quaternary marginal marine deposits from north-eastern Buenos Aires Province. Argentina: a review. *Quaternary Science Reviews* 14, 223–254.
- Aldea, C., Valdovinos, C., 2005. Moluscos del intermareal rocoso del centro-sur de Chile (36°–38°S): taxonomía y clave de identificación. *Gayana* 69, 364–396.
- Ameghino, C., 1890. Exploraciones geológicas en la Patagonia. *Boletín del Instituto Geográfico Argentino* 11, 1–46.
- Angulo, R., Fidalgo, F., Gomez Peral, A., Schnack, E., 1979. Las ingresiones marinas cuaternarias en la Bahía de San Antonio y sus vecindades, Provincia de Río Negro. *Actas VII Congreso Geológico Argentino*. Neuquén 1, 271–283.
- Bastida, R., Roux, A., Martínez, E., 1992. Benthic communities of the Argentine continental shelf. *Oceanologica Acta* 15, 687–698.
- Bastida, R., Zamponi, M., Bremec, C., Roux, A., Genzano, G., Elías, R., 2007. Las comunidades bentónicas. In: Boschi, E. (ed.), *El mar y sus recursos pesqueros*, 5. Los moluscos de interés pesquero. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, pp. 89–123.
- Bertels, A., 1979. Paleobiogeografía de los foraminíferos del Cretácico superior y Cenozoico de América del Sur. *Ameghiniana* 16, 273–356.
- Beu, A., Griffin, M., Maxwell, P., 1997. Opening of the Drake Passage gateway and Late Miocene to Pleistocene cooling reflected in Southern Ocean molluscan dispersal. Evidence from New Zealand and Argentina. *Tectonophysics* 281, 83–97.
- Boltovskoy, E., 1979. Palaeoceanografía del Atlántico Sudoccidental desde el Mioceno según estudios foraminíferológicos. *Ameghiniana* 16, 357–389.
- Boltovskoy, D., 1981. Características biológicas del Atlántico Sudoccidental. In: Boltovskoy, D. (Ed.), *Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino*. Publicación Especial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, pp. 239–251.
- Boltovskoy, D. (Ed.) 2007. *Atlas de Sensibilidad Ambiental de la costa y el Mar Argentino*. atlas.ambiente.gov.ar.
- Boltovskoy, D., Correa, N., Boltovskoy, A., 2005. Diversity and endemism in cold waters of the South Atlantic: contrasting patterns in the plankton and the benthos. *Scienza Marina* 69, 17–26 (supplement 2).
- Boltovskoy, D., Gibbons, M.J., Hutchings, L., Binet, D., 1999. General Biological Features of the South Atlantic. In: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1–42.
- Briner, J.P., Michelutti, N., Francis, D.R., Miller, G.H., Axford, Y., Wooller, M.J., Wolfe, A.P., 2006. A multi-proxy lacustrine record of Holocene climate change on northeastern Baffin Island, Arctic Canada. *Quaternary Research* 65, 431–442.
- Burckle, L., 1993. Late Quaternary interglacial stages warmer than present. *Quaternary Science Reviews* 12, 825–831.
- Carcelles, A., 1950. Catálogo de los moluscos marinos de la Patagonia. *Anales Museo Nacional Nahuel Huapí Perito* 2, 41–100.
- Carcelles, A., Williamson, S., 1951. Catálogo de los moluscos marinos de la provincia magallánica. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales B. Rivadavia. Ciencias Geológicas* 2, 225–383.
- Carré, M., Bentaleb, I., Blamart, D., Ogle, N., Cardenas, F., Zeballos, S., Kalin, R., Ortlieb, L., Fontugne, M., 2005. Stable isotopes and sclerochronology of the bivalve *Mesodesma donacium*: potential application to Peruvian paleoceanographic reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 228, 4–25.
- Castellanos, Z., 1967. Catálogo de los moluscos marinos bonaerenses. *Anales Comisión Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires* 8, 1–365.
- Castellanos, Z.A., Landoni, N., 1988–1993. Catálogo descriptivo de la malacofauna marina magallánica. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, La Plata.
