

El Oligoceno-Plioceno marino del río Irigoyen, costa atlántica de Tierra del Fuego, Argentina: una conexión atlántico-pacífica

Norberto Malumión

SEGEMAR y CONICET; Benjamín Lavaisé 1194; (C1107BJD) Buenos Aires, Argentina
malumian@mpgeo1.gov.ar

Eduardo B. Olivero

Centro Austral de Investigaciones Científicas, CADIC-CONICET;
B. Houssay 200; (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina
emolivero@ciudad.com.ar

RESUMEN

En el área del río Irigoyen, dentro de la faja plegada de los Andes Fueguinos, afloran sedimentitas oligocenas, plegadas y de ambiente marino profundo, y sedimentitas del Mioceno Superior-Plioceno, de contrastante estructura subhorizontal y ambiente marino somero. El Oligoceno Inferior a Superior (?Mioceno basal) se apoya en suave discordancia paralela sobre el Eoceno Superior y consta de conglomerados, areniscas y fangolitas, que contienen una asociación residual de foraminíferos aglutinados indicativos de condiciones de profundidades de agua por debajo de la línea de compensación de la calcita. La discordancia basal representa los estadios finales de la deformación compresiva en la faja plegada, y que fue seguida por una marcada profundización de la cuenca. El Oligoceno está cubierto discordantemente por depósitos subhorizontales marinos someros de los 'Estratos de la María Luisa' (Mioceno Superior-?Plioceno), a los que siguen en probable discordancia depósitos marinos estuarinos de la Formación Irigoyen, nombre nuevo (Mioceno Superior?-Plioceno). Estos depósitos subhorizontales del Mioceno Superior-Plioceno, junto con la discordancia basal y la posición interna dentro de la faja plegada y corrida apoyan la interpretación previa como el relleno de una cuenca de desgarre asociada a la actividad transcurrente de la falla Magallanes-Fagnano. El aspecto pacífico de los foraminíferos de la Formación Irigoyen sugiere una conexión directa entre las costas atlánticas y pacíficas, probablemente situada a lo largo de la depresión estructural originada por la falla transcurrente Magallanes-Fagnano.

Palabras claves: Oligoceno-Plioceno, Foraminíferos, Tierra del Fuego, Biogeografía, Paleogeografía, Profundidad de compensación de la calcita, Conexión atlántico-pacífica.

ABSTRACT

The Río Irigoyen marine Oligocene-Pliocene, atlantic coast of Tierra del Fuego, Argentina: an atlantic-pacific connection. Deep-marine folded Oligocene and contrasting shallow marine subhorizontal Upper Miocene-Pliocene deposits, crop out at the Irigoyen River area within the Fuegian Andes folded belt. The Lower to Upper Oligocene (?Miocene) consists of folded conglomerates, sandstones, and mudstones that bear mostly a residual agglutinated foraminiferal assemblage, indicating conditions below the calcite compensation depth. They rest on a subtle parallel unconformity over Upper Eocene rocks. This unconformity represents the final stages of the compressional deformation in the folded belt and was followed by a marked deepening of the basin. The Oligocene is unconformably

covered by the shallow marine 'Estratos de la María Luisa' (Upper Miocene-?Pliocene) which are followed in probable unconformity by the marine-estuarine Irigoyen Formation, new name (Uppermost Miocene?-Pliocene). These Upper Miocene-Pliocene subhorizontal deposits, together with its basal unconformity and its location within the fold belt, support previous interpretation as the filling of a pull-apart basin related to the activity of the Magallanes-Fagnano fault system. The Pacific aspect of the foraminiferal assemblage of the Irigoyen Formation suggests a direct connection between the Atlantic and Pacific coasts, probably located along the structural depression associated with the Magallanes-Fagnano fault system.

Key words: Oligocene-Pliocene, Foraminifera, Tierra del Fuego, Biogeography, Paleogeography, Calcite compensation depth, Atlantic-Pacific connection.

INTRODUCCIÓN

Entre el Cretácico Tardío y el Paleógeno, la cuenca Austral evolucionó como una cuenca de antepaís adosada al flanco norte del orógeno fueguino (Biddle *et al.*, 1986; Robbiano *et al.*, 1996; Galeazzi, 1998). La tectónica compresiva y la migración del frente orogénico originaron y desplazaron los depocentros sedimentarios sucesivamente hacia el norte, junto con el avance de la deformación (Olivero y Malumián, 1999, 2002). En la costa atlántica fueguina, la deformación compresiva avanzó hacia el norte hasta alcanzar la punta Gruesa, donde se expone el frente orogénico emergente fosilizado (Fig. 1), que constituye el límite norte de la faja plegada y corrida de los Andes Fueguinos (Ghiglione, 2002). Durante parte del Neógeno, la sedimentación próxima al frente orogénico emergente, también tuvo un fuerte control tectónico, pero en este caso relacionado con efectos transtensivos y transpresivos de la zona de fractura transcurrente que constituye el límite entre las placas de Scotia y América del Sur (Klepeis y Austin, 1997; Ghiglione, 2002, 2003).

En el valle del río Irigoyen, dentro de la faja plegada y corrida de los Andes Fueguinos y en marcado contraste estructural con sedimentitas paleógenas infrayacentes (Fig. 1), se expone un

conjunto de estratos subhorizontales interpretados como el relleno de una pequeña cuenca trans-tensiva, denominada Cuenca Irigoyen por Ghiglione (2003) y referida tentativamente al Neógeno sobre la base de datos preliminares de los presentes autores. En el área de estudio, principalmente sobre la costa atlántica entre las estribaciones australes del cerro Colorado y el río Irigoyen, se expone parte del relleno sedimentario de esta cuenca. Su porción inferior, se refiere informalmente a los 'Estratos de la María Luisa' (ca. 50 m de espesor) cubiertos por la Formación Irigoyen. Los primeros se disponen discordantemente sobre capas innominadas, principalmente del Oligoceno.

El objetivo de este trabajo es describir la estratigrafía y bioestratigrafía basada en la fauna de foraminíferos de la Cuenca Irigoyen y sedimentitas infrayacentes. Estos datos llenan un vacío en el conocimiento geológico de la costa atlántica de la isla Grande de Tierra del Fuego y, conjuntamente con resultados previos (Olivero y Malumián, 1999; Olivero *et al.*, 2002; Olivero y Malumián, 2002; Olivero *et al.*, 2003), terminan de componer una columna estratigráfica relativamente completa para el lapso Paleoceno-Plioceno.

METODOLOGÍA

Los relevamientos de mapas y perfiles y la colección de muestras se realizaron en cinco campañas geológicas entre los años 1997 y 2002. Sobre un total aproximado de 450 m de espesor se

tomaron 40 muestras para estudios micropaleontológicos, que en promedio resulta aproximadamente en una muestra cada 11 m de espesor.

