

FORAMINÍFEROS (PROTOZOA: FORAMINIFERIDA) DEL ESTUARIO DEL RÍO CONTACO (40°33'S; 73°43'O), CHILE

Leonardo Fernández P.

Centro de Estudios en Biodiversidad (CEBCh), Magallanes 1979, Osorno, Chile. limnoleo@gmail.com

Resumen

En la actualidad existe un gran número de trabajos que documentan la relación existente entre los patrones de distribución de los foraminíferos recientes y los parámetros ecológicos que los controlan. No obstante, esta información es escasa cuando nos referimos a los ambientes parálicos templados ubicados en el Pacífico Suroriental. Esto es el principal impedimento para la implementación de estos organismos como bioindicadores de parámetros físico-químicos, ecológicos, sedimentológicos y paleoecológicos en estas latitudes. Bajo este argumento, el objetivo de este trabajo es registrar, por primera vez, los foraminíferos bentónicos que habitan dentro del canal de un estuario templado del Pacífico Suroriental y su patrón de distribución en relación al parámetro salinidad.

Palabras claves: Foraminíferos bentónicos, ambiente parálico, estuario, Río Contaco, parámetro salinidad, Pacífico Sudeste

Foraminifera (Protozoa: Foraminifera) from Contaco Estuary (40°33' S; 73°43' W), Chile

Abstract

Despite the well documented clear relationships between modern assemblages and their ecological controls, there is scarce information on the distribution patterns of benthic foraminifera in paralic temperate environments of the Southeast Pacific. This is the main constraint for the implementation of these organisms as bioindicators of ecological, sedimentological, palaeoecological and physical-chemical parameters in these latitudes. In this context, the aim of this work is to record, for first time, the distribution of benthic foraminifera within a channel of a temperate estuary from Southeast Pacific and its relation to the salinity parameter.

Key words: Benthic foraminifera, paralic environment, estuary, Contaco River, salinity parameter, Southeast Pacific.

Introducción

La unión de los ríos con el mar no ocurre de forma brusca, sino que se produce en forma gradual de un ambiente a otro. En este proceso de mezcla, el agua de mar entra generalmente en forma de cuña y avanza por el fondo debido a su mayor peso, a la vez que el agua dulce se desplaza por la superficie mezclándose progresivamente con el agua de mar (Acha & Mianzan, 2003) (Figura 1). Esto origina un ambiente caracterizado por aguas salobres llamado estuario que habitualmente se encuentra influenciado por las mareas (estuario; *aestus*= marea). Esta característica, sumada a la irregularidad del aporte fluvial, genera que el parámetro salinidad de

estos ecosistemas posea un carácter esencialmente fluctuante (Margalef, 1983). La inestabilidad de la salinidad hace que la fauna acuática de los estuarios se restrinja a las especies marinas eurihalinas y a las pocas especies dulceacuícolas que pueden soportar tal condición (Rupert & Barnes, 1996).

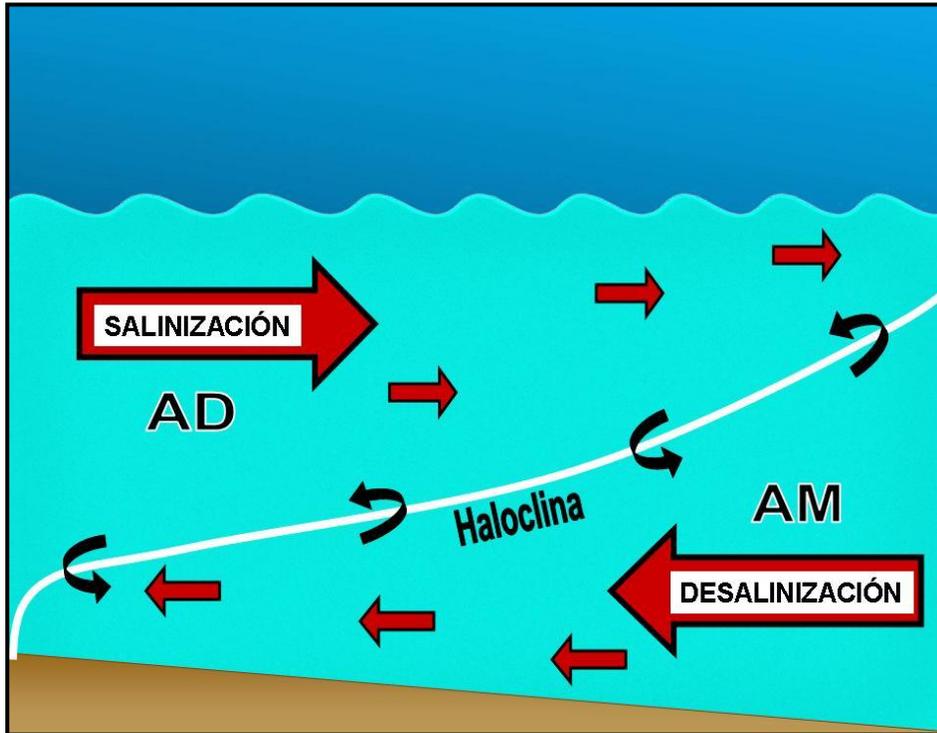


Figura 1. Estuario hipotético. Las flechas negras simbolizan la mezcla progresiva entre ambos cuerpos de agua. AD = agua dulce; AM = agua marina.

Figure 1. Hypothetical estuary. The black arrows symbolize the progressive mixing between the two bodies of water. AD = freshwater; AM = seawater.

En comparación a los sistemas marinos la fauna acuática estuarina tiene una baja riqueza específica pero a la vez una alta abundancia, es decir, es pobre cualitativamente pero suele ser más rica cuantitativamente (Costanza *et al.*, 1993). Un ejemplo de organismos marinos que habita en este nicho de tipo parásico son los foraminíferos (Protozoa: Foraminiferida).

En el presente, los foraminíferos y otros organismos unicelulares están siendo objeto de estudios moleculares dirigidos a actualizar su clasificación sistemática (*e.g.*, Pawlowski *et al.*, 1994; Pawlowski & Holzmann, 2002), lo que hasta ahora solo ha resultado en la proposición de clasificaciones provisionarias (*e.g.*, Cavalier-Smith, 1994; 1998; Corliss, 1994; Sina *et al.*, 2005).

A consecuencia de lo anterior, la sistemática más empleada por los investigadores sudamericanos del Pacífico Sudoriental templado continúa siendo la propuesta por Boltovskoy *et al.* (1980) hasta nivel de orden y la de Loeblich & Tappan (1988) desde suborden a género, al menos hasta la determinación de una clasificación nueva y definitiva apoyada por información molecular.

Según Boltovskoy *et al.* (*op. cit.*), los foraminíferos pertenecen al Reino Protista, por ser organismos unicelulares eucarióticos; al Phylum Protozoa, por ser móviles y heterótrofos; a la Clase Sarcodina, porque se desplazan a través de pseudópodos; a la Subclase Rhizopoda, porque sus pseudópodos tienen la capacidad de anastomosarse; y al Orden Foraminiferida por poseer un caparazón (conocido también como testa o conchilla) biomineralizado con una o más aberturas.

Atendiendo al tipo de construcción de sus caparazones, los foraminíferos se pueden dividir principalmente en: 1) especies calcáreas (subdivididas a su vez en calcáreas hialinas y porcelanoides), que construyen su caparazón de carbonato de calcio precipitado desde el agua marina; 2) especies aglutinadas o arenáceas, que construyen su caparazón adhiriendo partículas del medio a la membrana celular (*e.g.* arena, cuarzo, espículas de esponja, restos calcáreos de otras especies) y 3) especies silíceas, en las que el caparazón está constituido por sales de sílice y es propia de organismos que viven a grandes profundidades. Igualmente, los caparazones pueden estar formados por una a varias cámaras dispuestas de distintas formas (Figura 2).

Por otro lado, considerando el modo de vida de los foraminíferos, Boltovskoy (1965) los divide en: 1) especies bentónicas y 2) especies planctónicas. Las primeras tienen varios representantes eurihalinos, son conocidas desde el Precámbrico (más de 600 millones de años atrás) y cualitativamente son por lo menos 30 veces más numerosas que las planctónicas. Las segundas son conocidas desde el Triásico (cerca de 200 millones atrás) y a diferencia de las especies bentónicas son todas estenohalinas, salvo un par de casos muy exclusivos.

Los foraminíferos tienen la capacidad de alternar entre un modo reproductivo sexual y asexual, no obstante, solo una pequeña fracción de las aproximadamente 10.000 especies vivientes ha sido observada reproduciéndose en el laboratorio y el ciclo de vida completo es conocido únicamente para cerca de 50 especies (Scott *et al.*, 2001); por ende, solo es una aseveración ampliamente asumida.

En el modo sexual un individuo haploide (n) genera gametos mediante mitosis, que al unirse a los de otras células parentales, originan individuos diploides ($2n$) caracterizados por un pequeño prolóculo (primera cámara) y un gran caparazón (forma microsférica o agamonte). En el modo asexual el individuo diploide da origen mediante meiosis a individuos pequeños y haploides, caracterizados por un prolóculo grande y un caparazón pequeño (forma megalosférica, gamonte o esquizonte) (Goldstein & Watkins, 1999) (Figura 3).

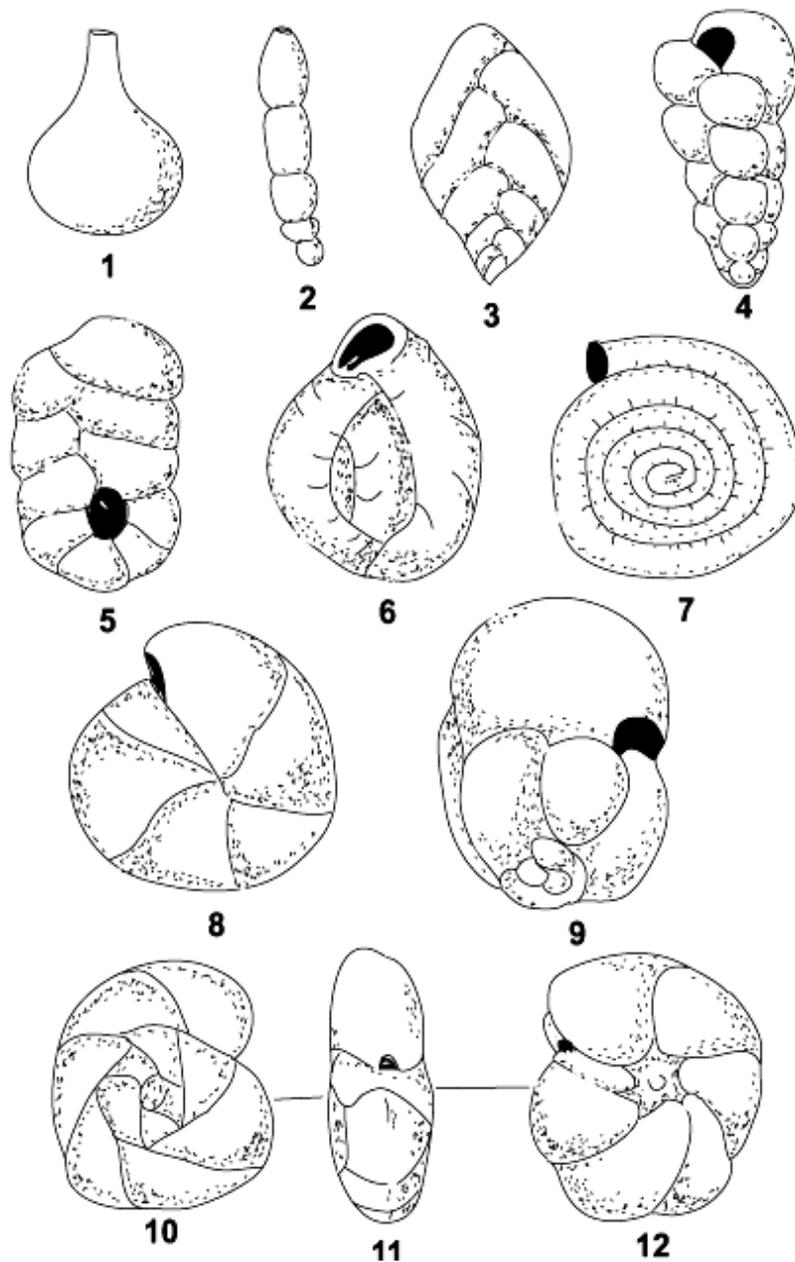


Figura 2. Principales tipos de disposición de cámaras en caparazones de foraminíferos: 1) unilocular; 2) uniseriada; 3) biseriada; 4) triseriada; 5) biserial-planiespiral; 6) miliolina; 7) evoluta-planiespiral; 8) involuta-planiespiral; 9) estreptoespiral; 10) - 12) trocoespiral (vista dorsal, oral y ventral respectivamente). Extraído de Loeblich & Tappan, 1964.

Figure 2. Main types of cameras available in foraminifera shells: 1) unilocular, 2) uniseriate, 3) biseriate, 4) triseriate; 5) biserial-planiespiral; 6) miliolina; 7) evolute-planiespiral; 8) involute-planiespiral; 9) estreptoespiral; 10) - 12) trocoespiral (dorsal view, oral and ventral, respectively). After Loeblich & Tappan, 1964.