- Cintra-Buenrostro, C.E., Foster, M.S., Meldahl, K.H., 2002. Response of nearshore marine assemblages to global change: a comparison of molluscan assemblages in Pleistocene and modern rhodolith beds in the southwestern Gulf of California, Mexico. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 183, 299–320.
- Cionchi, J.L., 1987. Depósitos marinos cuaternarios de Bahía Bustamante, provincia del Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42, 61–72.
- Cionchi, J.L., 1988. Geomorfología de la Bahía Bustamante y zonas adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43, 51–62.
- Clapperton, C., 1993. *Quaternary Geology and Geomorphology of South America*. Elsevier, Amsterdam/New York.
- Clarke, A., 1993. Temperature and extinction in the sea: a physiologists view. *Paleobiology* 19, 499–518.
- Codignotto, J.O., 1983. Depósitos elevados y/o de Acreción Pleistoceno-Holoceno en la costa Fueguino-Patagónica. Simposio Oscilaciones del nivel del mar durante el ultimo hemicycle deglacial en Argentina. (IGCP 200), Universidad Nacional de Mar del Plata. *Actas* 12–26.
- Codignotto, J.O., 1984. Estratigrafía y geomorfología del Pleistoceno-Holoceno costanero entre los 53° 30' S y 42° 00' S, Argentina. IX Congreso Geológico Argentino (San Carlos de Bariloche, 1984), *Actas* III. Buenos Aires 513–519.
- Codignotto, J.O., 1987. Cuaternario marino entre Tierra del Fuego y Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42, 208–212.
- Codignotto, J.O., Beros, J.O., Trebino, C.A., 1987. Nuevo método cronoestratigráfico, morfocronología en secuencia deposicional cordoniforme. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42, 462–468.
- Codignotto, J.O., Cesari, C.A., Beros, C., 1990a. Morfocronología secuencial evolutiva holocena en Bahía Solano. Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45, 205–212.
- Codignotto, J.O., Kokot, R., Marcomini, S., 1990b. Modelo costanero del Cuaternario Tardío, Argentina. *International Symposium on Quaternary Shorelines: Evolution, Processes and Future Changes*, La Plata, Abstracts, 15.
- Codignotto, J., Kokot, R., Marcomini, S., 1992. Neotectonism and sea-level changes in the zone of Argentina. *Journal of Coastal Research* 8, 125–133.
- Codignotto, J.O., Marcomini, S.C., Santillana, S.N., 1988. Terrazas marinas entre Puerto Deseado y Bahía Bustamante, Santa Cruz. Chubut. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 43, 43–50.
- Cohen, A., Parkington S J., Brundrit, G., van der Merwe, N., 1992. A Holocene marine climate record in mollusk shells from the southwest African coast. *Quaternary Research* 38, 371–378.
- Darwin, C., 1846. *Geological observations on South America*. Smith, Elder and Co., 65, Cornhill, London.
- D'Orbigny, A., 1834–1847. *Voyage dans l'Amérique Méridionale*. Mollusques. Tome V (3), xliii + 758 pps., atlas (Tome 9), Paris and Strasbourg.
- D'Orbigny, A., 1842–1844. *Voyage dans l'Amérique Méridionale*. Paléontologie. Tome III (4), 1–152. Paris and Strasbourg.
- Farinati, E., 1985. Paleontología de los sedimentos marinos holocenos de los alrededores de Bahía Blanca. Provincia de Buenos Aires. *Ameghiniana* 21, 211–222.
- Feruglio, E., 1932. Las terrazas marinas del Golfo San Jorge (Patagonia). *Boletín Informaciones Petrolíferas* 9, 89.

- Feruglio, E., 1933a. I terrazi marini della Patagonia. *Giornali di Geologia: Annali del Reale Museo Geologico di Bologna* 8bis 1–288.
- Feruglio, E., 1933b. Nuevos datos sobre las terrazas marinas de la Patagonia. *Boletín Informaciones Petrolíferas* 10, 87–111.
- Feruglio, E., 1936–1937. *Palaeontographia Patagonica*. Memoire dell' Instituto Geologico della Realle Università di Padova 12, 193–384.
- Feruglio, E., 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección General de Y.P.F., Tomo 2, Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1950. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección General de Y.P.F., Tomo 3, Buenos Aires.