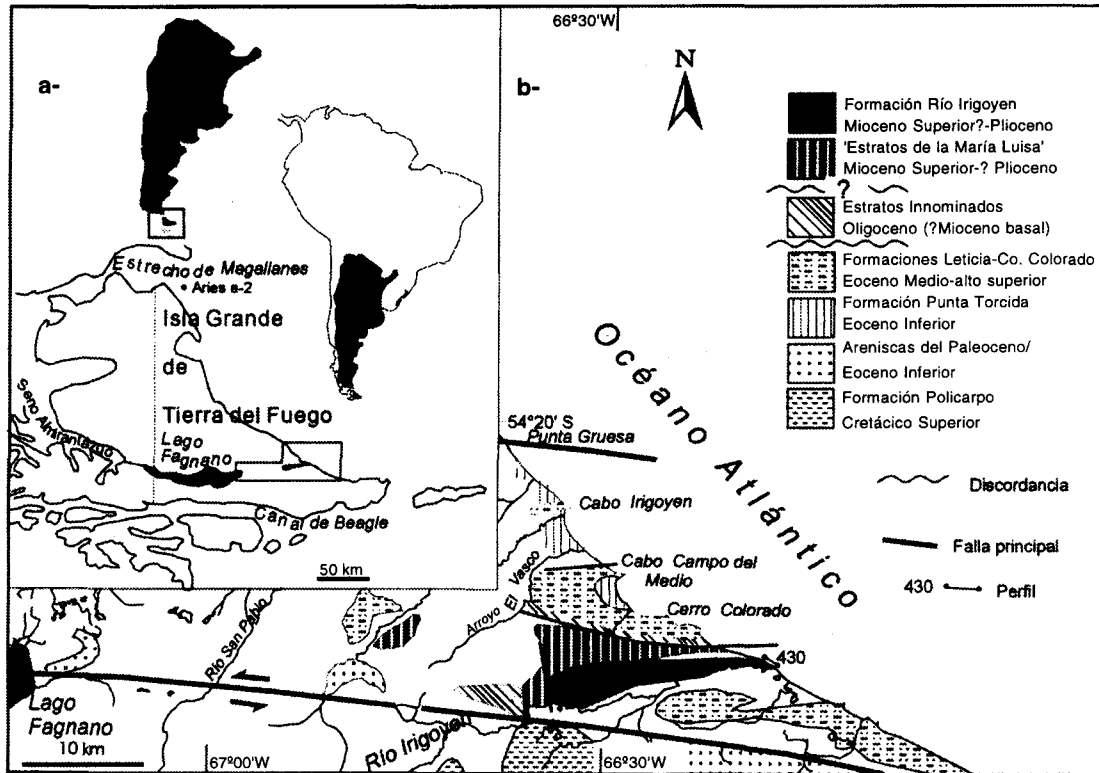


FIG. 1. a- posición relativa del área de estudio; b- mapa geológico del área de estudio y sus alrededores.

MARCO GEOLÓGICO

En la costa atlántica de la isla Grande de Tierra del Fuego, se reconocen al menos cuatro depocentros repetidamente desplazados hacia el norte, que preservan espesas sucesiones sedimentarias marinas del Cretácico Tardío-Daniano; Paleoceno Tardío-Eoceno Temprano; Eoceno Medio Superior-Oligoceno y Oligoceno-Mioceno, respectivamente (Olivero *et al.* 2002; Olivero y Malumián, 2002; Olivero *et al.*, 2003). En general, las sedimentitas paleógenas tienen un complejo arreglo estratigráfico, con estratos de crecimiento y discordancias angulares progresivas (Ghiglione *et al.*, 2002).

Entre el río Irigoyen y el cabo San Pablo (Fig. 1), parte de estas sedimentitas, en el anticlinal del cabo Campo del Medio-Cerro Colorado, incluyen a las formaciones Punta Torcida (Eoceno Inferior), Leticia (Eoceno Medio Superior) y Cerro Colorado (Eoceno Medio Superior a Superior), que ya fueron

descritas (Olivero y Malumián, 1999). Además, nuevos datos micropaleontológicos (Jannou y Olivero, 2001) permiten referir al Eoceno Temprano, *i.e.*, Formación Punta Torcida, a las fangolitas situadas inmediatamente al NNW del cabo Irigoyen (Fig. 1), que tentativamente fueron asignadas al Oligoceno (Olivero y Malumián, 1999).

Al SSE del límite norte de la faja plegada y corrida, situado en la punta Gruesa, dicha estructura corresponde a un mosaico de sedimentitas del Paleoceno-Eoceno, muy deformadas y falladas. En el limbo sur del anticlinal Cabo Campo del Medio-Cerro Colorado, por encima del miembro CCd (Eoceno Superior) de la Formación Cerro Colorado (Olivero y Malumián, 1999), se distingue un paquete innominado de conglomerados, areniscas y fangolitas (Oligoceno). Este paquete está cubierto discordantemente por conglomerados

finos y fangolitas subhorizontales, referidos a los 'Estratos de la María Luisa' (Mioceno Superior?-Plioceno), a los que siguen areniscas glauconíticas,

fangolitas y conglomerados de la Formación Irigoyen (Mioceno Superior?-Plioceno).

ESTRATIGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Estratos innominados: Oligoceno Inferior hasta Oligoceno Superior?-Mioceno basal.

Localidad tipo, espesor y distribución: la mejor exposición está en el acantilado situado hacia el SSE del cerro Colorado, donde estos estratos alcanzan aproximadamente 200 m de espesor (Figs. 1 y 2, Perfil 428). Fuera del área del cerro Colorado, sobre la margen izquierda del río Irigoyen, ca. 20 km al oeste de la costa atlántica, los pequeños afloramientos de fangolita del Oligoceno Inferior (muestras 318-6 y 7) y Mioceno Inferior (318-5), tectónicamente intercaladas con la Formación Irigoyen, se incluyen en los estratos innominados (Fig. 1).

Litología y límites estratigráficos: comprende una sucesión grano decreciente de areniscas y fangolitas grises. La porción basal comprende conglomerados finos seguidos de un paquete macizo, en parte con repliegues sinsedimentarios, que incluye areniscas de grano medio a grueso con gradación normal y laminación paralela, interestratificadas con fangolitas. El resto de los estratos comprende fangolitas con concreciones, en parte bioturbadas, con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino.

Su base se apoya en discordancia paralela sobre el miembro CCd (Eoceno Superior) de la Formación Cerro Colorado (Olivero y Malumián, 1999). Su techo está cubierto en discordancia por conglomerados finos de los 'Estratos de la María Luisa'. La sucesión sedimentaria tiene mayor inclinación en su base, alcanzando valores de 50° al sur. Hacia el techo, la inclinación disminuye hasta valores de 15°.