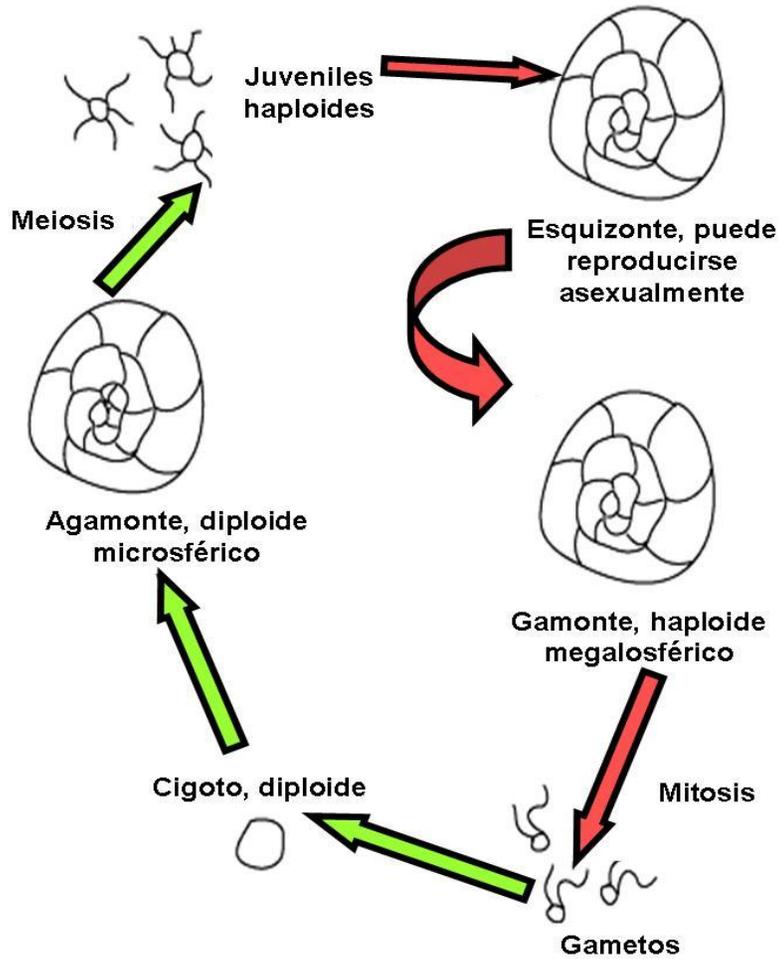


Figura 3. Ciclo de vida de un foraminífero. Se muestra la alternancia entre la forma megalosférica - haploide y la microsérica - diploide.

Figure 3. Life cycle of foraminifera. It shows alternating between megalospheric – haploid and microspheric – diploid forms.

Los foraminíferos son heterótrofos pero están sólo a un paso sobre los productores primarios. Su dieta se compone principalmente de bacterias, diatomeas, dinoflagelados, radiolarios, partículas de plantas y otros foraminíferos (Boltovskoy, 1965); aunque también han sido observados alimentándose de organismos que se encuentran mucho más arriba en la cadena trófica tales como copépodos y pequeños camarones. Algunos representantes pueden hospedar simbiontes fotosintéticos, lo que les permite alternar entre estados autotróficos y heterotróficos (Scott *et al.*, 2001). No obstante, aún falta determinar qué preferencias alimenticias tienen los foraminíferos

en su medio natural, ya que muchas de las experiencias han sido sólo observaciones bajo condiciones de cultivo de laboratorio.

Los foraminíferos también pueden estar presentes en varios “microhábitats” en la columna de sedimento, interviniendo en algunas etapas del flujo de carbono al conectar diferentes compartimentos del sistema bentónico. Esto se logra extendiendo su presencia vertical en el sedimento como resultado de la penetración del oxígeno y alimento en capas subsuperficiales producto por ejemplo, de una bioperturbación macrofaunal (Hromic, 2001).

Entre las aplicaciones que tienen como grupo está el rol que desempeñan en estudios oceanológicos destinados a determinar los movimientos y propiedades físico-químicas de las masas de agua; su aplicación para dilucidar problemas zoogeográficos, paleoceanográficos, paleoclimatológicos y de la geología submarina (Annin, 2001). De igual forma es muy conocida su aplicación en la industria petrolera como indicadores bioestratigráficos (Sen Gupta, 2002).

También se les está dando un renovado uso como bioindicadores de calidad ambiental en ambientes costeros ya que poseen ventajas significativas respecto a otros grupos. Entre estas destacan el alto número de individuos que se puede hallar en una muestra pequeña, lo que permite obtener resultados y conclusiones estadísticamente significativas (Schafer *et al.*, 1995; Scott *et al.*, 2001); una alta diversidad, que provee un amplio rango de sensibilidades y preferencias ambientales (Geslin *et al.*, 2002); y que son los últimos organismos en desaparecer de sitios que están siendo impactados por contaminantes industriales (Schafer *et al.*, 1995), por lo que su potencial para evaluar sitios altamente contaminados tiene pocos rivales (Schafer, 2000). Otros bioindicadores bentónicos tradicionales son difíciles de coleccionar y comparativamente mucho más caros de evaluar (*e.g.*, poliquetos, artrópodos, moluscos).

No obstante, la utilidad que más destaca es el uso que se les ha dado recientemente para investigar los cambios ocurridos en el nivel del mar durante los periodos glaciares e interglaciares del Holoceno. Esto permite estimar con mucha precisión en cuanto fluctuará el nivel del mar producto del actual calentamiento global, permitiendo a los respectivos gobiernos comenzar a plantearse medidas de prevención y mitigación frente a los potenciales impactos de este fenómeno global (*e.g.*, inundación de áreas costera con el consecuente impacto ambiental, social y económico).

La metodología utilizada para estas estimaciones es conocida como “función de transferencia” y es desarrollada mediante la comparación estadística de la distribución vertical de la comunidad moderna y de las biofacies pertenecientes al Holoceno de estos organismos. No obstante, es condición que la distribución de la comunidad moderna responda a algún gradiente ambiental y que su composición permanezca similar en el registro fósil (Berkeley *et al.*, 2007). Por lo mismo, la estimación de las futuras fluctuaciones del nivel del mar en cualquier sitio requiere de un previo conocimiento de la distribución moderna de estos organismos en los ambientes parálisos (Horton *et al.*, 1999; Horton & Edwards, 2003; Horton & Murray, 2007; Vázquez *et al.*, 2007).

Un gran número de investigadores han estudiado durante las últimas décadas la distribución de los foraminíferos modernos en los ambientes parálisos del Atlántico Norte y Atlántico Sur y del

Pacífico Norte y Sudoeste (ver Fernández & Zapata, 2010b) lo que en algunos casos ha permitido la posterior aplicación de la “función de transferencia”.

Sin embargo, es difícil aseverar si esta última metodología podría ser aplicada con éxito en la región templada del Pacífico Sudoriental, debido a que son escasos los trabajos que han investigado las especies y los parámetros abióticos que controlan la distribución de estos organismos en sus ambientes parálidos (*e.g.*, marismas salobres, estuarios), existiendo para Chile sólo el trabajo de Jennings *et al.* (1995) y quince años después los desarrollados por Fernández & Zapata (2010a; 2010b).

Estos antecedentes dejan en evidencia la necesidad de aumentar los esfuerzos dirigidos a investigar la distribución moderna de estos organismos en los ambientes parálidos de esta región, con tal de generar información de línea base que permita la implementación de estos organismos como bioindicadores ambientales y paleoecológicos.

En consecuencia, el objetivo de este trabajo es registrar la distribución de los foraminíferos bentónicos en el Estuario del Río Contaco y su relación con el parámetro salinidad, debido a que en los estuarios, es el parámetro más determinante de los patrones de distribución (Hayward *et al.*, 1999; Pemberton *et al.*, 2001).

Materiales y métodos

Área de estudio: El Río Contaco, tiene una longitud aproximada de 48 km y se origina en el lado oriental de la cordillera de la costa (Región de Los Lagos). Fluye desde allí en dirección norte, de forma paralela a la Cordillera de la Costa, para posteriormente desviarse en dirección oeste cortando la cordillera y alcanzando una altura cercana a los 800 m. Finalmente, desemboca en la localidad costera de Pucatrihue (Lagos, 2003). En este punto, el agua dulce del Río se une con la del Océano Pacífico, dando origen al Estuario del Río Contaco (40°33'12''S; 73°43'00''O) (Figura 4). En el inicio, el sustrato del estuario está compuesto de arena fina y mucha materia orgánica, pero a medida que se acerca a la desembocadura el lecho se torna arenoso (Zapata *et al.*, 2002).

Obtención de las muestras: El estudio se desarrolló durante marzo del 2007, para lo cual se dividió el estuario en 8 estaciones (I-VIII), distribuidas en 1,5 km y separadas entre sí por aproximadamente 200 m (Figura 5). La primera estación (I) se ubicó en la desembocadura del río y la última (VIII) en la cabecera del estuario. Se extrajo desde cada estación una muestra de sedimento utilizando un tubo de arrastre (Boltovskoy, 1965). La probabilidad de eludir alguna especie presente en el estuario debido a la distribución de “parche” que presentan estos organismos, se redujo mezclando un submuestreo con la muestra principal, usando un procedimiento de pseudoreplicación (Debenay & Guillou, 2002). En cada oportunidad, el tubo fue arrastrado durante 30 segundos, a la misma velocidad, con la idea de estandarizar el muestreo.

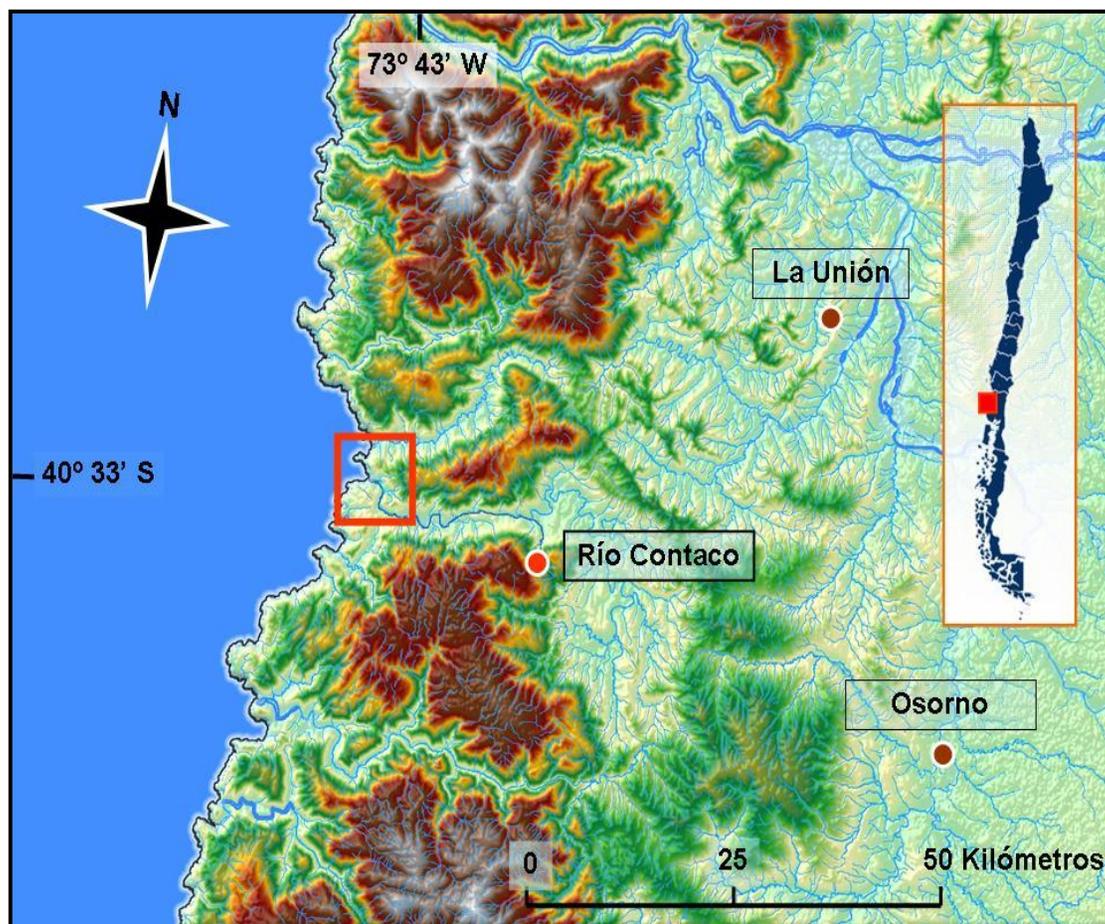


Figura 4. Río Contaco y su ubicación geográfica. El área de estudio corresponde a la señalada en el recuadro rojo.

Figure 4. Contaco River and its geographical location. The study area is highlighted with a red square.

Una vez en la superficie, el sedimento obtenido se depositó en bolsas plásticas, se fijó con alcohol etílico al 70% y se rotuló con el número de la estación correspondiente. Paralelamente se obtuvo en cada estación una muestra de agua desde el fondo para determinar la salinidad del punto muestreado.

Tratamiento de las muestras: La salinidad de cada muestra de agua se calculó con un termosalinómetro YSI 556, se expresó en unidades prácticas de salinidad (psu) y se clasificó dentro de un tipo de agua (Tabla 1). Esto contribuye a registrar los rangos halinos por los que tienen afinidad los foraminíferos del estuario.