- Fields, P.A., Graham, J.B., Rosenblatt, R.H., Somero, G.N., 1993. Effects of expected global climate change on marine faunas. *Trends in Ecology and Evolution* 8, 361–367.
- Forcelli, D., 2000. Moluscos Magallánicos. Vazquez Mazzini, Buenos Aires.
- Gordillo, S., 1991. Paleocología de moluscos marinos del Holoceno medio de Isla Gable, Canal de Beagle, Tierra del Fuego. Argentina. *Ameghiniana* 28, 127–133.
- Gordillo, S., 1998. Distribución biogeográfica de los Moluscos Holocenos del Litoral Argentino-Uruguayo. *Ameghiniana* 35, 163–180.
- Gordillo, S., 2006a. The presence of *Tawera gayi* (Hupé in Gay, 1854) (Veneridae, Bivalvia) in southern South America: Did *Tawera* achieve a Late Cenozoic circumpolar traverse? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 587–601.
- Gordillo, S., 2006b. Pleistocene Retrotapes del Río, 1997 (Veneridae, Bivalvia) from Tierra del Fuego. Argentina. *Ameghiniana* 43, 757–761.
- Gordillo, S., Bujalesky, G., Pirazzoli, P., Rabassa, J., Saliege, J., 1992. Holocene raised beaches along the northern coast of the Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 99, 41–54.
- Gordillo, S., Coronato, A., Rabassa, J., 1990. Paleocología and geomorphological evolution of a fjord during the Late-Glacial and the Early Middle Holocene of Tierra del Fuego. In: Isla, F. (Ed.), *The Quaternary of Tierra del Fuego (Argentina)*. Field Guidebook.
- Gordillo, S., Coronato, A., Rabassa, J., 2005. Quaternary molluscan faunas from the island of Tierra del Fuego alter the Last Glacial Maximum. *Scientia Marina* 69, 1–12 (supplement 2).
- Guerrero, R.A., Piola, A.R., 1997. Masas de agua de la plataforma continental. In: Boschi, E.E. (Ed.), *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. INIDEP, Mar del Plata, pp. 107–118.
- Guilderson, T.P., Burckle, L., Hemming, S., Peltier, W., 2000. Late Pleistocene sea level variations derived from Argentine Shelf. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 1, doi:10.1029/2000GC000098.
- Guzmán, N., Ortlieb, L., Díaz, A., Llagosterra, A., 1995. Mollusks as indicators of paleoceanographic changes in northern Chile. *Annual Meeting IGCP 367, Antofagasta, Chile. Abstracts*, 43.
- Guzmán, N., Saá, S., Ortlieb, L., 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile). *Estudio Oceanológicos* 17, 17–86.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1987. Chronology of the fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* 235, 1156–1167.
- Hatcher, J.B., 1903. *Geography of Southern Patagonia*. In: Scott, W.B. (Ed.), *Reports of the Princeton University Expedition to Patagonia 1896-1899*. J. Pierpoint Morgan Publishing Foundation, Narrative of the expeditions 1, Princeton, pp. 45–332.
- Hellberg, M.E., Balch, D.P., Roy, K., 2001. Climate-driven range expansion and morphological evolution in a marine gastropod. *Science* 292, 1707–1710.
- Kaufman, D.S., Ager, T.A., Anderson, N.J., Anderson, P.M., Andrews, J.T., Bartlein, P.J., Brubaker, L.B., Coats, L.L., Cwynar, L.C., Duvall, M.L., Dyke, A.S., Edwards, M.E., Eisner, W.R., Gajewski, K., Geirsdottir, A., Hu, F.S., Jennings, A.E., Kaplan, M.R., Kerwin, M.W., Lozhkin, A.V., MacDonald, G.M., Miller, G.H., Mock, C.J., Oswald, W.W., Otto-Bliessner, B.L., Porinchu, D.F., Ruhland, K., Smol, J.P., Steig, E.J., Wolfe, B.B., 2004. Holocene thermal maximum in the Western Arctic (0 to 180°W). *Quaternary Science Reviews* 23, 529–560.
- Kidwell, S., 1986. Models for fossil concentrations: paleobiologic implications. *Paleobiology* 12, 6–24.