Paleontología y edad: se diferencian cuatro secciones según el contenido de foraminíferos. La sección basal (Fig. 2, paquete con repliegue sinsedimentario, muestra 428-7), se caracteriza por contener foraminíferos relativamente abundantes y bien preservados, con una peculiar asociación por el predominio de *Globocassidulina pseudo-crassa* Hornibrook que compone el 60%, seguida

por *Uvigerina subproboscidea* Hague con el 24%. No se tomaron en cuenta los numerosos fragmentos de *Stilostomella* sp. y *Nodosaria longiscata* d'Orbigny, por tratarse de especies uniseriales fácilmente fragmentables y su abundancia es difícil de cuantificar; las demás especies, con valores iguales o menores al 3%, en recuentos realizados sobre 160 ejemplares, se distribuyen según la tabla 1.

En la sección inferior, arenosa (Fig. 2, 428-6 a 428), la mayoría de las muestras contienen sólo aglutinados con escasas formas tubulares (Tabla 1); en muy pocas se preservaron calcáreos.

En la sección media, la muestra 427-1 (Fig. 2) contiene muy escaso material, muy seleccionado por tamaño pequeño, con planctónicos bien preservados: *Tenuitella gemma* (Jenkins) y *Subbotina angiporoides angiporoides* (Hornibrook), asociados a radiolarios esféricos y a diatomeas piritizadas. La última especie y la ausencia de los típicos tenuitélidos del Eoceno Superior, indican una edad oligocena temprana. En particular, la muestra 427, entre los escasos foraminíferos y relativamente abundantes radiolarios esféricos, contiene la última aparición de *S. angiporoides* (Hornibrook), calibrada en 30 Ma (Berggren *et al.*, 1995), y dentro de las altas latitudes resulta ser una aproximación al límite Oligoceno Inferior/Superior, calibrado en 28,5 Ma.

La sección superior, muestra 426-2 (Fig. 2), contiene relativamente pocos bentónicos (cuadro 1) y muy abundantes foraminíferos planctónicos regularmente preservados con dominio del grupo 3 de grandes 'globigerínidos' de Spezaferri (1994): '*Globigerina venezuelana* (Hedberg)', '*Globigerina euapertura* Jenkins y, además, *Zeaglobigerina labiacrassata* (Jenkins) y '*Sphaeroidinellopsis*' sp., que conforman una asociación típica del Oligoceno Tardío referible a la Zona de *Globigerina euapertura* de Nueva Zelanda. Según Spezaferri (1994), la distribución de '*G. euapertura* Jenkins comprende desde el Oligoceno Temprano al Mioceno Temprano, y el de *Z. labiacrassata* Jenkins, del Oligoceno

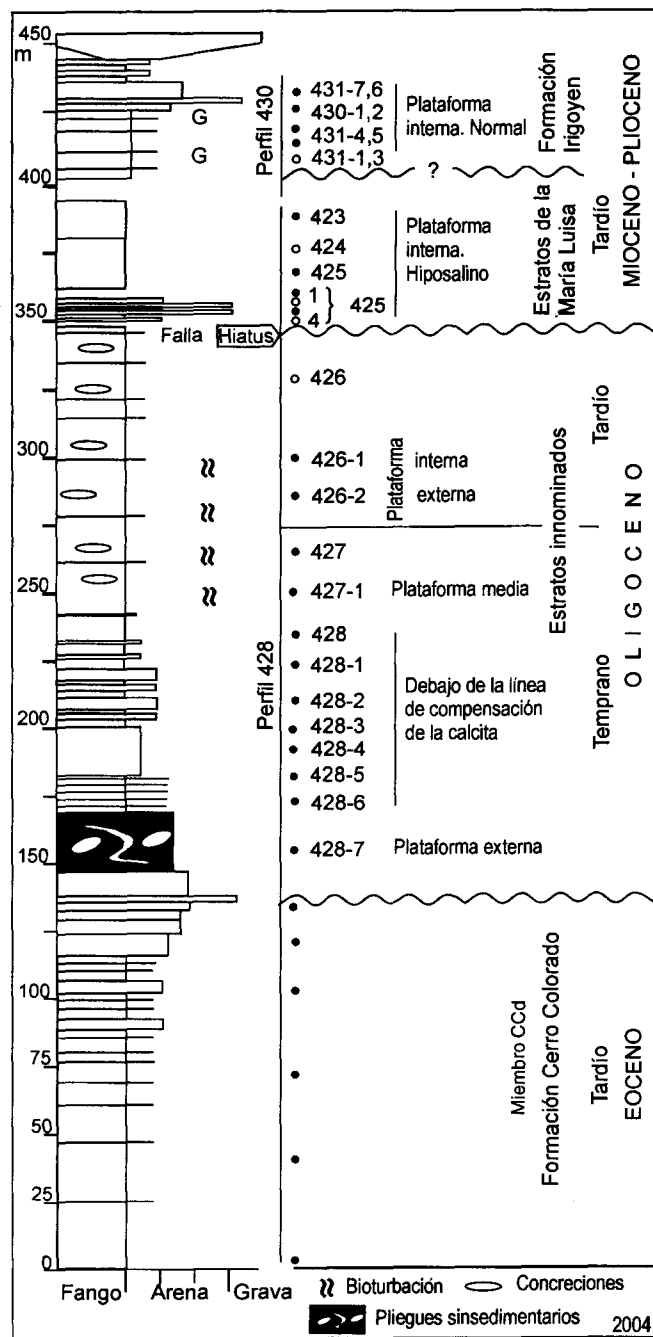


FIG. 2. Columna estratigráfica del área del río Irigoyen y paleoambientes generalizados, posición de muestras fértiles (círculos negros) y estériles (círculos blancos). Las muestras de la Formación Cerro Colorado fueron estudiadas por Olivero y Malumián (1999).

Tardío al Mioceno Medio Temprano, y el reconocimiento de los primeros representantes del género *Sphaeroidinellopsis*, desde el Oligoceno Superior, Zona P21. Además, situó el techo de la Zona de *G. euapertura* Jenkins dentro del Mioceno basal. De manera que la sección superior es asignable al Oligoceno Superior, sin descartarse la posibilidad de la inclusión del Mioceno basal.

La muestra 426-1, contiene sólo el planctónico *Tenuitella gemma* (Jenkins), cuya distribución según Li (1987) llega hasta el límite Oligoceno/Mioceno. Li *et al.* (1992) la consideraron una típica especie oligocena, mientras que Spezaferri (1994) la extendió al Mioceno Inferior.