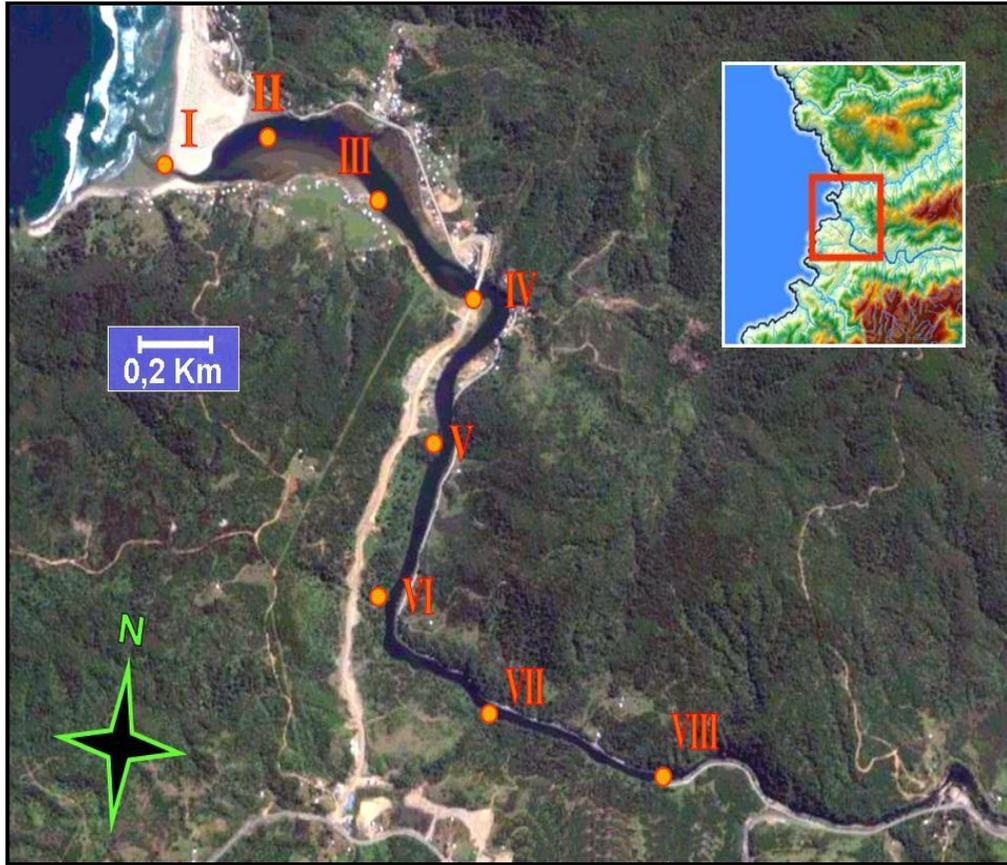


Figura 5. Estuario del Río Contaco y ubicación de las 8 estaciones consideradas en este estudio.

Figure 5. Contaco estuary and the 8 stations used in this study.

Cada muestra de sedimento se depositó en un tamiz de 63 μm y se lavó varias veces con agua corriente para eliminar el material fino (fango) y el fijador. Luego 150 g de cada muestra lavada se depositó en un vaso de precipitado y se secó en un horno por 8 horas a 40 °C. Finalizado este proceso a cada muestra seca se le agregó Tetracloruro de Carbono (CCl_4 : densidad de 1,592 g/ml) para precipitar el sedimento y reflotar los caparazones de los foraminíferos por diferencia de densidad (sobrenadante). Posteriormente, se preparó otro vaso de precipitado de 300 ml, provisto de un embudo con papel filtro. El sobrenadante se vació cuidadosamente sobre el papel filtro para retener los foraminíferos. Esto se repitió hasta que no se observó material en el sobrenadante. Finalizada esta operación, el filtro fue retirado, rotulado y secado a temperatura ambiente.

Tabla 1. Clasificación de las aguas en base a su salinidad según Boltovskoy, 1965.

Table 1. Water bodies classification on a basis of their salinity concentration following Boltovskoy, 1976.

Tipo de agua	Euhalina	Mixohalina	Dulce
Salinidad (psu)	40 - 30	29 - 0,5	< 0,5

El sedimento seco contenido en cada papel filtro se depositó sobre una placa Petri, se homogenizó y se dividió en 4 partes iguales (cuatro cuartos). El sedimento se inspeccionó bajo un microscopio estereoscópico a 40 x de aumento para extraer desde cada cuarto los primeros 50 ejemplares, sumando un total de 200 ejemplares por muestra, valor que duplicó la cantidad mínima sugerida por Saffert & Thomas (1998).

En este estudio no se utilizó tinción (*e.g.*, Rosa de Bengala) debido a que se analizó la comunidad total de los individuos (vivos más muertos), ya que esta entrega más información al integrar las fluctuaciones tanto estacionales como temporales de éstos organismos (Horton & Murray, 2007b). Esto es muy trascendente si se considera que el diseño de este estudio sólo utilizó un muestreo.

Para la determinación hasta nivel de orden se siguió a Boltovskoy *et al.*, (1980), hasta género a Loeblich & Tappan (1988) y hasta especie principalmente a Boltovskoy & Theyer (1970), Boltovskoy *et al.* (1980), Loeblich & Tappan (1988) y Zapata & Cea (2004).

Finalmente, representantes de cada especie fueron aislados, montados sobre portamuestras, espolvoreados con oro y fotografiados utilizando un Microscopio Electrónico de Barrido modelo JEOL JSM-6380 operando a 20 kV.

Análisis estadístico: Para analizar la diversidad en cada estación se utilizó el índice de Shannon - Wiener (1948). Este índice, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, permitiendo definir estadísticamente el grado de homogeneidad y heterogeneidad de la diversidad en un punto. Además, a diferencia de otros índices de diversidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001).

Para analizar la similitud a nivel de diversidad entre estaciones, se utilizó el índice de Jaccard (Saiz & Avendaño, 1976) y la confección de un dendrograma a través de la técnica del ligamiento promedio y la unidad de la media aritmética no ponderada (UPGMA) (Crisci & López, 1983). Ambos índices fueron calculados con el software Multi Variate Statistical Package (MVSP) versión 3.1.

Adicionalmente, se determinó las especies dominantes en cada estación. Estas se consideraron como tal cuando su abundancia relativa fue igual o superior a un 10% (Boltovskoy & Totah, 1985).

Resultados

Parámetro salinidad: Se hallaron tres tipos de agua distribuidas en las 8 estaciones y como era de esperar, la salinidad descendió río arriba. Consecuentemente la muestra de agua de la estación I (desembocadura del estuario) clasificó como agua euhalina y la última estación (cabecera del estuario) clasificó como agua dulce (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de las aguas registradas en cada estación en base a su salinidad (según Boltovskoy, 1965).

Table 2. Classification of water recorded in each station of the Contaco Estuary on a basis of their salinity concentration (after Boltovskoy, 1976).

Tipo de agua	Euhalina		Mixohalina				Dulce	
Estación	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Salinidad (psu)	33,30	3,20	1,47	1,01	0,60	0,52	0,45	0,30

Generalidades de los foraminíferos encontrados en el estuario: Se registraron 31 especies distribuidas en 23 géneros, 16 familias y 4 subórdenes. Los foraminíferos calcáreos hialinos fueron los mejor representados en la muestra total con 16 géneros, 12 familias y 2 subórdenes. Por otro lado, los menos representados fueron los calcáreos porcelanoides, con sólo 1 género, 1 familia y 1 suborden (Tabla 3 y 4).

Las especies registradas en el estuario se compusieron de dos grupos principales de acuerdo a la constitución del caparazón: 1) especies arenáceas o aglutinadas (Suborden Textulariina), representadas por 8 especies. Destacó en este grupo el género *Cribrostomoides* con dos especies; 2) especies calcáreas (Subórdenes Miliolina, Lagenina y Rotaliina) representadas por 23 especies, 16 géneros y 13 familias. Dentro de estas especies fue posible identificar una del tipo porcelanoides y 22 del tipo hialinas. En estas últimas destacaron los géneros *Cibicides* y *Discorbis* con 3 especies cada uno (Tabla 4).

Tabla 3. Foraminíferos del Estuario del Río Contaco agrupados según la composición de su caparazón. Se indica el aporte numérico (n) y porcentual (%) de géneros, familias y subórdenes de la muestra total.

Table 3. Foraminifera from Contaco Estuary grouped according to the composition of its shell. The table summarizes the number (n) and percentage (%) of genera, families and suborders delivered to the total sample.

Taxa	Arenáceos		Calcáreos				Total	
	Aglutinados		Porcelanoides		Hialinos			
	n	%	N	%	n	%	n	%
Género	7	30,44	1	4,35	15	65,21	23	100
Familia	3	18,75	1	6,25	12	75,00	16	100
Suborden	1	25,00	1	25,00	2	50,00	4	100

Distribución cualitativa: Los resultados indican que la mayoría de los foraminíferos calcáreos se distribuyen exclusivamente dentro de las 3 primeras estaciones (I - III), no obstante, no todas las especies calcáreas estuvieron presentes en todo este rango. Por ejemplo, la distribución cualitativa de *A. beccarii*, *B. pseudoplicata*, *C. parkerianus*, *E. pupa* y *G. problema*, estuvo restringida sólo a la primera estación, único punto con agua de tipo euhalina en el estuario (Tabla 5).

Por otro lado, los foraminíferos aglutinados están presentes a partir de la segunda estación, punto en el que el agua del estuario clasificó como de tipo mixohalina. Las especies con la distribución más amplia dentro de los foraminíferos de este tipo fueron *M. fusca* y *T. salsa*, las que se ubicaron entre las estaciones II y VIII, pasando de aguas de tipo mixohalino a dulce. Las especies aglutinadas con la menor distribución cualitativa fueron *C. hancocki* y *T. peruviana* las cuales se distribuyeron sólo en dos estaciones (Tabla 5).

Distribución cuantitativa: Se contaron e identificaron un total de 1.600 ejemplares (100,0%) de foraminíferos durante todo el estudio (200 por cada estación).

Como se explicó anteriormente, existió en el estuario un mayor número de especies calcáreas, pero a partir de la estación II, éstas presentaron un menor número de individuos en comparación a las especies aglutinadas. Dentro de todo el estuario las especies con menor presencia numérica fueron los calcáreos hialinos: *B. pseudoplicata* y *C. parkerianus*, cada una con tan sólo 2 (1,0%) individuos registrados en todo el estuario. Contrariamente, las especies con

Foraminíferos Río Contaco

mayor aporte numérico fueron las aglutinadas *M. fusca* y *T. salsa* ambas con un total máximo de 22 individuos (44,0%) en las estaciones VI y VIII respectivamente (Tabla 6).

Tabla 4. Foraminíferos del Estuario del Río Contaco. *aglutinados; **calcáreos porcelanoides; ***calcáreos hialinos.

Table 4. Foraminifera from Contaco Estuary: *Agglutinated, **calcareous-porcelaneous, *** calcareous-hyaline.

Suborden	Familia	Especie	
Textulariina*	Haplophragmoididae	<i>Cribrostomoides hancocki</i> (Cushman & McCulloch, 1939)	
		<i>Cribrostomoides subglobosum</i> (Cushman 1910)	
		<i>Haplophragmoides wilberti</i> Andersen, 1953	
	Rzehakinidae	<i>Miliammina fusca</i> (Brady, 1870)	
	Trochamminidae	<i>Lepidodeuterammina ochracea</i> (Williamson, 1858)	
		<i>Tiphotrocha comprimata</i> (Cushman & Brönnimann, 1948)	
<i>Trochammina peruviana</i> (Cushman & Kellet, 1929)			
<i>Trochamminita salsa</i> (Cushman & Brönnimann, 1948)			
Miliolina**	Hauerinidae	<i>Miliolinella subrotunda</i> (Montagu, 1803)	
Lagenina***	Polymorphinidae	<i>Guttulina problema</i> (Orbigny, 1826)	
	Ellipsolagenidae	<i>Oolina vilardeboana</i> Orbigny, 1839	
Rotaliina***	Bolivinidae	<i>Bolivina pseudoplicata</i> (Orbigny, 1839)	
		Cassidulinidae	<i>Cassidulina crassa</i> (Orbigny, 1839)
			<i>Cassidulina pulchella</i> Orbigny, 1839
			<i>Cassidulinoides parkerianus</i> (Brady, 1881)
			<i>Ehrenbergina pupa</i> (Orbigny, 1839)
		Buliminellidae	<i>Buliminella elegantissima</i> (Orbigny, 1839)
		Uvigerinidae	<i>Angulogerina angulosa</i> (Williamson, 1858)
	Discorbidae		<i>Discorbis corus</i> (Orbigny, 1839)
			<i>Discorbis isabelleanus</i> (Orbigny, 1839)
			<i>Discorbis peruvianus</i> (Orbigny, 1839)
			<i>Discorbis peruvianus</i> (Orbigny, 1839)
		Glabrateliidae	<i>Glabratella pileolus</i> (Orbigny, 1839)
	Cibicididae		<i>Cibicides aknerianus</i> (Orbigny, 1846)
			<i>Cibicides ornatus</i> (Orbigny, 1839)
			<i>Cibicides variabilis</i> (Orbigny, 1826)
	Nonionidae		<i>Astrononion echolsi</i> Kennett, 1967
		<i>Nonionella auris</i> (Orbigny, 1839)	
		<i>Nonionella chiliensis</i> (Cushman & Kellet, 1929)	
Trichohyalidae		<i>Buccella peruviana</i> (Orbigny, 1839)	
		<i>Cribrorotalia meridionalis</i> (Cushman & Kellet, 1929)	
	Rotaliidae	<i>Ammonia beccarii</i> (Linné, 1758)	

Tabla 5. Distribución cualitativa de los foraminíferos registrados en cada estación del Estuario del Río Contaco. *aglutinados; **calcáreos porcelanoides; ***calcáreos hialinos.

Table 5. Qualitative distribution of foraminifera recorded at each station Contaco River Estuary. *Agglutinated, **calcareous-porcelaneous, *** calcareous-hyaline.

Especies	Estaciones y salinidad (psu)							
	33,3 I	3,20 II	1,47 III	1,01 IV	0,60 V	0,52 VI	0,45 VII	0,30 VIII
<i>A. beccarii</i> ***	■							
<i>A. angulosa</i> ***	■	■	■					
<i>A. echolsi</i> ***	■	■						
<i>B. pseudoplicata</i> ***	■							
<i>B. peruviana</i> ***	■	■						
<i>B. elegantissima</i> ***	■	■						
<i>C. crassa</i> ***	■	■						
<i>C. pulchella</i> ***	■	■	■					
<i>C. parkerianus</i> ***	■							
<i>C. aknerianus</i> ***	■	■	■					
<i>C. ornatus</i> ***	■	■	■					
<i>C. variabilis</i> ***	■	■	■					
<i>C. meridionalis</i> ***	■	■	■					
<i>D. corus</i> ***	■	■						
<i>D. isabelleanus</i> ***	■							
<i>D. peruvianus</i> ***	■	■	■					
<i>E. pupa</i> ***	■							
<i>G. pileolus</i> ***	■	■						
<i>G. problema</i> ***	■							
<i>M. subrotunda</i> **	■	■						
<i>N. auris</i> ***	■	■						
<i>N. chiliensis</i> ***	■	■						
<i>O. vilardeboana</i> ***	■	■						
<i>C. hancocki</i> *		■	■					
<i>C. subglobosum</i> **		■	■	■				
<i>H. wilberti</i> *					■	■		
<i>L. ochracea</i> *		■	■	■				
<i>M. fusca</i> *		■	■	■	■	■	■	■
<i>T. comprimata</i> *		■	■	■				
<i>T. peruviana</i> *			■	■				
<i>T. salsa</i> *		■	■	■	■	■	■	■

Foraminíferos Río Contaco

Tabla 6. Distribución cuantitativa de las especies registradas en el estuario (frecuencia relativa en porcentajes).