- Kitamura, A., Ubukata, T., 2003. The sequence of local recolonization of warm-water marine molluscan species during a deglacial warming climate phase: a case study from the early Pleistocene of the Sea of Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 199, 83–94.
- Knox, G.A., 1960. Littoral ecology and biogeography of the southern oceans. *Proceedings of the Royal Society of London B* 152, 577–624.
- Kowalewski, M., Flessa, K., 1995. Comparative taphonomy and faunal composition of shelly cheniers from northeastern Baja California. Mexico. *Ciencia Marina* 21, 155–177.
- Lasta, C., Ciocco, N., Bremec, C., Roux, A., 1998. Moluscos bivalvos y gasterópodos. In: Boschi, E.E. (Ed.), *Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos*. El Mar y Sus Recursos Pesqueros, 2. Publicación del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, 1046, Mar del Plata, pp. 115–142.
- López, R., Marcomini, S., Penchaszadeh, P., Laprida, C., 2005. Registros de episodios no periódicos en las playas del noreste de la Provincia de Buenos Aires. *Actas XVI Congreso Geológico Argentino (La Plata)* 573–580.
- Lutaenko, K.A., Je, J.-G., Shin, S.-H., 2002. Report on bivalve mollusks from beach death assemblages in Gangwon and Gyeongsangbuk Provinces, Korea (East Sea). *The Korean Journal of Malacology* 18, 27–40.
- Martínez, S., Rojas, A., Ubilla, M., Verde, M., Perea, D., Piñeiro, G., 2006. Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology, and palaeoenvironmental signals. *Ameghiniana* 43, 385–398.
- Mayewski, P., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlén, W., Maasch, K.A., Meeker, L.D., Meyerson, E., Gasse, F., van Kreveland, S., Holmgren, K., Lee-Throp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R., Steig, E., 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62, 243–255.
- Mehdahl, K., 1994. Biofacies and taphofacies of a Holocene macrotidal environment: Bahía La Cholla, northern Gulf of California. *Ciencia Marina* 20, 555–583.
- Meldahl, K., 2001. Shells. In: Briggs, D.E.G., Crowther, P.R. (Eds.), *Palaeobiology II*, Chapter 3, 1. 7. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 262–264.
- Murray-Wallace, C.V., Beu, A.G., Kendrick, G.W., Brown, L.J., Belperio, A.P., Sherwood, J.E., 2000. Palaeoclimatic implications of the occurrence of the arcoid bivalve *Anadara trapezia* (Deshayes) in the Quaternary of Australasia. *Quaternary Science Reviews* 19, 559–590.
- Núñez Cortés, C., Narosky, T., 1997. *Cien Caracoles Argentinos*. Editorial Albatros, Buenos Aires.
- Ortlieb, L., Devries, T., Díaz, A., 1990. Ocurrencia de *Chione broggi* (Pilsbry y Olsson, 1943) (Pelecypoda) en depósitos litorales cuaternarios del sur de Perú: implicaciones paleoceanográficas. *Boletín Sociedad Geológica del Perú* 81, 127–134.
- Ortlieb, L., Díaz, A., Guzmán, N., 1996a. A warm interglacial episode during Oxygen Isotope Stage 11 in Northern Chile. *Quaternary Science Reviews* 15, 857–871.
- Ortlieb, L., Zazo, C., Goy, J., Dabrio, C., Macharé, J., 1996b. Pampa del Palo: an anomalous composite marine terrace on the uprising coast of southern Peru. *Journal of South American Earth Sciences* 9, 367–379.
- Ortmann, A.E., 1900. Synopsis of the collections of Invertebrate fossils made by the Princeton Expedition to Southern Patagonia. *American Journal of Science* 10, 368–381.
- Ortmann, A.E., 1902. Tertiary invertebrates. In: Scott, W.B. (Ed.), *Reports of the Princeton University Expedition to Patagonia 1896-1899*. J. Pierpoint Morgan Publishing Foundation, Narrative of the expeditions 1, Princeton, pp. 45–332.
- Pastorino, G., 1994. Los gastrópodos de las terrazas marinas cuaternarias de Río Negro y Chubut. Doctoral Thesis, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.(unpublished).