Sobre la margen izquierda del río Irigoyen, ca. 20 km al oeste de la costa atlántica (Fig. 1), se reconocen pequeños afloramientos de fangolitas. Tienen escasos foraminíferos (M 318-5); entre los planctónicos se reconocieron *Zeaglobigerina connecta* (Jenkins) y *Z. brazieri* (Jenkins) que sugieren una muy probable edad miocena temprana.

Entre los foraminíferos bentónicos con significación cronológica se encuentran especies previamente reconocidas en Nueva Zelanda, como *Globocassidulina pseudocrassa* Hornibrook que es distintiva de la sección inferior y se conoce desde el Oligoceno Inferior al Aquitaniano; *Gyroidinoides subzelandicus* Hornibrook se distribuye desde el Mioceno Temprano a la base del Mioceno Medio; y *Anomalinoides macraglabra* Finlay, desde el Eoceno Tardío al Mioceno. *Marginulinopsis* cf. *clifdenensis* Hornibrook, se distribuye desde el Otaiano al Opoitiano, Mioceno Temprano medio al Plioceno Inferior (Hornibrook, 1961). Estos registros de foraminíferos bentónicos sugieren una edad oligocena muy tardía o su aparición temprana en las latitudes fueguinas. Además, se reconoce '*Trochoelphidiella*' sp. 1 de Leckie y Webb, ilustrada para el Oligoceno Superior-Mioceno Inferior del mar de Ross (Leckie y Webb, 1990). El género *Trochoelphidiella* es sinónimo junior de *Ammoelphidiella*, y en particular la especie de Leckie y Webb no pertenece a este último género pues es una forma mucho menos robusta y carece del par de fosetas suturales que lo caracterizan; encuentra mejor posición genérica dentro de '*Buccella*' de Malumián (1982). *Planulina mexicana* Cushman, una especie típica de fondos oceánicos, se conoce del Oligoceno Temprano (P18) al Mioceno Medio (N12), según Morkhoven *et al.* (1986).

Paleoecología y ambiente de depositación: en la sección basal, el nivel 428-7 contiene abundantes *Uvigerina subproboscidea* Hague, que se conoce para el Oligoceno del Plateau de Malvinas y es indicadora de grandes profundidades (Boersma, 1984), dentro de una asociación de foraminíferos calcáreos con muy pocos aglutinados, contrastando con la sección inferior. La relación de planctónicos a bentónicos obtenida sobre 500 ejemplares es de 1,15 e indica, primariamente, un ambiente de plataforma externa, pero el pequeño tamaño de los planctónicos sugiere más bien un ambiente de plataforma externa, proximal.

La sección inferior (428-6 a 428) estuvo por debajo de la línea de compensación de la calcita (CCD) y conforma un claro tramo de aglutinados, con muy escasas formas tubulares. La sección media contiene foraminíferos fuertemente seleccionados por tamaño y por la buena preservación es atribuible al resultado de una selección por corriente.

En la sección superior, en el nivel 426-2, la abundancia de planctónicos y su gran tamaño dominante indican ambientes de plataforma externa, profunda; en este caso, la preservación deficiente, y la ausencia de ejemplares pequeños sugiere proximidad o comienzos de efectos de la lisoclina. El nivel 426-1, pese a mostrar una fuerte selección por tamaño, contiene una asociación de mucha menor profundidad que en la muestra anterior, revelando un brusco cambio hacia ambientes más someros (Fig. 2).

Correlación: se correlaciona con las capas de La Herminita (Codignotto y Malumián, 1981) las que están en proceso de estudio, razón por la cual se mantiene el término informal.

'ESTRATOS DE LA MARÍA LUISA'. MIOCENO SUPERIOR-?PLIOCENO

Localidad tipo, espesor y distribución: la mejor exposición está al sur del cerro Colorado, en el acantilado y restinga adyacente sobre la costa (Figs. 1 y 2, parte superior del perfil 428) donde estos estratos alcanzan un espesor mínimo de 50 metros.

Litología y límites estratigráficos: en la base comprende bancos interestratificados de conglomerados finos y areniscas sabulíticas seguidos de arcillitas pardas, carbonosas (Fig. 2). Los conglomerados y areniscas sabulíticas, de aproxima-

damente 10 m de potencia, comprenden bancos entre 20 y 40 cm de espesor, con fragmentos de valvas de moluscos y clastos redondeados de pizarras, cuarzo y metavolcanitas ácidas, de hasta 2 cm de diámetro, flotantes en una abundante matriz arenosa. La base se apoya en aparente discordancia sobre los 'Estratos Innominados' y el techo no aflora, pero el brusco cambio faunístico con la suprayacente Formación Irigoyen sugiere un contacto discordante.

Paleontología y edad: la base sabulítica (425-2 y 3) comprende niveles estériles o con pocos foraminíferos autóctonos pertenecientes a una asociación cuasi monoespecífica de *Cibicidoides mundulus* (Brady, Parker y Jones), junto con abundantes foraminíferos relativamente reabajados del Eoceno, acompañados por abundantes espículas de esponjas, dientes de peces y radiolarios. El conjunto de microfósiles contrasta fuertemente con la microfauna de los niveles superiores de los 'Estratos de la María Luisa', en particular por responder a ambientes mucho más someros. En niveles suprayacentes (425-1, Fig. 2) se encuentran foraminíferos bentónicos relativamente abundantes (Tabla 1) y bien preservados, junto con abundantes radiolarios esféricos, y diatomeas piritizadas. La asociación de foraminíferos está dominada por *Globocassidulina subglobosa* (Brady) (36%), *Cibicidoides mundulus* (Brady, Parker y Jones) (23%) y *Anomalinoidea pinguiglabra* Finlay (13%).

Los foraminíferos planctónicos están representados por pequeños ejemplares de *Globigerina bulloides* d'Orbigny y *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg).

El nivel 425, contiene material escaso, pero bien preservado de *Anomalinoidea spissiformis* (Cushman y Steinforth), *Bulimina* cf. *mexicana* Cushman. En cambio, *Sphaeroidina bulloides* d'Orbigny y *S. compressa* Matsunaga debido a su pobre preservación y abundancia en estratos más antiguos bien pueden ser consideradas como producto de reabajo. Sigue un paquete estéril (Fig. 2, muestras 424, 423) o con moldes internos de foraminíferos planctónicos, radiolarios esféricos, muy escasos y mal preservados.

La edad está acotada por la aparición de *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg), que en Nueva Zelanda se conoce desde el Tongaporutano superior (Jenkins, 1971), y en altas latitudes del hemisferio sur (Berggren, 1992), desde

mediados de la Zona N 16, calibrados en 9,2 Ma. Consecuentemente, los estratos no son más antiguos que el Tortoniano medio.