Table 6. Quantitative distribution of the species recorded in the estuary (relative frequency in percentages).

Especies	Estaciones y salinidad (psu)							
	33,3 I	3,20 II	1,47 III	1,01 IV	0,60 V	0,52 VI	0,45 VII	0,30 VIII
<i>A. beccarii</i> ***	20,4	---	---	---	---	---	---	---
<i>A. angulosa</i> ***	3,0	2,5	1,5	---	---	---	---	---
<i>A. echolsi</i> ***	2,0	1,0	---	---	---	---	---	---
<i>B. pseudoplicata</i> ***	1,0	---	---	---	---	---	---	---
<i>B. peruviana</i> ***	2,5	3,0	---	---	---	---	---	---
<i>B. elegantissima</i> ***	5,0	2,5	1,5	---	---	---	---	---
<i>C. crassa</i> ***	7,5	1,0	---	---	---	---	---	---
<i>C. pulchella</i> ***	3,0	1,0	1,0	---	---	---	---	---
<i>C. parkerianus</i> ***	1,0	---	---	---	---	---	---	---
<i>C. aknerianus</i> ***	1,5	2,5	2,0	---	---	---	---	---
<i>C. ornatus</i> ***	3,0	1,0	1,5	---	---	---	---	---
<i>C. variabilis</i> ***	2,5	1,0	1,5	---	---	---	---	---
<i>C. meridionalis</i> ***	15,0	1,5	1,0	---	---	---	---	---
<i>D. corus</i> ***	6,0	0,5	---	---	---	---	---	---
<i>D. isabelleanus</i> ***	4,0	---	---	---	---	---	---	---
<i>D. peruvianus</i> ***	2,0	1,5	2,5	---	---	---	---	---
<i>E. pupa</i> ***	1,5	---	---	---	---	---	---	---
<i>G. pileolus</i> ***	1,0	0,5	---	---	---	---	---	---
<i>G. problema</i> ***	2,0	---	---	---	---	---	---	---
<i>M. subrotunda</i> **	1,0	0,5	---	---	---	---	---	---
<i>N. auris</i> ***	2,5	1,5	---	---	---	---	---	---
<i>N. chiliensis</i> ***	5,0	3,0	---	---	---	---	---	---
<i>O. vilardeboana</i> ***	7,5	7,5	---	---	---	---	---	---
<i>C. hancocki</i> *	---	2,5	9,5	---	---	---	---	---
<i>C. subglobosum</i> **	---	4,5	7,5	3,0	---	---	---	---
<i>H. wilberti</i> *	---	---	---	---	27,0	25,0	23,5	---
<i>L. ochracea</i> *	---	19,5	8,0	19,0	---	---	---	---
<i>M. fusca</i> *	---	12,5	13,0	27,5	32,5	44,0	32,5	33,0
<i>T. comprimata</i> *	---	3,0	15,5	14,0	---	---	---	---
<i>T. peruviana</i> *	---	---	17,5	21,0	---	---	---	---
<i>T. salsa</i> *	---	26,0	16,5	15,5	40,5	31,0	44,0	67,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Considerando aisladamente cada estación, se encontró que sólo en la primera estación (agua euhalina) aparece un foraminífero calcáreo aportando considerablemente al número total de individuos. A partir de la segunda estación (aguas mixohalinas), los mayores aportes al número total de individuos por estación correspondieron exclusivamente a especies aglutinadas. Así tenemos que los foraminíferos que estuvieron en mayor cantidad fueron: a) en la estación I, el foraminífero calcáreo *A. beccarii* (20,4%); b) en la estación II, el aglutinado *T. salsa* (26,0%); c) en la estación III, *T. peruviana* (17,5%); d) en la estación IV, *M. fusca* (27,5%); e) en la estación V, *T. salsa* (40,5%); f) en la estación VI, nuevamente *M. fusca* (44,0%) y g) estaciones VII y VIII nuevamente *T. salsa* (44,0 y 67,0% respectivamente) (Tabla 6).

Análisis estadístico: El índice de Shannon-Wiener (H') nos permite medir la diversidad de un lugar o punto, ya que toma en cuenta dos aspectos de la diversidad: la riqueza de especies y la uniformidad (Moreno, 2001). Éste índice, determinó que la estación I posee la mayor diversidad con 23 especies y un valor de 1,187 para el índice. En cambio, la estación que presentó la menor diversidad fue la VIII con tan sólo 2 especies y con un valor para el índice de 0,275 (Tabla 7).

Tabla 7. Número de especies (n), índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y uniformidad (U) para cada estación.

Table 7. Number of species (n), Shannon-Wiener diversity index (H') and uniformity (U) per station.

Estación	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
n	23	23	15	6	3	3	3	2
(H')	1,187	1,062	0,995	0,724	0,471	0,465	0,463	0,275
(U)	0,871	0,780	0,846	0,931	0,987	0,975	0,971	0,915

Considerando un 50% de significancia, fue posible distinguir con el índice de Jaccard 4 clústers o asociaciones de foraminíferos: el clúster "A", formado por las estaciones I y II con una similitud de un 61%; el clúster "B", formado sólo por la estación (III) y con un porcentaje de similitud con el clúster "A" inferior al 50%; el clúster "C", formado igualmente por una estación (IV) y con un porcentaje de similitud también inferior al 50% con el clúster "D" y por último el clúster "D", formado por las estaciones V, VI, VII y VIII con un 67% de similitud. Los resultados son graficados en el dendrograma entregado por el software MVSP (Figura 6).

Se determinó un total de 9 especies dominantes (presencia $\geq 10\%$). Entre éstas destacaron las especies *M. fusca* y *T. salsa*, pues, se encontraron entre los foraminíferos dominantes en 7 de las 8 estaciones con rangos que van de 12,5 - 44,0% y de 15,5 - 67,0% respectivamente. La estación I fue la única que tuvo exclusivamente foraminíferos calcáreos, entre los cuales dominaron *A. beccarii* (20,4%) y *C. meridionalis* (15,0%). En la estación II destacó entre las especies dominantes el

foraminífero aglutinado *T. salsa* (26,0%). En la estación III la especie más dominante fue *T. peruviana* (17,5%) desplazando a un segundo lugar a *T. salsa* (16,5%). En la estación IV la especie más dominante fue *M. fusca* (27,5%). A partir de la estación V a la VIII, las especies aglutinadas *T. salsa* y *M. fusca* fueron las más dominantes. Específicamente en las estaciones V, VII y VIII dominó *T. salsa* (40,5; 44,0 y 67% respectivamente). En la estación VI, dominó *M. fusca* (44,0%). Los resultados fueron graficados y son mostrados en las figura 7. Las especies que no cumplieron con el criterio de especie dominante fueron agrupadas como “otros” dentro de los gráficos.

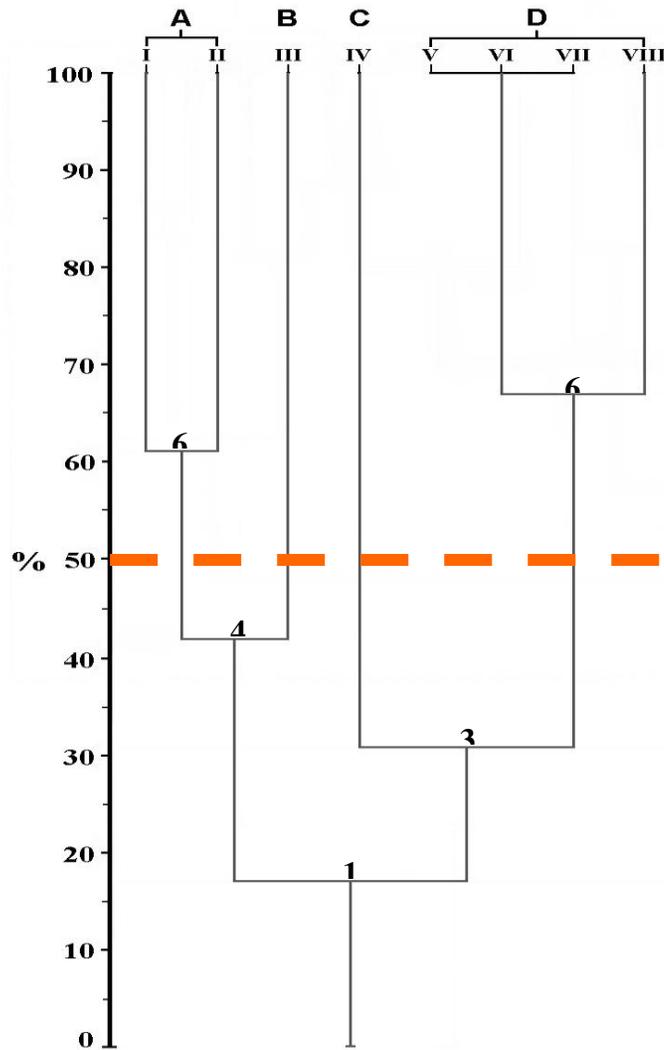


Figura 6. Dendrograma de similitud (en porcentajes) entre las estaciones muestreadas, según sus semejanzas en relación a la foraminiferafauna encontrada. La línea punteada indica el porcentaje de significancia empleado (50%) para determinar las asociaciones o clústers.

Figure 6. Similarity cluster (in percentage) between stations according to the foraminifera found. Dotted line indicates the percentage of significance used (50%) to determine associations or clusters.

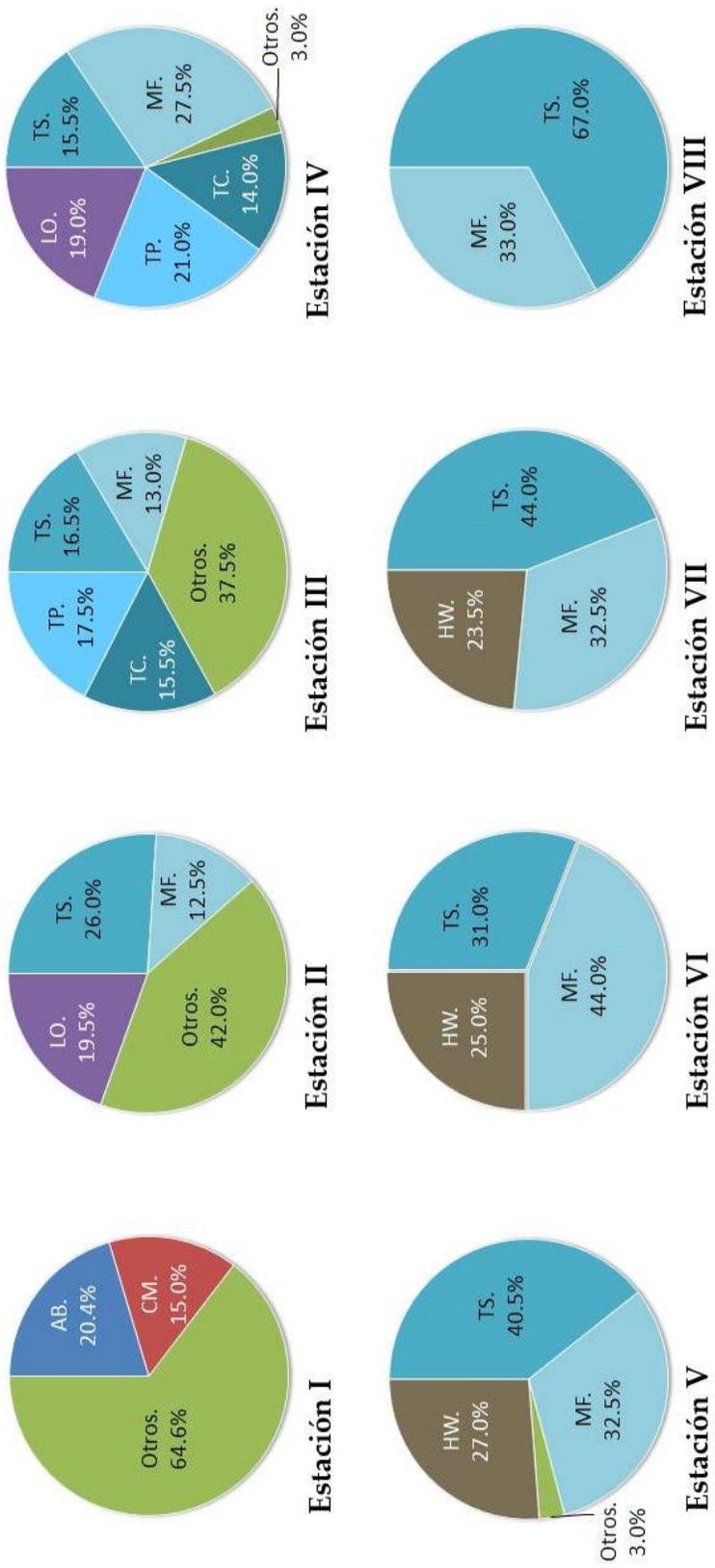


Figura 7. Especies dominantes y sus respectivas frecuencias relativas (%) en cada estación. AB: *A. beccarii*; CM: *C meridionalis*; LO: *L ochracea*; TS: *T. salsa*; MF: *M. Fusca*; TP: *T. peruviana*; TC: *T. comprinata*; HW: *H. wilberti*.