- Pastorino, G., 2000. Asociaciones de moluscos de las terrazas marinas cuaternarias de Río Negro y Chubut. *Ameghiniana* 37, 131–156.
- Peltier, W.R., Rostami, K., 2000. The Holocene and Pleistocene history of relative sea level change in Argentinian Patagonia. *International Conference: "Coastal Interactions during sea-level highstands"*, Puerto Madryn, Argentina. Abstracts, 61.
- Riccardi, A.C., 2007. Terciario y Cuaternario: definición y posición. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62, 485–487.
- Ríos, E., 1994. *Seashells of Brazil*. Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande.

- Rostami, K., Peltier, W.R., Mangini, A., 2000. Quaternary marine terraces, sea-level changes and uplift history of Patagonia, Argentina: comparisons with predictions of the ICE-4G (VM2) model of the global process of glacial isostatic adjustment. *Quaternary Science Reviews* 19, 1495–1525.
- Roux, A., Fernández, M., 1997. Caracterización de los fondos de pesca del langostino patagónico *Pleoticus muelleri* en el Golfo San Jorge y litoral de la Provincia de Chubut, Argentina. INIDEP Informe Técnico. Mar del Plata 13, 1–28.
- Roux, A., Fernández, M., Bremec, C., 1995. Estudio preliminar de las comunidades bentónicas de los fondos de pesca del langostino patagónico del Golfo San Jorge (Argentina). *Ciencias Marinas* 21, 295–310.
- Roy, K., Jablonski, D., Valentine, W., 1995. Thermally anomalous assemblages revisited: Patterns in the extraprovincial latitudinal range shifts of Pleistocene marine mollusks. *Geology* 23, 1071–1074.
- Rutter, N., Radtke, U., Schnack, E., 1990. Comparison of ESR and amino acid data in correlating and dating Quaternary shorelines along the Patagonian coast, Argentina. *Journal of Coastal Research* 6, 391–411.
- Rutter, N., Schnack, E., Del Río, L., Fasano, J., Isla, F., Radtke, U., 1989. Correlation and dating of Quaternary littoral zones along the Patagonian coast, Argentina. *Quaternary Science Reviews* 8, 213–234.
- Schellmann, G., Radtke, U., 2000. ESR dating of stratigraphically well-constrained marine terraces along the Patagonian Atlantic coast (Argentina). *Quaternary International* 68/71, 261–273.
- Warwick, R.M., Turk, S.M., 2002. Predicting climate change effects on marine biodiversity: comparison of recent and fossil molluscan death assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82, 847–850.
- Winnograd, I., Landwehr, M., Ludwig, K., Coplen, T., Riggs, A., 1997. Duration and structure of the past four interglaciations. *Quaternary Research* 48, 141–154.
- Zachert, D., Gaines, S.D., Lonhart, S.I., 2003. The limits to biogeographical distributions: insights from the northward extension of the marine snail, *Kelletia kelletii* (Forbes, 1852). *Journal of Biogeography* 30, 913–924.
- Zazo, C., 1999a. El Clima Holoceno. *Revista Academia Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España* 93, 21–28.
- Zazo, C., 1999b. Interglacial sea levels. *Quaternary International* 55, 101–113.
- Zazo, C., Goy, J.L., Dabrio, C.J., Soler, V., Hillaire-Marcel, C., Ghaleb, B., González-Delgado, J.A., Bardaji, T., Cabero, A., 2007. Quaternary marine terraces on Sal Island (Cape Verde archipelago). *Quaternary Science Reviews* 26, 876–893.
- Zazo, C., Goy, J.L., Hillaire-Marcel, C., Gillot, P.Y., Soler, V., González-Delgado, J.A., Dabrio, C.J., Ghaleb, B., 2002. Raised marine sequences of Lanzarote and Fuerteventura revisited—a reappraisal of relative sealevel changes and vertical movements in the eastern Canary Islands during the Quaternary. *Quaternary Science Reviews* 21, 2019–2046.
- Zubimendi, M.A., Castro, A.S., Moreno, J.E., 2005. El consumo de moluscos en la Costa Norte de Santa Cruz. *Intersecciones en Antropología* 6, 121–137.