Paleoecología y ambiente de depositación: los foraminíferos planctónicos, muy escasos y de tamaño pequeño, indican ambientes de plataforma interna; la ausencia de miliólidos en muestras de muy buena preservación, sugiere condiciones hiposalinas. *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg) es una típica especie de aguas frías.

FORMACIÓN IRIGOYEN: MIOCENO SUPERIOR ALTO?-PLIOCENO

Perfil tipo y espesor: el perfil tipo se designa en el acantilado y restinga situados inmediatamente al NNW del río Irigoyen (Fig. 1) donde la Formación alcanza un espesor mínimo de 50 m (Figs. 1 y 2, perfil 430).

Litología: comprende una sucesión bien estratificada de areniscas de grano fino, limosas, glauconíticas, seguidas de una alternancia de areniscas y limolitas, que rematan con cuerpos lenticulares (canales) de conglomerados y areniscas, fosilíferos (Fig. 2, perfil 431). Los conglomerados incluyen capas de hasta 2 m de espesor, son medianos a gruesos, tienen textura clasto sostén, e incluyen clastos polimícticos redondeados de hasta 20-30 cm de diámetro. Estos cuerpos lenticulares se interpretan como relleno de paleocanales. Las areniscas asociadas tienen, generalmente, estratificación entrecruzada de bajo ángulo, que se interpreta como estructuras de acreción lateral formadas durante la migración del eje del canal. Los cuerpos canalizados tienen varias decenas de metros de ancho y hasta 3-4 m de espesor.

Límites estratigráficos y distribución: la base y el techo no afloran. Sobre la margen izquierda del río Irigoyen, ca. 20 km al oeste de la costa atlántica, se reconocen pequeños afloramientos de areniscas y conglomerados, en contacto por falla con los 'Estratos Innominados' del Oligoceno, que se incluyen en la Formación Irigoyen (Fig. 1).

Paleontología: la formación tiene niveles con abundantes restos de gastrópodos, bivalvos y equinoideos. Se diferencian tres conjuntos de foraminíferos por su composición taxonómica y preservación, separados por niveles glauconíticos: el conjunto inferior (muestras 431-1 a 5), el medio (430-1) y el superior (431-6 a 7) (véase Fig. 2).

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS.

Formación	Entidades estratigráficas		
	Muestras	Especies	
Irigoyen	431-7	D	<i>Astrononion echolsi</i> Kennett
	431-6	P	<i>Buccella peruviana</i> (d'Orbigny)
	430-1	D	<i>Cibicides fletcheri</i> Galloway y Wissler
	431-5	A	<i>Cibicides temperatus</i> Vella
	431-4		<i>Cibicides</i> spp.
Estratos	425		<i>Cribrorotalia meridionalis</i> Cushman y Kellett
	425-1	D	<i>Cyclammina</i> sp.
	426-1	D	<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)
	426-2	P	<i>Nodosaria</i> sp.
	427	P	<i>Nonion hancocki</i> Cushman y McCulloch
Estratos	427-1	P	<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)
	428		<i>Gyroidinoides subzelandicus</i> Homibrook
	428-1		<i>Anomalinoidea spissiformis</i> (Cushman y Stainforth)
	428-2		' <i>Buccella</i> ' sp.de Malumián
	428-3/6		<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel y Moll)
Innombrados	428-7		<i>Cribrorotalia</i> sp.
			<i>Dentalina</i> sp.
			<i>Eggerella bradyi</i> (Cushman)
			<i>Gyroidina soldanii</i> d'Orbigny
			<i>Haplophragmoides</i> sp.
		<i>Hoeglundina elegans</i> (d'Orbigny)	
		<i>Karreriella siphonella</i> (Reuss)	
		<i>Lenticulina inornata</i> (d'Orbigny)	
		<i>Marginulina</i> sp.	
		<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny)	
		<i>Melonis pompilioides</i> (Fichtel y Moll)	
		<i>Nonion boueanum</i> (d'Orbigny)	
		<i>Pseudonodosaria brevis</i> (d'Orbigny)	
		<i>Pseudopolymorphina soldanii</i> (d'Orbigny)	
		<i>Pyrgo elongata</i> d'Orbigny	
		<i>Pyrgo subsphaerica</i> (d'Orbigny)	
		<i>Quinqueloculina akneriana</i> d'Orbigny	
		<i>Quinqueloculina seminulum</i> Linneo	
		<i>Quinqueloculina singletoni</i> Crespín	
		<i>Saracenaria kellumi</i> Dorreen	
		<i>Sigmomorphina fiintii</i> (Cushman)	
		<i>Sphaeroidina bulloides</i> (d'Orbigny)	
		<i>Stilostomella</i> ex gr. <i>lepidula</i> (Schwager)	
		<i>Triloculina gibba</i> d'Orbigny	
		<i>Uvigerina proboscidea</i> Schwager	
		<i>Angulogerina angulosa fueguina</i> (Malumián)	
		<i>Gavelinella cagnoni</i> Malumián	
		<i>Nonion</i> sp.	
		<i>Oolina lineata</i> (Williamson)	
		<i>Stilostomella</i> sp.	
		<i>Trocaelphidiella</i> sp. 1 de Leckie y Webb	
		<i>Cibicides bradyi</i> (Truth)	
		<i>Nodosaria longiscata</i> d'Orbigny	

(continuación tabla 1)

		Entidades estratigráficas	
		Muestras	Especies
Estratos	425	P	<i>Bulimina</i> cf. <i>mexicana</i> Cushman
M. Luisa	425-1	P	<i>Spirosigmoilinella compressa</i> Matsunaga
	426-1	P	<i>Anomalinoidea pinguiglaba</i> (Finlay)
	426-2	A	<i>Cibicidoides mundulus</i> (Brady, Parker y Jones)
Estratos	427	P	<i>Conolagena acuticosta</i> (Reuss)
	427-1	P	<i>Cibicides</i> sp. B
	428	P	<i>Gyroidinoides</i> sp.
Inominados	428-1	P	<i>Heronallenia wilsoni</i> Heron-A. y Earland
	428-2	P	<i>Marginulinopsis</i> cf. <i>clifdenensis</i> Hornibrook
	428-3/6	P	<i>Pleurostomella elliptica</i> Galloway y Heminway
	428-7	P	<i>Pullenia subcarinata quinqueloba</i> (Reuss)
			<i>Anomalinoidea macraglaba</i> Finlay
			<i>Bulimina tuxpamensis</i> Cole
			<i>Bulimina</i> sp.
			<i>Fissurina</i> spp.
			<i>Glabratella crassa</i> Dorreen
			<i>Globobulimina</i> sp.
			<i>Gyroidinoides zelandicus</i> (Finlay)
			<i>Laticarinina pauperata</i> (Parker y Jones)
			<i>Lobatula lobatula</i> (Walker y Jacob)
			<i>Nummodiscorbis</i> sp.
			<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)
			<i>Patellina corrugata</i> Williamson
			<i>Planulina mexicana</i> Cushman
			<i>Planulina</i> sp.
			<i>Eponides</i> sp.
			<i>Martinottiella</i> sp.
			<i>Reticulophragmium amplexans</i> (Grzybowski)
			<i>Rhabdammina</i> sp.
			<i>Cribrostomoides subglobosus</i> (G.O.Sars)
			<i>Haplophragmoides bradyi</i> (Robertson)
			<i>Reticulophragmium acutidorsata</i> (Hantken)
			<i>Cribrostomoides jeffreysii</i> (Williamson)
			<i>Psammosphaera fusca</i> Schulze
			<i>Rhizammina</i> sp.
			<i>Globocassidulina pseudocrassa</i> Hornibrook
			<i>Pygmaeoseistrion</i> sp.
			<i>Uvigerina subproboscidea</i> Hague