Figure 7. Dominant species and their relative frequencies (%) at each station. AB: *A. beccarii*; CM: *C meridionalis*; LO: *L ochracea*; TS: *T. salsa*; MF: *M. Fusca*; TP: *T. peruviana*; TC: *T. comprinata*; HW: *H. wilberti*.

En base a lo anterior se pudo establecer asociaciones (formadas por los taxa dominantes) para distintos rangos de salinidad. La asociación exclusivamente calcárea *A. beccarii* - *C. meridionalis*, se encontró en aguas de tipo euhalina (salinidad estación I: 33,3). La asociación aglutinada *L. ochracea* - *M. fusca* - *T. salsa* - *T. comprimata* - *T. peruviana*, se encontró sólo en aguas de tipo mixohalino (salinidad estaciones II a IV: 3,20 - 1,01). La asociación aglutinada *H. wilberti* - *M. fusca* - *T. salsa*, presentó un rango salino preferencial más amplio, encontrándose tanto en aguas mixohalinas (salinidad estaciones V y VI: 0,60 y 0,52) como dulces (estación VII: 0,45), siendo además las únicas especies ubicadas en este rango. Por último, la asociación que se caracterizó por ubicarse en aguas con muy baja salinidad fue *M. fusca* - *T. salsa*, encontrándose en aguas clasificadas como de tipo dulce (salinidad estación VIII: 0,30).

Sistemática: La clasificación sistemática más aceptada actualmente para los foraminíferos, es la entregada en los trabajos de Boltovskoy *et al.* (1980) y Loeblich & Tappan (1988). Cada especie fue descrita brevemente, basándose principalmente en los trabajos de Boltovskoy & Theyer (1970), Scott *et al.* (1991), Hayward *et al.* (1999), Zapata & Cea (2004), Southall *et al.* (2006) y Vázquez & Patterson (2008). Además, la sinonimia de cada especie se limitó a la cita original y otras de fácil obtención, como por ejemplo bibliografía chilena, donde la especie esté figurada y/o descrita.

Suborden Textulariina Delage & Hérouard

Familia Haplophragmoididae Mayne

Género *Cribrostomoides* Cushman

Cribrostomoides hancocki (Cushman & McCulloch) (Lámina 1, Figura 1)

Haplophragmoides hancocki Cushman & McCulloch, 1939: página 79, lámina 6, figuras 5, 6.

Cribrostomoides hancocki (Cushman & McCulloch). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 321, lámina 5, figura 22; Zapata *et al.*, 1995: página 26, lámina 3, figuras 8, 9; Páez *et al.*, 2001: página 133, figuras 2e, f.

Descripción: Conchilla subcircular, aplastada, involuta. Las últimas cámaras con tendencia a desenrollarse; margen periférico redondeado y ligeramente lobulado. Área umbilical excavada. Con 7 a 9 cámaras en la última vuelta, donde la cámara final es mucho más prominente y convexa. Paredes lisas, finas y aglutinadas. Suturas deprimidas, algo sigmoidales. Abertura en forma de una hendidura rectangular.

Cribrostomoides subglobosum (Cushman) (Lámina 1, Figura 2)

Haplophragmoides subglobosum Cushman, 1910: página 105, figuras 162-164.

Labrospira subglobosa (Cushman, 1910). Höglund, 1947: página 144, lámina 11, figura 2.

Cribrostomoides subglobosus (Cushman, 1910). Schröder, 1986: página 48, lámina 17, figuras 15, 16; Jonasson, 1994: página 53, lámina 5, figura 8.

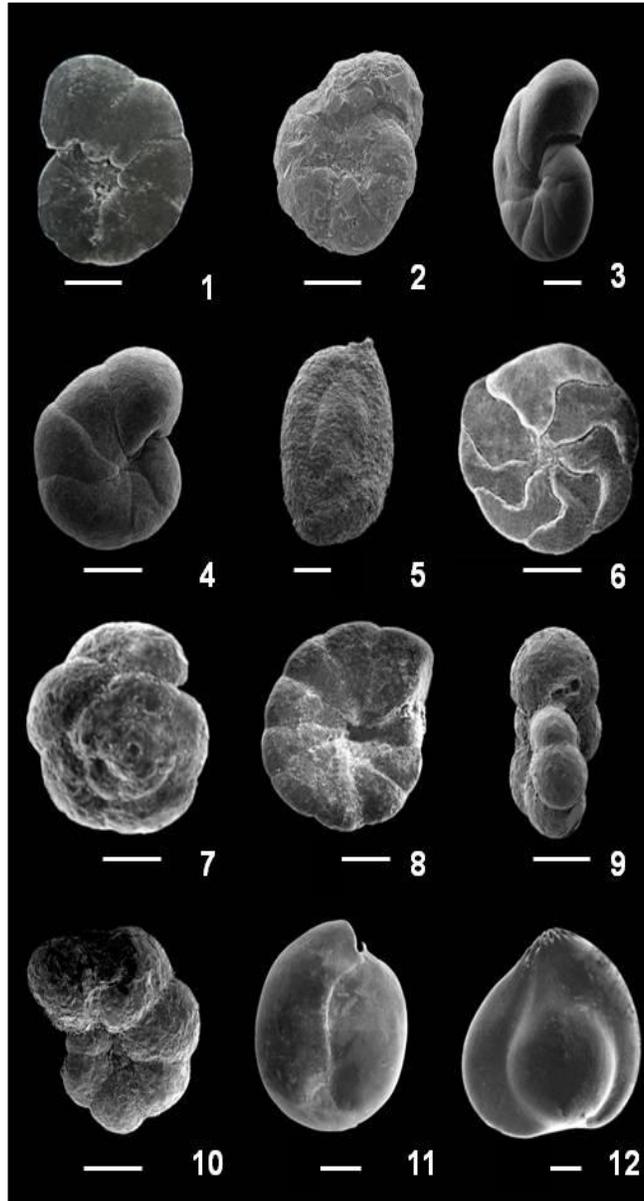


Lámina 1. Figura 1. *Cribrostomoides hancocki*, vista lateral; figura 2. *Cribrostomoides subglobosum*, vista lateral; figura 3. *Haplophragmoides wilberti*, vista frontolateral; figura 4. *Haplophragmoides wilberti*, vista lateral; figura 5. *Miliammina fusca*, vista lateral; figura 6. *Lepidodeuterammina ochracea*, vista lateral; figura 7. *Tiphotrocha comprimata*, vista lateral; figura 8. *Trochammina peruviana*, vista lateral; figura 9. *Trochamminita salsa*, vista frontal; figura 10. *Trochamminita salsa*, vista lateral; figura 11. *Miliolinella subrotunda*, vista lateral; figura 12. *Guttulina problema*, vista lateral. La barra es equivalente a 50 μm .

Plate 1. Figure 1. *Cribrostomoides hancocki*, lateral view; figure 2. *Cribrostomoides subglobosum*, lateral view; figure 3. *Haplophragmoides wilberti*, frontal-lateral view; figure 4. *H. wilberti*, lateral view; figure 5. *Miliammina fusca* (Brady), lateral view; figure 6. *Lepidodeuterammina ochracea*, lateral view; figure 7. *Tiphotrocha comprimata*, lateral view; figure 8. *Trochammina peruviana*, lateral view; figure 9. *Trochamminita salsa*, frontal view; figure 10. *T. salsa*, lateral view; figure 11. *Miliolinella subrotunda*, lateral view; 12. *Guttulina problema*, lateral view. The scale bar is equivalent to 50 μm .

Crirostomoides subglobosum (Cushman, 1910). 1981: página 57, lámina 11, figura 2.

Descripción: Conchilla planiespiral, involuta y comprimida cerca del umbilico. La pared es aglutinada y a veces rugosa, aunque esto es variable de un individuo a otro. Cámaras anchas y bajas, pudiéndose observar de manera usual de 4 a 8 cámaras en la última espira. Abertura oblonga, estrecha y curvada cerca del margen interior de la cara oral. Labios bien desarrollados.

Género *Haplophragmoides* Cushman

***Haplophragmoides wilberti* Andersen** (Lámina 1, Figuras 3 - 4)

Haplophragmoides wilberti Andersen, 1953: página 21, lámina 4, figura 7; Boltovskoy *et al.*, 1980: página 55, lámina 36, figuras 1, 4; Hayward *et al.*, 1999: página 217, lámina 1, figuras. 25, 26. Southall *et al.*, 2006: página 172, lámina 1, figuras 3, 5.

Descripción: Conchilla planispiral, involuta; de contorno semicircular, levemente lobulada; margen periférico redondeado; con 6–9 cámaras triangulares en la última vuelta. Pared lisa, finamente aglutinada; suturas suavemente deprimidas, de rectas a sigmoides. Abertura en forma de un arco ínteromarginal en la base de la última cámara.

Familia Rzehakinidae Cushman

Género *Miliammina* Heron-Allen & Earland

***Miliammina fusca* (Brady)** (Lámina 1, Figura 5)

Quinqueloculina fusca Brady, 1884: página 286, lámina 11, figuras 2, 3.

Miliammina fusca (Brady). Boltovskoy *et al.*, 1980: página 55, lámina 36, figuras 8-12; Hayward *et al.*, 1999: página 81, lámina 1, figuras 5,6; Horton & Edwards, 2005: página 68, lámina 1, figura 5.

Descripción: Conchilla aglutinada, ovalada, parte aboral redondeada, de sección transversal triangular. Cámaras alargadas, manteniendo su ancho en su longitud. Pared uniformemente aglutinada, a veces con frústulas de diatomeas; suturas deprimidas. Abertura oval con un diente corto y aplanado.

Familia Trochamminidae Ehrenberg

Género *Lepidodeuterammina* Brönnimann & Whittaker

***Lepidodeuterammina ochracea* (Williamson)** (Lámina 1, Figura 6)

Rotalina ochracea Williamson, 1858: página 55, lámina 4, figura 112; lámina 5, figura 113.

Trochammina ochracea (Williamson), Boltovskoy & Theyer, 1970: página 362, lámina 5, figura 17; Zapata *et al.*, 1995: página 29, lámina 7, figuras 8, 9; Zapata & Olivares, 2000: página 58, figura 88.

Descripción: Conchilla circular, muy aplanada; margen periférico agudo y algo lobulado. Lado dorsal poco convexo, el ventral ligeramente cóncavo, con un umbo deprimido. Con 8 a 12 cámaras en la última vuelta, las cuales son bajas, anchas y arqueadas. Paredes delgadas, lisas, finamente aglutinadas. Suturas deprimidas, curvadas en el lado espiral, sinuosas y levantadas en el lado umbilical. Abertura en forma de una ranura angosta en el margen interno de la última cámara.

Género *Tiphotrocha* Saunders

***Tiphotrocha comprimata* (Cushman & Brönnimann) (Lámina 1, Figura 7)**

Trochammina comprimata Cushman & Brönnimann, 1948: página 41, lámina 8, figuras 1-3.

Trochammina squamata Jones & Parker, 1860: página 304; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 363, lámina 5, figura 20; Zapata *et al.*, 1995: página 29, lámina 7, figuras 10, 11; Zapata & Cea, 2004: página 36, lámina 15, figuras 2, 3.

Descripción: Conchilla trocoidal, subcircular y aplanada con el lado dorsal levemente convexo, el ventral cóncavo, semejándola conchilla un vidrio reloj. La última vuelta se compone de 6 a 8 cámaras. Paredes aglutinadas de color parduzco. Suturas dorsales deprimidas y suavemente arqueadas. Las del lado ventral más profundas, fuertemente arqueadas, a veces sigmoidales. Abertura en la base de la última cámara y prolongándose hasta el umbilico.

Género *Trochammina* Parker & Jones

***Trochammina peruviana* Cushman & Kellet (Lámina 1, Figura 8)**

Trochammina peruviana Cushman & Kellet, 1929: página 4, lámina 1, figura 8.

Descripción: Conchilla trocoidal subcircular, aplastada, con ambos lados (dorsal y ventral) algo cóncavos. Con 10 a 12 cámaras en la última vuelta; cámaras aumentando levemente de tamaño a medida que se agregan. Suturas dorsales deprimidas muy poco curvadas, condiciones que también se aprecian en el lado umbilical. Pared finamente aglutinada. Abertura en una ranura ubicada en la base de la última cámara y prolongándose hasta la cavidad umbilical.

Género *Trochamminita* Cushman & Brönnimann

***Trochamminita salsa* (Cushman & Brönnimann) (Lámina 1, Figuras 9 - 10)**

Labrospira salsa Cushman & Brönnimann, 1948: página 16, lámina 3, figuras 5, 6.

Trochamminita salsa (Cushman & Brönnimann). Hayward & Hollis, 1994: página 206, lámina 2, figuras 12-14; Hayward *et al.*, 1999: página 84, lámina 1, figuras. 30-32.

Descripción: Conchilla planispiral en sus primeras cámaras; últimas cámaras arregladas irregularmente, generalmente globulares y cementadas con granos de arena. Con 6 o 7 cámaras

infladas en la última vuelta. Pared delgada, con superficie rugosa. Abertura simple o múltiple, en forma de poros provistos de un labio que se sitúan en la cara frontal de la última cámara.

Suborden Miliolina Delage & Hérouard

Familia Hauerinidae Mayne

Género *Miliolinella* Wiesner

***Miliolinella subrotunda* Montagu (Lámina 1, Figura 11)**

Vermiculum subrotunda Montagu, 1808: página 52, lámina 4, figuras 12, 13.

Quinqueloculina meridionalis Orbigny d', 1839: página 75, lámina 4, figuras 10-13.

Miliolina subrotunda (Montagu) Brady, 1884: página 168, lámina 5, figuras 10, 11.

Miliolinella subrotunda (Montagu) Boltovskoy & Theyer, 1970: página 345, lámina 5, figura 1; Zapata y Varela, 1975: página 17, lámina 2,

Descripción: Conchilla de contorno aproximadamente circular u oval; margen periférico ancho y redondeado. Cámaras algo infladas, la última a veces visiblemente mayor que las precedentes; con 4 cámaras en un lado y 3 en el otro. Paredes lisas, porcelanoides, en algunos ejemplares algo transparentes, ocasionalmente con débiles estrías transversales. Suturas nítidas, deprimidas. Abertura grande, oval o en forma de medialuna ancha, provista de un diente valvular que puede seguir el contorno de la abertura o puede ser irregular.

Suborden Lagenina Delage & Hérouard

Familia Polymorphinidae Mayne

Género *Guttulina* Orbigny

***Guttulina problema* Orbigny (Lámina 1, Figura 12)**

Guttulina problema Orbigny, 1826: página 266; Zapata & Varela, 1975: página 17, lámina 2, figura 5; Zapata et al., 1995: página 27, lámina 5, figuras 1-3.

Descripción: Conchilla piriformes; margen periférico redondeado en su mayor parte, algo subaguda cerca de la abertura. Con 3 cámaras infladas, alargadas en un lado; con 2 cámaras en el otro. Paredes lisas, opacas o semitransparentes, finamente perforadas. Suturas nítidas, deprimidas. Abertura radiada en los márgenes, cribada en el centro y ubicada en un extremo algo prolongado.

Familia Ellipsolagenidae Silvestry

Género *Oolina* Orbigny

Oolina vilardeboana Orbigny (Lámina 2, Figura 13)

Oolina vilardeboana Orbigny, 1839: página 19, lámina 5, figuras 4, 5; Marchant, 1993: página 65, lámina 3, figura 2; Hromic, 1999: página 94, figura 3.7.

Descripción: Conchilla ovoide. Extremo aboral redondeado, adornado con una especie de anillo, el oral aguzado con un corto y fino cuello, alrededor del cual existe un collar de ornamentación. Paredes semitransparentes, con finas, altas y numerosas costillas longitudinales espaciadas, las que ocasionalmente se unen. Abertura pequeña, redonda, ubicada en el extremo del cuello.

Suborden Rotaliina Delage & Hérouard

Familia Bolivinidae Glaessner

Género *Bolivina* Orbigny

Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland (Lámina 2, Figura 14)

Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland, 1930: página 81, lámina 3, figuras 36-40; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 306, lámina 1, figura 15; Zapata *et al.*, 1995: página 24, lámina 1, figuras 12, 13.

Descripción: Conchilla aguzada hacia la extremidad aboral, aplanada lateralmente. Cámaras poco visibles. Paredes opacas, a veces translúcidas, con ornamentación de costillas irregulares en sentido longitudinal que se entrecruzan, no pudiéndose distinguir un modelo general en la ornamentación. Abertura ovalada.

Familia Cassidulinidae Glaessner

Género *Cassidulina* Orbigny

Cassidulina crassa (Orbigny) (Lámina 2, Figura 15)

Cassidulina crassa Orbigny, 1839: página 56, lámina 7, figuras 18-20; Orbigny, 1846: página 213, lámina 21, figuras 42,43; Brady, 1884: página 429, lámina 54, figuras 4, 5; Cushman & Wickenden, 1929: página 12, lámina 5, figura 5; Heron-Allen & Earland, 1932: página 357, lámina 9, figuras 26-33; 1932: página 358, lámina 9, figuras 34-37; Boltovskoy y Theyer, 1970: página 315, lámina 1, figura 24; lámina 3, figura 1; Zapata & Varela, 1975: página 15, lámina 1, figura 4; Páez *et al.*, 2001: página 128, figura 2c.

Globocassidulina crassa (Orbigny) Hromic, 1999: página 94, figura 3.10.

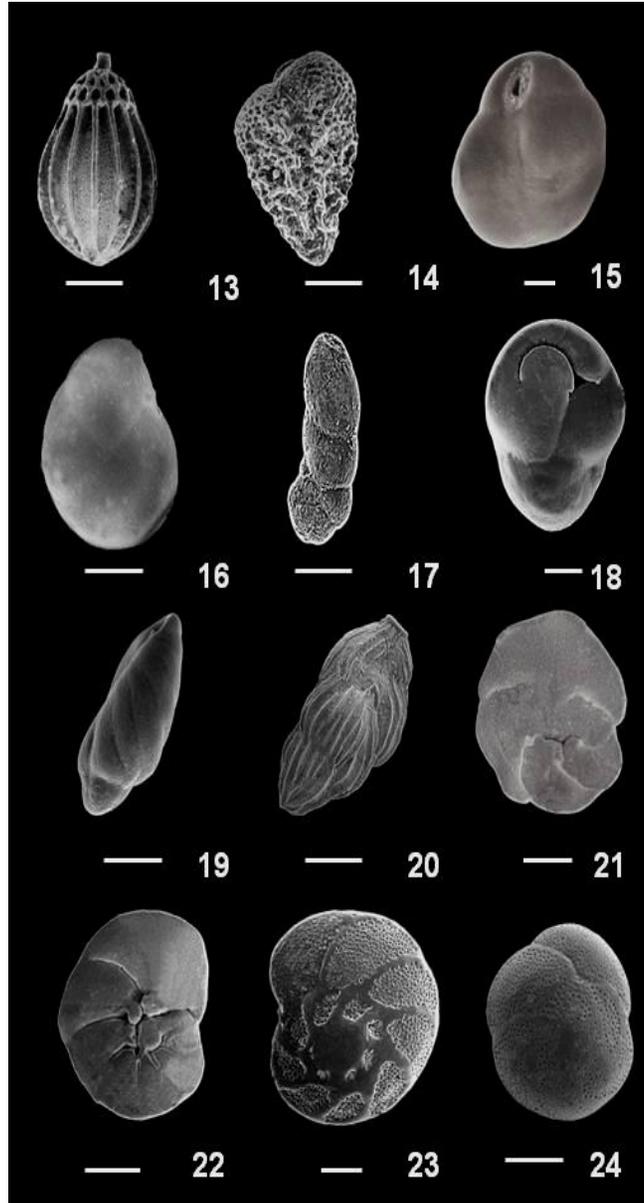


Lámina 2. Figura 13. *Oolina vilardeboana*, vista lateral; figura 14. *Bolivina pseudoplicata*, vista lateral; figura 15. *Globocassidulina crassa*, vista ventral; figura 16. *Cassidulina pulchella*, vista dorsal; figura 17. *Cassidulinoides parkerianus*, vista lateral; figura 18. *Ehrenbergina pupa*, vista ventral; figura 19. *Buliminella elegantissima*, vista lateral; figura 20. *Angulogerina angulosa*, vista lateral; figura 21. *Discorbis corus*, vista ventral; figura 22. *Discorbis isabelleanus*, vista ventral; figura 23. *Discorbis peruvianus*, vista dorsal; figura 24. *Glabratella pileolus*, vista dorsal. La barra es equivalente a 50 μ m.

Plate 2. Figure 13. *Oolina vilardeboana*, lateral view; figure 14. *Bolivina pseudoplicata*, lateral view; figure 15. *Globocassidulina crassa*, ventral view; figure 16. *Cassidulina pulchella*, dorsal view; figure 17. *Cassidulinoides parkerianus*, lateral view; figure 18. *Ehrenbergina pupa*, ventral view; figure 19. *Buliminella elegantissima* (Orbigny), lateral view; figure 20. *Angulogerina angulosa*, lateral view; figure 21. *Discorbis corus*, ventral view; figure 22. *Discorbis isabelleanus*, ventral view; figure 23. *Discorbis peruvianus*, dorsal view; figure 24. *Glabratella pileolus*, dorsal view. The scale bar is equivalent to 50 μ m.

Descripción: Conchilla oval o circular, lados suavemente convexos; margen periférico ampliamente redondeado. Con cinco pares de cámaras, cortas, algo abultadas, la última rectangular o trapezoidal. Paredes lisas, brillantes, finas y nítidamente perforadas. Suturas levemente deprimidas. Abertura ovalada, rodeada por un ancho reborde, situada en la última cámara.

***Cassidulina pulchella* Orbigny (Lámina 2, Figura 16)**

Cassidulina pulchella Orbigny, 1839: página 57, lámina 8, figuras.1-3; Heron-Allen & Earland, 1932: página 357, lámina 9, figuras 19-21; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 317, lámina 2, figura 8; Zapata & Varela, 1975: página 16, lámina 1, figura 5; Zapata *et al.*, 1995: página 25, lámina 3, figuras 3, 4.

Descripción: Conchilla subcircular u oval, bilateralmente algo convexa; margen periférico redondeado. Con 6 a 8 pares de cámaras en la última vuelta. Paredes lisas, un poco translúcidas y finamente perforadas. Suturas levemente deprimidas, poco nítidas, casi rectas. Abertura alargada, paralela al margen periférico, con un fino labio.

Género *Cassidulinoidea* Cushman

***Cassidulinoidea parkerianus* (Brady) (Lámina 2, Figura 17)**

Cassidulina parkeriana Brady, 1884: página 432, lámina 54, figuras 11-16; Heron-Allen & Earland, 1932: página 359, lámina 9, figuras 22-25.

Cassidulinoidea parkerianus (Brady). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 318, lámina 2, figura 2; Marchant, 1993: página 64, lámina 1, figura 3; Hromic, 1996: página 75, lámina 1, figura 7; Hromic, 1999: página 94, figura 3.9.

Descripción: Conchilla alargada, en forma de jota; porción inicial globosa, enrollada; la porción recta con 3 a 4 pares de cámaras algo infladas. Paredes finas, densamente perforadas. Suturas nítidas, rectas y deprimidas. Abertura terminal ovalada, con un fino labio.

Género *Ehrenbergina* Reuss

***Ehrenbergina pupa* (Orbigny) (Lámina 2, Figura 18)**

Cassidulina pupa Orbigny, 1839: página 57, lámina 7, figuras 21-23. *Ehrenbergina pupa* (Orbigny). Brady, 1884: página 433, lámina 113, figura 10; Heron-Allen & Earland, 1932: página 359, lámina 9, figuras. 40-47; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 326, lámina 2, figura 24; Zapata & Varela, 1975: página 16, lámina 1, figura 11; Zapata *et al.*, 1995: página 26, lámina 4, figuras 3-5.

Descripción: Conchilla de sección transversal triangular, la parte inicial enrollada planiespiralmente y luego desenrollada. Cámaras bajas y anchas, con 2-5 pares en la sección

desenrollada. Paredes lisas, finamente perforadas. Suturas curvas, poco nítidas y limbadas. Abertura en forma de arco, con un labio.

Familia Buliminellidae Hofker

Género *Buliminella* Cushman

***Buliminella elegantissima* (Orbigny) (Lámina 2, Figura 19)**

Bulimina elegantissima Orbigny, 1839: página 51, lámina 7, figuras. 13, 14.

Buliminella elegantissima (Orbigny). Cushman & Wickenden, 1929: página 8, lámina 3, figura 12; Cushman & Kellet, 1929: página 6, lámina 3, figuras 1-3; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 313, lámina 1, figura 23; Zapata *et al.*, 1995: página 25, lámina 2, figuras 8-10; Ortlieb *et al.*, 2000: página 232, figura 10.3.

Descripción: Conchilla fusiforme, con extremos generalmente redondeados. Espira con 2 a 3 vueltas, la última formada por 7 a 9 cámaras que ocupan casi todo el largo de la conchilla. Cámaras largas y numerosas, dispuestas oblicuamente con respecto al eje longitudinal. Paredes lisas, semitransparentes, finamente perforadas. Suturas nítidas, suavemente arqueadas y poco deprimidas. Abertura en forma de ojal, rodeada por un reborde ancho.

Familia Uvigerinidae Haeckel

Género *Angulogerina* Cushman

***Angulogerina angulosa* (Williamson) (Lámina 2, Figura 20)**

Uvigerina angulosa Williamson, 1858: página 67 lámina 5, figura 140; Heron-Allen & Earland, 1932: página 397, lámina 12, figuras 32-39. *Angulogerina angulosa* (Williamson). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 300, lámina 1, figura 3; Zapata & Varela, 1975: página 15, lámina 1, figura 1; Páez & Zúñiga, 2001: página 6, figura 17; Hromic, 1999: página 94, figura 5.3; Hromic, 2002: página 101, figura 7c.; Zapata y Cea, 2004: página 43, figura 3.

Descripción: Conchilla alargada, fusiforme, con la sección inicial algo redondeada y la final triangular. Posee alrededor de 12 cámaras algo infladas e irregulares. Paredes calcáreas, opacas, con finas perforaciones y numerosas costillas longitudinales continuas o discontinuas, quedando a veces libre de costillas la última cámara. Abertura sobre un cuello corto, provista de un labio y un diente bien desarrollado.

Familia Discorbidae Ehrenberg

Género *Discorbis* Lamarck

***Discorbis corus* (Orbigny)** (Lámina 2, Figura 21)

Rosalina cora Orbigny, 1839: página 45, lámina 6, figuras 19, 21. *Discorbis corus* (Orbigny). Heron-Allen & Earland, 1932: página 409, lámina 13, figuras 34-36. Boltovskoy & Theyer, 1970: página 325, lámina 2, figura 16; Zapata *et al.*, 1995: página 26, lámina 4, figuras 1,2; Páez & Zúñiga, 2001: página 9, figura 7.

Descripción: Conchilla de contorno irregular, aplastada. Lado espiral levemente convexo, el umbilical plano, con el umbilico excavado; margen periférico subagudo. Con 5 a 7 cámaras en la última vuelta, siendo la final más grande e irregular. Paredes lisas, densamente perforadas. Suturas iniciales limbadas, las posteriores algo deprimidas y curvas; las suturas umbilicales deprimidas y curvadas. Abertura umbilical en forma de ranura, angosta a lo largo del lado interno de la última cámara.