P: Presente; A: Abundante; D: Dominante.

El conjunto inferior, en su parte baja, contiene muy escasos foraminíferos. Poco por encima (431-4 a 5) se observan foraminíferos de tamaño pequeño, bien preservados que denotan un brusco cambio en el tipo de preservación respecto a las muestras de los 'Estratos de la María Luisa'. Los foraminíferos dominantes corresponden a *Angulogerina angulosa fueguina* (Malumián), y abundantes *Anomalinoidea spissiformis* (Cushman y Stainforth), *Astrononion echolsi* Kennett, *Gyroidinoidea subzelandicus* Hornibrook y '*Trochoelphidiella*' sp., entre los foraminíferos bentónicos (Tabla 1).

Los foraminíferos planctónicos, muy escasos y de tamaño pequeño, son: '*Sphaerodinellopsis*' sp. 1 de Spezzaferri y *Tenuitella clemenciae*? Bermúdez.

El material seleccionado por tamaños menores, los muy escasos foraminíferos planctónicos, y la ausencia de miliólidos sugieren transporte dentro de un sistema estuarino.

En el conjunto medio se reconocieron un total de 35 especies, conformadas por sólo seis de miliólidos y cuatro de aglutinados, sin foraminíferos planctónicos. Los miliólidos componen entre el 14 y el 19% del número de ejemplares. La preservación es regular a buena, siendo los miliólidos los peor conservados. En general, dominan los tamaños grandes, presumiblemente por efectos de selección *posmortem*. En las muestras 430 se obtuvieron índices α de Fisher entre 7 y 10.

La especie dominante es *Nonion hancocki* Cushman y Mc Culloch (67 al 13%), abundantes *Anomalinoidea spissiformis* (Cushman y Stainforth) (13-9%). En porcentajes menores, que caracterizan la asociación, siguen *Quinqueloculina* spp. y '*Buccella*' sp. (6%).

El conjunto superior (431-6 a 7), asociado a un nivel glauconítico, contiene escasos foraminíferos autóctonos junto con foraminíferos relativamente frecuentes, reabajados del Cretácico y del Eoceno, espinas de equinodermos y restos de megafósiles. **Paleoecología y ambiente de depositación:** en general, el conjunto de foraminíferos bentónicos es típico de un ambiente de plataforma interna de salinidad normal. Los escasos foraminíferos planctónicos y de tamaño pequeño sugieren algún tipo de desconexión o restricción con el ambiente de mar abierto. Asimismo, la similitud con microfaunas actuales de igual latitud indica aguas templadas a frías. La excepción dada por la especie

dominante *N. hancocki* Cushman y Mc Culloch, es sumamente llamativa, ya que es una de las pocas especies no reconocidas en la actualidad en las proximidades de Tierra del Fuego. Esta especie fue originalmente descrita para las costas actuales de Perú que están bajo condiciones de surgencia.

La caracterización ecológica de los géneros a los que pertenecen las tres especies más abundantes y frecuentes, según Murray (1991), es la siguiente: el género *Nonion*, infaunal, libre, de fondos de fangos y limos de plataforma, herbívoro, salinidades entre 30-35‰, y temperaturas de frío a cálido. El género *Quinqueloculina*: epifaunal, libre o pendiente de plantas o adherido a sedimentos, herbívoro, salinidades entre 32 y 65‰. El género *Anomalinoidea*, según los criterios de Corliss (1985) y Corliss y Chen (1988) es infaunal.

Si bien la distribución de tamaños de las conchillas indica una selección preferencial hacia tamaños relativamente mayores, que deben haber distorsionado las relaciones en vida por el desplazamiento *posmortem*, tanto las condiciones de conjunto y las particulares de la autoecología de los géneros resultan ser aceptablemente coherentes. De manera que se concluye que la salinidad fue normal, con fondos blandos dominantes y fondos vegetados próximos, y dentro de un ambiente de plataforma interna con restricción al mar abierto.

Relaciones y afinidades: la mayor parte de las especies de la Formación Irigoyen son comunes con las descritas para la Formación Carmen Silva (Malumián, 1982) y se encuentran viviendo en las costas del sur de América del Sur, y en particular en el Estrecho de Magallanes (cf. Zapata y Alarcón, 1988).

Entre las especies no encontradas en las aguas actuales próximas, ambas formaciones comparten a '*Buccella*' sp., conocida para la Formación Monte León de la provincia de Santa Cruz (cf. Nández, 1990) y de amplia distribución en los paleoambientes someros del Oligomioceno patagónico. Una llamativa diferencia con asociaciones similares es la presencia de *Nonion hancocki* Cushman y Mc Culloch, la especie más abundante de la Formación Irigoyen. Este taxón descrito, originalmente, para las costas de Perú no ha sido encontrada más al sur en la costa pacífica ni en la costa atlántica (Malumián y Scarpa, en prensa).

Edad: tiene elementos en común con aquellos de la Formación Carmen Silva (Codignotto y Malumián,

1981) como '*Buccella*' sp. *Nonion hancocki* Cushman y McCulloch se encuentra por encima de la Formación Carmen Silva en la perforación Aries

(Fig. 1), por lo que se le asigna una edad miocena media como máximo, sin que se descarte el Plioceno.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La contrastante relación entre sedimentitas de ambientes marinos someros y marginales, de edad tan joven como Plioceno y dispuestas subhorizontalmente sobre estratos oligocenos muy deformados, constituye un rasgo muy llamativo dentro del área de afloramientos de la faja plegada y corrida de los Andes Fueguinos. Este marcado contraste se interpretó en forma preliminar, y sobre la base de una aparente continuidad estratigráfica entre el Eoceno tardío y el Mioceno, por la formación de una cuenca satélite (o 'piggy-back'), dispuesta sobre la porción dorsal de bloques en corrimiento activo y que se hacía más somero a medida que progresaba el levantamiento (Olivero y Malumián, 2002). En el estudio de la evolución estructural del área del río Irigoyen, Ghiglione (2003) interpretó a estas sedimentitas subhorizontales como el relleno de una pequeña cuenca de desgarre, relacionada con actividad transtensiva de la falla transcurrente Magallanes-Fagnano. Los presentes datos son coherentes con esta última interpretación, y permiten precisar con mayor detalle la edad de esta cuenca de desgarre y sugieren una probable conexión con la costa pacífica durante el Mioceno Superior-Plioceno.