***Discorbis isabelleanus* (Orbigny)** (Lámina 2, Figura 22)

Rosalina isabelleana Orbigny, 1839: página 43, lámina 6 figuras 10-12. *Discorbis isabelleana* (Orbigny). Cushman & Kellet, 1929: página 9, lámina 3 figura 12; Heron-Allen & Earland, 1932: página 411, lámina 14, figuras 5-8.

Discorbina isabelleana (Orbigny). Hromic, 1996: página 77, lámina 1, figura 2; Hromic, 2001: página 153, figura 10.8.

Discorbis isabelleanus (Orbigny). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 324, lámina 2, figura 14; Zapata & Varela, 1975: página 16, lámina 1, figura 11.

Poroeponides lateralis (Terquem). Zapata, 1999: página 28, lámina 6, figuras 8, 9.

Eponides isabelleanus (Orbigny). Páez & Zúñiga, 2001: página 9, figuras 12, 13.

Descripción: Conchilla oval y biconvexa; margen periférico acuminado y carenado. Lado espiral con cámaras alargadas y oblicuas, lado umbilical con cámaras triangulares, de 5-7 cámaras en la última vuelta. Paredes gruesas, lisas y brillantes; finamente perforadas y granulosas en el lado espiral. Parte basal de la última cámara con poros grandes. Suturas limbadas y frecuentemente elevadas en el lado espiral, deprimidas en el lado umbilical. Abertura angosta, alargada, bordeada por un fino labio.

***Discorbis peruvianus* (Orbigny)** (Lámina 2, Figura 23)

Rosalina peruviana Orbigny, 1839: página 41, lámina 1, figuras 12-14. *Discorbis peruvianus* (Orbigny). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 325, lámina 2, figura 22; Zapata & Varela, 1975: página 16, lámina 1, figura 10; Marchant, 1993: página 65, lámina 2, figura 2; Hromic, 2001: página 154, figura 10.7.

Descripción: Conchilla de contorno subcircular; lado dorsal algo convexo, el ventral cóncavo o plano; margen periférico subanguloso. Dorsalmente se observan todas las vueltas, pero en el lado ventral sólo se observa la última formada por 7-9 cámaras. Paredes nítidamente perforadas. Suturas del lado espiral limbadas, arqueadas; las del umbilical son más angostas, menos arqueadas. La abertura se ubica en la base de la última cámara, es curvada, estrecha y prolongada en las cámaras anteriores.

Familia Glabrateliidae Loeblich & Tappan

Género *Glabratella* Dorreen

Glabratella pileolus (Orbigny) (Láminas 2 - 3, Figuras 24 - 25)

Valvulina pileolus Orbigny, 1839: página 47, lámina 1, figuras 15-17. *Glabratella pileolus* (Orbigny). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 331, lámina 2, figura 20; lámina 3, figuras 4, 7, 10; Zapata & Varela, 1975: página 17, lámina 2, figura 2; Zapata, 1999: página 147, figuras 3, 4.

Descripción: Conchilla subcircular, trocoidal; lado espiral redondeado, el umbilical cóncavo; margen periférico redondeado. Con 5 a 8 cámaras en la última vuelta, poco visibles. Paredes opacas, perforadas, las del lado espiral lisas, las umbilicales cubiertas de finas y densas granulaciones en forma de líneas radiales. Suturas espirales arqueadas, poco notorias, las umbilicales rectas, radiales, levemente deprimidas. Abertura en el centro del lado umbilical.

Observaciones: Es considerada una especie muy tolerante a los cambios de temperatura, ya que se halla tanto en aguas tropicales brasileñas como en las templadas frías de Chile.

Familia Cibicididae Cushman

Género *Cibicides* Montfort

Cibicides aknerianus (Orbigny) (Lámina 3, Figura 26)

Rotalina akneriana Orbigny, 1846: página 156, lámina 8, figuras 13-15. *Cibicides aknerianus* (Orbigny). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 318, lámina 2, figuras 5, 6; Zapata & Varela, 1975: página 16, lámina 1, figura 6; Marchant, 1993: página 64, lámina 1, figura 4; Hromic, 1999: página 94, figura 8.5; Páez & Zúñiga, 2001: página 7, figuras 4, 5.

Descripción: Conchilla trocoidal de contorno subcircular, levemente lobulado en las últimas cámaras; margen periférico subangular, raramente redondeado. Lado dorsal plano, formado por la última vuelta y un disco central que engloba las vueltas iniciales poco notorias; el lado ventral es convexo y consta de una vuelta con 8 a 11 cámaras triangulares, levemente infladas en la última vuelta. Paredes lisas, opacas, con grandes perforaciones en el lado espiral y finamente perforadas en el lado ventral. Abertura periférica en el lado evolutivo.

Cibicides ornatus (Orbigny) (Lámina 3, Figura 27)

Truncatulina ornata Orbigny, 1839: página 40, lámina 6, figuras 7-9. *Cibicides ornatus* (Orbigny). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 319, lámina 2, figura 7; Zapata & Varela, 1975: página 16, lámina 1, figura 7; Zapata *et al.*, 1995: página 25, lámina 3, figuras 5-7; Hromic, 1999: página 94, figura 4.7.

Descripción: Conchilla trocoidal, muy aplanada; margen periférico plano, de borde anguloso, algo lobulado. Lado espiral plano o débilmente cóncavo, con un disco central que engloba las vueltas iniciales; el lado ventral levemente convexo y con 9 a 11 cámaras en la última vuelta.

Paredes opacas, gruesas y perforadas. Suturas arqueadas, limbadas. Abertura periférica, la cual se extiende dorsalmente por un espacio de 3 a 4 cámaras, con un labio delgado.

***Cibicides variabilis* (Orbigny)** (Lámina 3, Figura 28)

Truncatulina variabilis Orbigny, 1826: página 135, lámina 2, figura 29; Heron-Allen & Earland, 1932: página 420, lámina 14, figuras 36-39. *Cibicides variabilis* (Orbigny). Boltovskoy & Theyer, 1970: página 319, lámina 2, figura 3; Marchant, 1993: página 64, lámina 1, figura 6; Zapata & Gutiérrez, 1995: página 53, figuras 8, 9.

Descripción: Conchilla de contorno variable, trocoidal y aplanada en ciertos casos, pero sus cámaras finales son irregulares. Cuando la conchilla conserva la construcción trocoidal regular, el lado espiral es plano o levemente cóncavo; en cambio, el lado umbilical es algo convexo con cámaras triangulares. Con 7 a 10 cámaras en la última vuelta. Paredes lisas, opacas, fuertemente perforadas. Suturas limbadas en el lado espiral, deprimidas en el lado umbilical. La abertura es una ranura en la sutura espiral por espacio de 3 a 5 cámaras.

Familia Nonionidae Schultze

Género *Astrononion* Cushman y Edwards

***Astrononion echolsi* Kennett** (Lámina 3, Figura 29)

Astrononion echolsi Kennett, 1967: página 134, lámina 11, figuras 7-8; Fillon, 1974, página 139, lámina 6, figuras 1-3; Gaździcki & Majewski, 2003: página 9, figura 5.7a, b.

Descripción: Conchilla oval, región ventral algo deprimida, margen periférico de las últimas cámaras algo lobulado, con 9 a 10 cámaras en la última vuelta, paredes finas y lisas con 6 a 7 perforaciones en el lado umbilical. Abertura en forma de ranura arqueada, ubicada en la pared oral de la última cámara.

Género *Nonionella* Cushman

***Nonionella auris* (Orbigny)** (Lámina 3, Figura 30)

Valvulina auris Orbigny, 1839: página 47, lámina 2, figuras 15-17.

Nonionella auris (Orbigny), Cushman & Kellett, 1929: página 5, lámina 1, figura 9; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 347, lámina 4, figura 8; Zapata & Varela, 1975: página 18, lámina 2, figura 9; Zapata *et al.*, 1995: página 27, lámina 5, figuras 13-15.

Descripción: Conchilla oval, un tanto aplanada lateralmente; margen periférico levemente redondeado, algo lobulado. Con 9 a 12 cámaras en la última vuelta, un poco infladas y levemente curvadas, la última cámara se extiende por el lado umbilical, en forma de un lóbulo

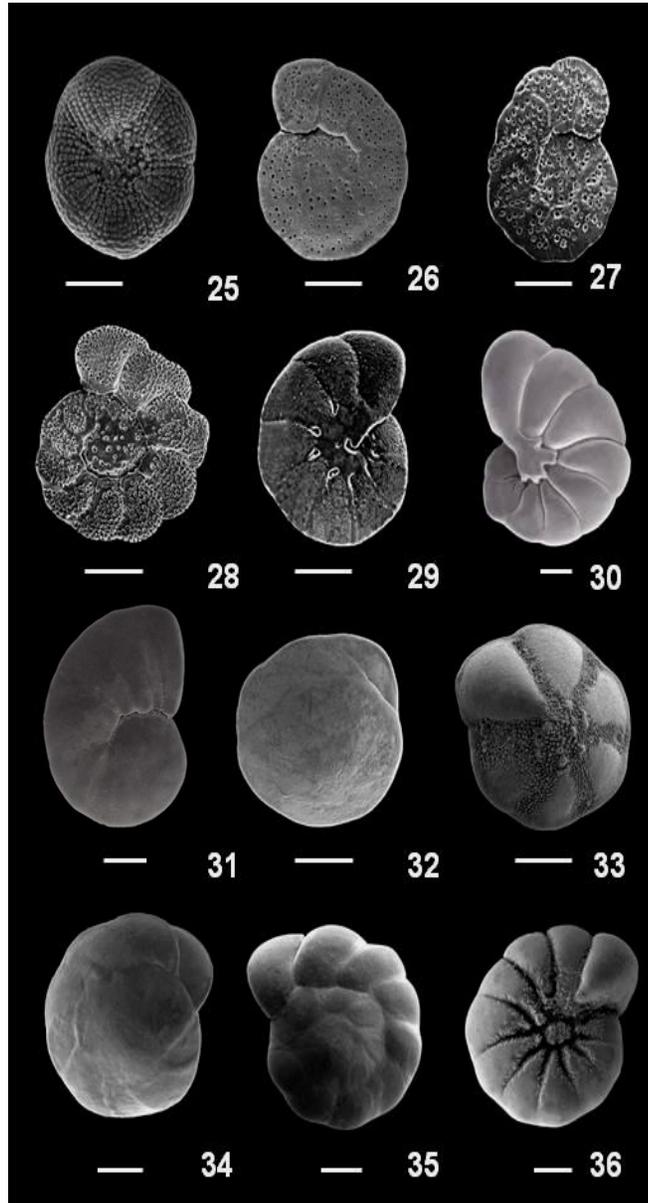


Lámina 3. Figura 25. *G. pileolus*, vista dorsal; figura 26. *Cibicides aknerianus*, vista dorsal; figura 27. *Cibicides ornatus*, vista dorsal; figura 28. *Cibicides variabilis*, vista dorsal; figura 29. *Astrononion echolsi*, vista dorsal; figura 30. *Nonionella auris*, vista dorsal; figura 31. *Nonionella chiliensis*, vista dorsal; figura 32. *Buccella peruviana*, vista dorsal; figura 33. *Buccella peruviana*, vista ventral; figura 34. *Cribrorotalia meridionalis*, vista dorsal; figura 35. *Ammonia beccarii*, vista dorsal; figura 36. *A. beccarii*, vista ventral. La barra es equivalente a 50 μm .

Plate 3. Figure 25. *G. pileolus*, dorsal view; figure 26. *Cibicides aknerianus*, dorsal view; figure 27. *Cibicides ornatus*, dorsal view; figure 28. *Cibicides variabilis*, dorsal view; figure 29. *Astrononion echolsi*, dorsal view; figure 30. *Nonionella auris*, dorsal view; figure 31. *Nonionella chiliensis*, dorsal view; figure 32. *Buccella peruviana*, dorsal view; figure 33. *B. peruviana*, ventral view; figure 34. *Cribrorotalia meridionalis*, dorsal view; figure 35. *Ammonia beccarii*, dorsal view; figure 36. *A. beccarii*, ventral view. The scale bar is equivalent to 50 μm .

digitiforme que invade el área umbilical. Paredes finas y lateralmente perforadas; suturas no muy arqueadas y deprimidas. Abertura angosta, situada en la base de la cara oral convexa de la última cámara, extendiéndose hacia el umbilico.

***Nonionella chiliensis* Cushman & Kellett** (Lámina 3, Figura 31)

Nonionella chiliensis Cushman & Kellett, 1929: página 6, lámina 2, figura 4; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 348, lámina 4, figura 6; Zapata & Varela, 1975: página 18, lámina 3, figura 1; Zapata *et al.*, 1995: página 27, lámina 6, figuras 1-3.

Descripción: Conchilla oval, asimétrica, algo aplastada; margen periférico subagudo, lado espiral evolutivo y levemente convexo, el umbilical deprimido y con el umbilico un poco granuloso. Con 10 a 12 cámaras en la última vuelta, bajas y anchas. Paredes lisas, opacas o semitransparentes, finamente perforadas, suturas espirales limbadas, curvas, no deprimidas. Cara apertural triangular, con finas granulaciones, bordeando alrededor de la abertura. Abertura alargada, extendiéndose desde la base de la última cámara hasta el umbilico.

Familia Trichohyalidae Saidova

Género *Buccella* Andersen

***Buccella peruviana* (Orbigny)** (Lámina 3, Figuras 32 - 33)

Rotalina peruviana Orbigny, 1839: página 41, lámina 1, figuras 12-14. *Buccella peruviana* (Orbigny). Theyer, 1966: página 207, lámina 1, figuras 1-15; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 309, lámina 1, figura 32; Zapata & Varela, 1975: página 15, lámina 1, figura 3; Zapata *et al.*, 1995: página 25, lámina 2, figuras 1-3; Hromic, 1996: página 75, lámina 1, figura 3; Hromic, 1999: página 94, figura 4.10; Páez & Zúñiga, 2001: página 9, figura 15.