La transecta entre las estribaciones australes del cerro Colorado y el río Irigoyen (Figs. 1 y 2) ilustra la evolución geológica y el contacto discordante, con un hiato asociado que abarca gran parte del Mioceno Temprano y Medio, entre las sedimentitas de ambientes relativamente profundos del Eoceno Tardío-Oligoceno y las de ambientes más someros del Mioceno Tardío-Plioceno.

La discordancia paralela, entre el miembro CCd de la Formación Cerro Colorado (Eoceno Superior, Olivero y Malumián, 1999) y la base de los 'Estratos Innominados' (Oligoceno Inferior, Fig. 2), probablemente represente los estadios póstumos de la propagación de la deformación compresiva (Ghiglione, 2003) y el inicio de una marcada profundización de la cuenca Austral para la latitud del área de estudio. Las capas basales de los 'Estratos

Innominados' (428-7, Fig. 2, Oligoceno inferior) contienen abundante *Uvigerina subproboscidea* Hague, que es en general de grandes profundidades. Los niveles siguientes (428-6 a 428) se encontraron por debajo de la línea de compensación de la calcita y conforman un claro tramo con foraminíferos aglutinados. Estos últimos conforman un conjunto pobre en especies y ejemplares similar al de la 'asociación fósil potencial' de *Eggerella bradyi-Martinottiella communis* de Harloff y Mackense (1997). Esta asociación se distribuye en la actualidad por el Atlántico sur, en la cuenca Argentina y el mar de Scotia, a más de 3.000 m de profundidad y bajo la influencia del Agua Antártica de Fondo o de la corriente Circumantártica.

En los niveles superiores (426-2, Oligoceno Superior), la abundancia de foraminíferos planctónicos de gran tamaño indica ambientes de plataforma externa profunda; la preservación deficiente y la ausencia de ejemplares pequeños debido a la acción corrosiva sugieren condiciones de lisoclina. En el nivel 426-1, la microfauna manifiesta una marcada deprofundización.

En el Oligoceno finaliza la propagación de la deformación compresiva y durante el Neógeno la actividad transtensiva de la Falla Magallanes-Fagnano genera la cuenca de desgarre Irigoyen (Ghiglione *et al.*, 2002; Ghiglione, 2003). En fuerte contraste ambiental, el relleno de la cuenca Irigoyen se inicia con los 'Estratos de la María Luisa' (Mioceno Superior-?Plioceno). Estos tienen en su base un residuo sabulítico con foraminíferos re TRABAJADOS del Eoceno, los cuales indican un levantamiento abrupto de rocas de igual edad, seguido por fangolitas con una microfauna indicativa de ambientes de plataforma interna. Los depósitos más jóvenes corresponden a la Formación Irigoyen (?Mioceno Superior alto-Plioceno), cuyo conjunto de foraminíferos bentónicos es típico de un ambiente de plataforma interna de salinidad normal, y la escasez y pequeño tamaño de foraminíferos planctónicos sugiere algún tipo de desconexión o restricción con el ambiente de mar abierto.

La mayor parte de las especies de la Formación Irigoyen son comunes con aquellas de la Formación Carmen Silva (Malumián, 1982, actualmente asignadas al Mioceno Medio (Olivero y Malumián, 2004), y con las que se encuentran viviendo en las costas del sur de América del Sur, y en particular en el Estrecho de Magallanes (Zapata y Alarcón, 1988). Entre las especies no reconocidas en las aguas actuales próximas, ambas formaciones comparten a '*Buccella*' sp., especie frecuente en la Formación Monte León y de amplia distribución en el oligomioceno patagónico.

El rasgo más destacado lo brinda *Nonion hancocki* Cushman y Mc Culloch, la especie más abundante de la Formación Irigoyen, descrita originalmente para las costas del Perú, y que no ha sido encontrada tanto más al sur de la costa pacífica peruana como en la costa atlántica. Asimismo, el contenido de varias formas del género *Cribrorotalia*, que actualmente es escaso en la costa atlántica y frecuente desde el estrecho de Magallanes hasta la costa pacífica peruana, proporciona un fuerte aspecto pacífico a la asociación de foraminíferos de la Formación Irigoyen (Malumián y Scarpa, en prensa).

Este aspecto pacífico de los foraminíferos en sedimentitas que afloran en la costa atlántica sugiere una conexión directa entre las costas atlántica y pacífica, al menos durante el Plioceno y probablemente mediante un canal situado a lo largo de la depresión estructural originada por la falla transcurrente Magallanes-Fagnano. Este canal, comparable con el actual canal de Beagle, compartiría una fuerte corriente de oeste a este que habría transportado aguas pacíficas conjuntamente con su fauna somera.

Por otra parte, la amplia distribución en Tierra del Fuego de sedimentitas oligomiocenas depositadas por debajo de la línea de compensación de la calcita, es explicable por la invasión de aguas antárticas que son fuertemente corrosivas. Debido a su alta densidad tienden a ocupar los ambientes más profundos de las cuencas oceánicas, y la penetración dentro de la cuenca Austral, de relativa menor profundidad, sugiere que ha sido impelida por la corriente circumantártica, de giro horario, por alguna conexión a través de la escasamente elevada Cordillera Fueguina. De esta manera, es muy probable la existencia de una conexión interoceánica a partir del Oligoceno Temprano.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración, en parte, de las tareas de campo a C. Náñez (CONICET-SEGEMAR), M.I. López C. (CADIC-CONICET), y M. Ghiglione (CADIC-CONICET). R. Scarpa (Laboratorio de Micropaleontología, SEGEMAR, Argentina) colaboró en el estudio de los foraminíferos de la Formación

Irigoyen. A. Mackensen (Alfred-Wegener Institut for Polar and Marine Research, Alemania) proporcionó material reciente de comparación de la cuenca Argentina. El trabajo fue parcialmente financiado por el PIP-CONICET 4304 y el PICT-ANPCYT-FONCYT 8675, a nombre de EBO.

REFERENCIAS

- Berggren, W.A. 1992. Neogene planktonic foraminiferal magnetobiostratigraphy of the southern Kerguelen Plateau (Sites 747, 748 and 751): College Station. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 120, p. 631-647.
- Berggren, W.A.; Kent, D.V.; Swisher, C.C.; Aubry, M-P. 1995. A revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. In *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. Society for Sedimentary Geology, Special Publication, No. 54*, p. 129-212.
- Biddle, K.T.; Uliana, M.A.; Mitchum, R.M. Jr.; Fitzgerald, M.G.; Wright, R.C. 1986. The stratigraphic and structural evolution of the central and eastern Magallanes Basin, southern South America. In *Foreland Basins* (Allen, P.A.; Homewood, P.; editors). *International Association of Sedimentologists, Special Publication, No. 8*, p. 41-61.
- Boersma, A. 1984. Handbook of common Tertiary *Uvigerina*. *Microclimates Press*, 207 p. Stony Point, New York.

- Codignotto, J.O.; Malumián, N. 1981. Geología de la región al norte del paralelo 54°S de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 36, No. 1, p. 44-88.
- Corliss, B.H. 1985. Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature*, Vol. 314, p. 435-438.
- Corliss, B.H.; Cheng, C. 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology*, Vol. 16, p. 716-719.
- Galeazzi, J.S. 1998. Structural and stratigraphic evolution of the Western Malvinas basin, Argentina. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, Vol. 82, No. 4, p. 596-636.
- Ghiglione, M. 2002. Diques clásticos asociados a deformación transcurrente en depósitos sinorogénicos del Mioceno Inferior de la Cuenca Austral. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 57, No. 2, p. 103-118.
- Ghiglione, M. 2003. Estructura y evolución tectónica del Cretácico-Terciario de la costa atlántica de Tierra del Fuego. Tesis Doctoral (Inédito), *Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*, 184 p.
- Ghiglione, M.; Ramos, V.A.; Cristalini, E.O. 2002. Estructura y estratos de crecimiento en la faja plegada y corrida de los Andes Fueguinos. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 29, No. 1, p. 17-41.
- Harloff, J.; Mackensen, A. 1997. Recent benthic foraminiferal associations and ecology of the Scotia Sea and Argentine Basin. *Marine Micropaleontology*, Vol. 31, p. 1-29.
- Hornibrook, N. de B. 1961. Tertiary Foraminifera from Oamaru District (N.Z.). Part 1-Systematics and Distribution. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin*, Vol. 34, No. 1, p. 1-192.
- Jannou, G.; Olivero, E.B. 2001. Hallazgo de radiolarios del Paleógeno en la isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina. *Ameghiniana*, Vol. 38, No. 3, p. 317-320.
- Jenkins, D.G. 1971. New Zealand Cenozoic planktonic foraminifera. *New Zealand Geological Survey, Paleontological Bulletin*, No. 42, p. 1-278.
- Klepeis, K.A.; Austin, J.A. 1997. Contrasting styles of superposed deformation in the southernmost Andes. *Tectonics*, Vol. 16, No. 5, p. 755-776.
- Leckie, R.M.; Webb, P.T. 1990. Late Paleogene and Early Neogene Foraminifera of Deep Sea Drilling Project Site 270, Ross Sea, Antarctica. Initial Reports. *Deep Sea Drilling Program*, Vol. 90, p. 1093-1142.
- Li, Q. 1987. Origin, phylogenetic development and systematic taxonomy of the *Tenuitella plexus* (Globigerinidae, Globigerinina). *Journal of Foraminiferal Research*, Vol. 17, No. 4, p. 298-320.
- Li, Q.; Radford, S.S.; Banner, F.T. 1992. Distribution of microporiferate tenuitellid planktonic foraminifera in holes 747A and 749B, Kerguelen Plateau. In *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results 120* (Wise, S.Jr.; Schlich, R.; et al.; editors). *College Station*, p. 569-594.
- Malumián, N. 1982. Foraminíferos bentónicos de la Formación Carmen Silva, Mioceno, Isla Grande de Tierra del Fuego. *Ameghiniana*, Vol. 19, Nos. 1-2, p. 37-66.
- Malumián, N.; Scarpa, R. (En prensa). Foraminíferos de la Formación Irigoyen, Neogeno, Tierra del Fuego, Argentina: significado paleogeográfico. *Ameghiniana*.
- Morkhoven van, F.P.C.M.; Berggren, W.A.; Edwards, A.S. 1986. Cenozoic Cosmopolitan Deep-Water Benthic Foraminifera. *Bulletin de Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine, Memoire* 11, 421 p.
- Murray, J.W. 1991. Ecology and Paleocology of Benthic Foraminifera. *Logan Scientific and Technical*, 397 p. Avon.
- Olivero, E.B.; Malumián, N. 1999. Eocene stratigraphy of Southeastern Tierra del Fuego Island, Argentina. *American Association Petroleum Geologists, Bulletin*, Vol. 83, No. 2, p. 295-313.
- Olivero, E.B.; Malumián, N. 2002. Upper Cretaceous-Cenozoic clastic wedges from the Austral-Malvinas foreland basins, Tierra del Fuego, Argentina: Eustatic and tectonic controls. European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America, No. 3, (EMPSLA), *Addendum*, Toulouse, Francia, 19-20 septiembre 2002. *Universidad Paul Sabatier*, p. 6-9.
- Olivero, E.B.; Malumián, N.; Palamarczuk, S.; Scasso, R.A. 2002. El Cretácico Superior-Paleógeno del área del Río Bueno, costa atlántica de la isla Grande de Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, Vol. 57, No. 3, p. 199-218.
- Olivero, E.B.; Malumián, N.; Palamarczuk, S. 2003. Estratigrafía del Cretácico superior-Paleoceno del área de bahía Thetis, Andes Fueguinos, Argentina: acontecimientos tectónicos y paleobiológicos. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 30, No. 2, p. 245-263.
- Robbiano, J.A.; Arbe, H.; Gangui, A. 1996. Cuenca Austral marina. Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina (Ramos, V.A.; Turic, M.A.; editores). In *Congreso Geológico Argentino, No. 13, y Congreso de Exploración de Hidrocarburos, No. 3, Relatorio, Capítulo 17*, p. 323-341. Buenos Aires.
- Spezaferrri, S. 1994. Planktonic foraminiferal biostratigraphy and taxonomy of the Oligocene and lower Miocene in the oceanic record. An overview. *Palaeontographia Italica*, Vol. 81, p. 1-187.
- Zapata, J.A.; Alarcón, R. 1988. Foraminíferos bentónicos del Estrecho de Magallanes (52°3'S; 69°54'W), Chile. *Biota*, Vol. 4, p. 17-29.