Descripción: Conchilla trocoidal, biconvexa, aunque el lado umbilical a veces es más plano, margen periférico lobulado, con un angosto ribete limbado. Con 6 a 11 cámaras en la última vuelta. Paredes gruesas, opacas, a veces con el lado ventral hialino. Suturas radiales y deprimidas en el lado umbilical; en el lado espiral son limbadas y curvas. Abertura pequeña poco visible, ubicada en la sutura basal de la última cámara. Aberturas suplementarias pequeñas, solo observables en el lado umbilical en las suturas de las cámaras cerca de la periferia.

Género *Cribrorotalia* Hornibrook

***Cribrorotalia meridionalis* (Cushman & Kellett)** (Lámina 3, Figura 34)

Eponides meridionalis Cushman & Kellett, 1929: página 11, lámina 4, figuras 4 y 6; Boltovskoy & Theyer, 1970: página 329, lámina 12, figura 17; Zapata & Varela, 1975: página 17, lámina 2, figura 1.

Criborotalia meridionalis (Cushman & Kellet). Marchant, 1993: página 65, lámina 1, figura 8; Páez & Zúñiga, 2001: página 9, figuras 9-11.

Descripción: Conchilla subcircular, trocoidal, biconvexa; margen periférico agudo y provisto de un ribete. Con 10 a 13 cámaras en la última vuelta, las cuales son anchas, curvadas y cuadrangulares en el lado espiral. Paredes lisas, brillantes. Suturas nítidas, limbadas, oblicuas y levemente curvadas en el lado espiral; casi radiales en el lado umbilical, donde están engrosadas por material vítreo que se acumula en la zona umbilical. Abertura en la sutura de la última cámara.

Familia Rotaliidae Ehrenberg

Género *Ammonia* Brünnich

Ammonia beccarii (Linné) (Lámina 3, Figuras 35 - 36)

Nautilus beccarii Linné, 1758: página 710, lámina 1, figura 1. *Ammonia beccarii* (Linné). Boltovskoy *et al.*, 1980: página 61, lámina 1, figuras 4-7; Debenay *et al.*, 1998: página 238, lámina 1, figuras 1-5; Fernández & Zapata, 2010: página 167, lámina 1, figuras 1-9.

Descripción: Conchilla circular, cámaras ligeramente infladas, terminadas en una extensión umbilical, 9-12 al final de la espira; pared amarillo claro o blanca, altamente ornamentada, con grandes tubérculos ubicados a lo largo de suturas; suturas dorsales limbadas y suavemente deprimidas y notoriamente excavadas en el lado ventral. Paredes lisas, brillantes y densamente perforadas. Abertura es una hendidura algo arqueada en la base de la cara apertural abriéndose dentro del umbilico.

Discusión

En décadas recientes se ha documentado muy bien la distribución ecológica de los foraminíferos bentónicos en los ambientes costeros parálidos del hemisferio norte y del Pacífico Sudoeste (*e.g.*, marismas salobres, estuarios), lo que ha sido muy útil para deducir los cambios ocurridos en las condiciones ambientales costeras. Esto ha permitido que en estas regiones los foraminíferos sean regularmente utilizados para investigar, por ejemplo, los ciclos sísmicos en las zonas de subducción de las placas, efectos de los tsunamis y principalmente los cambios relativos en el nivel del mar (cambios representados principalmente por la alternancia de periodos glaciares e interglaciares ocurridos durante el Holoceno).

En la región templada del Pacífico Suroriental existen pocos trabajos que han estudiado la distribución de los foraminíferos bentónicos (*i.e.*, Jennings *et al.*, 1995; Fernández & Zapata, 2010a; 2010b), por lo que el uso de estos organismos como bioindicadores (*e.g.* paleoecológicos, sedimentarios, físico-químicos, etc.), está restringido sólo a los lugares en los cuales se han realizado estudios que han determinado el modelo de distribución de los foraminíferos en ambientes parálidos.

Si bien desde un punto de vista global, el patrón de distribución para los foraminíferos ha sido similar, no se debe olvidar que en cada zona concreta intervienen otros factores locales (salinidad, tipo de substrato, etc.), por lo que es necesario profundizar en el conocimiento de la ecología del grupo en diferentes regiones geográficas con el fin de comprobar y eventualmente modificar los modelos que sirven de base para una interpretación paleoecológica precisa de las zonas en estudio (Diz *et al.*, 2000).

En los ambientes parálisos los foraminíferos siguen un patrón de distribución caracterizado por una alta diversidad con dominio de taxa calcáreos en aguas de tipo marino y un decrecimiento en la diversidad con dominio de taxa aglutinados hacia aguas continentales, debido a la disminución del parámetro salinidad y consecuentemente del carbonato de calcio (*e.g.*, Hayward & Hollis, 1994; Annin, 2001). Los resultados obtenidos en el estuario del Río Contaco, son congruentes con esto.

A pesar de que la foraminiferofauna total está conformada principalmente por taxa de tipo calcáreo (cerca del 74% de las especies registradas), la distribución de estos individuos estuvo restringida solo a las 3 primeras estaciones, las cuales son las que están ubicadas más cerca del mar. En cambio, los taxa aglutinados, (que representan cerca del 26% de las especies registradas en el estuario), presentan una distribución mucho más amplia, encontrándose en 7 de las 8 estaciones estudiadas, haciéndose evidente el aumento de su representatividad numérica a medida que ascendemos en el estuario y desaparecen paulatinamente los foraminíferos de tipo calcáreo.

Igualmente, esta tendencia se ve reflejada en los valores de diversidad entregados por el índice de Shannon-Wiener. Estos indican que la estación con mayor diversidad es justamente la más cercana al mar (estación I). Coincidentemente el 100% de los individuos registrados en este punto (23 especies) son de tipo calcáreo. Por otro lado, la estación con el valor más bajo de diversidad fue la que estaba ubicada más lejos del mar (estación VIII) con tan solo 2 especies aglutinadas representando el 100% de las especies registradas en ese punto.

Asimismo, considerando los trabajos realizados en el hemisferio norte, el parámetro salinidad presenta un patrón predecible en el estuario, en el que disminuye su valor a medida que los puntos de muestreo se acercan a aguas de tipo continental, encontrándose consecuentemente la existencia de aguas de tipo eurihalino, mixohalino y dulce. La estación I, es la única que presenta agua de tipo eurihalino (33,30) y a su vez la mayor diversidad (1,187). De la estación II a la VI el agua es de tipo mixohalino (3,20-0,52) y los valores para la diversidad van de 1,062 a 0,465. Finalmente, las estaciones VII y VIII presentan aguas de tipo dulce (0,45 y 0,30) y menores diversidades con valores de 0,463 y 0,275 respectivamente.

Evidentemente, en el estuario del Río Contaco los foraminíferos siguen un patrón determinado por la salinidad, el cual es manifestado a través de una alta diversidad de foraminíferos calcáreos en un punto muy cercano al mar y que paulatinamente pasa a una menor diversidad junto con el aumento de las formas aglutinadas y la disminución de la salinidad.

El rol que juega el parámetro salinidad en el patrón de distribución de los foraminíferos parálisos ya ha sido sugerido anteriormente por varios autores (Nichols, 1974; Kjerfve & Maggil,

1989; Alve 1995; Horton *et al.*, 1999; Sen Gupta, 1999; Gonzáles-Regalado *et al.*, 2001; Annin, 2001; Hayward *et al.*, 2004; Murray, 2006; Fernández & Zapata, 2010a, 2010b), quienes indican que en estos ambientes la distribución está condicionada por la salinidad y que, por lo mismo, pueden ser utilizados como indicadores de rangos de salinidad en base a la distribución espacial de sus representantes. En base a lo anterior, las asociaciones de foraminíferos (formadas por los taxa dominantes) indicadas como características de los distintos rangos de salinidad para este estuario podrían ser utilizadas para identificar tipos de aguas en otros puntos del hemisferio sur. De igual forma es probable que tales asociaciones puedan ser utilizadas en el hemisferio norte, debido a que muchas de las especies mencionadas se reconocen como especies cosmopolitas, con distribuciones y preferencias halinas similares.

Destacando en la primera asociación y entre las especies dominantes se encuentra la especie calcárea *A. beccarii*, que representa el 20,4% de la totalidad de foraminifera hallada en la estación I. Esto es consistente con lo hallado por Murray (1991) y Debenay & Guillou (2002), quienes la indican como una especie dominante en ambientes parálidos, tales como ambientes costeros, aguas marinas someras, ambientes intermareales y aguas salobres. Hayward *et al.* (2004) coinciden con los resultados de éstos autores y el presente estudio, señalando al género *Ammonia* spp. como el más dominante en la boca de los estuarios, componiendo en su estudio del 44 al 60% de la comunidad de foraminíferos bentónicos. Adicionalmente, estos autores señalan a algunos taxa calcáreos como raros, como por ejemplo a individuos pertenecientes al género *Bolivina* spp., puesto que están restringidos exclusivamente a esta zona. En este estudio, fue posible encontrar 4 especies que se podrían catalogar de raras (en base a lo indicado por Hayward *et al.*, 2004), puesto que estuvieron restringidas sólo a la primera estación, pero sin llegar a ser consideradas dominantes (presencia < al 10%). Entre éstas podemos mencionar ejemplares pertenecientes a los géneros *Bolivina* spp., *Cassidulinoides* spp., *Ehrenbergina* spp. y *Guttulina* spp..

Destacan también otros foraminíferos calcáreos, que si bien tampoco son dominantes en este estuario, igualmente son reconocidos como característicos o restringidos a tipos de agua. Tal es el caso con el foraminífero *B. peruviana*. Los foraminíferos de éste género, entre otros ya mencionados, son señalados como propios de ambientes con aguas de tipo marino (Annin, 2001).

En este estudio, se hallaron ejemplares de *B. peruviana* en aguas de tipo euhalina y mixohalina. La distribución ampliada a aguas de tipo mixohalina sería muy raro en esta especie y podría explicar la existencia de ejemplares teratológicos de éste y otros foraminíferos calcáreos en el estuario, puesto que la exposición a un rango halino que no les es óptimo para su desarrollo puede afectar la calcificación de sus caparazones e inhibir su crecimiento (Green *et al.*, 1998).

Esto último explicaría el hecho de que se hayan encontrado especies calcáreas dominando sólo en la primera estación, ya que la salinidad del agua va disminuyendo estuario arriba. Esta reducción salina repercutiría principalmente sobre los taxa calcáreos bentónicos, ya que se sabe que el estado de saturación del carbonato de calcio está estrechamente relacionado al pH. Si esta saturación no continúa bajo la interfase sedimento-agua se produce una modificación negativa

en la proporción y conservación de los caparazones de las especies calcáreas epipélicas y endopélicas (Krauskopf & Bird, 1995).

El efecto en ambientes parálidos de los parámetros pH y salinidad sobre la conservación y la distribución de los caparazones de los foraminíferos ha sido registrado anteriormente por Fernández & Zapata (2010a). Estos autores encontraron en la ensenada Quillaípe varios caparazones del foraminífero calcáreo *A. beccarii* en distintos grados de disolución, concluyendo que esto estaba estrechamente relacionado con los valores de pH y salinidad medidos *in situ* y con el tiempo de permanencia a los distintos rangos de estos parámetros. De igual forma, concluyeron que ambos parámetros determinan la distribución vertical y horizontal de este foraminífero calcáreo en el intermareal, restringiéndolo en consecuencia sólo a la zona de llanura de marea en esta ensenada, punto en el que además existen altos valores para el pH y la salinidad. Sus resultados fueron consistentes con lo señalado en otros trabajos desarrollados en el hemisferio norte (Murray, 1991; Debenay & Guillou, 2002) y sugieren que la misma regla podría aplicarse a otros foraminíferos calcáreos del hemisferio sur con ligeras modificaciones.

Esta dependencia que tienen los foraminíferos calcáreos hacia ambientes saturados de carbonato de calcio, es una desventaja frente a los taxa de tipo aglutinado, considerando que éstos construyen su caparazón a partir de la agregación de material orgánico del medio y utilizan el carbonato de calcio sólo como sustancia cementante. Esto les permite vivir durante largos periodos en puntos en los que el carbonato está disponible en muy bajas concentraciones (*e.g.*, aguas con baja salinidad o frías que hace que la precipitación de carbonato de calcio sea difícil o imposible) (Scott *et al.*, 2001).

Esta variación salina, funciona entonces como agente regulador de la abundancia y diversidad en ambientes parálidos como los estuarios (Green *et al.*, 1993), ya que la baja saturación del carbonato de calcio puede incrementar la mortalidad de los taxa calcáreos al intervenir en la calcificación de los caparazones o mediar su destrucción (Green *et al.*, 1998). Esta regulación mediada por la salinidad sobre la diversidad de la foraminiferafauna se aprecia claramente en el dendrograma de similitud. El uso de éste índice permitió establecer que, si bien algunas estaciones presentaban una similitud sobre el 60%, efectivamente la diversidad va disminuyendo conforme lo hace el parámetro salinidad y ascendemos en el estuario

Aquí se comprueba que las estaciones I y II forman el clúster "A", con un 61% de similitud debido a que comparten muchas especies en común, sin embargo, las especies calcáreas ya comienzan a desaparecer en la estación II, cediendo lugar a las especies aglutinadas. Parece lógico que estas estaciones puedan agruparse, ya que la similitud está construida en base a la diversidad de especies y en este rango de estaciones es donde están ubicadas las especies calcáreas. Sin embargo, como es de esperar según lo indicado por Hayward & Hollis (1994), la diversidad de los taxa calcáreos disminuye de la estación I a la estación III (clúster "B"), junto con la drástica disminución de la salinidad.

A partir de la estación IV (clúster "C"), desaparecen los foraminíferos calcáreos, aumentando en consecuencia el número de especies aglutinadas. No obstante, el número de especies es inferior al presentado por las especies calcáreas en la estación I, lo cual se traduce en un bajo valor para el índice de diversidad (0,724). Posteriormente, desde la estación V a la VIII la diversidad

disminuye aún más, manteniéndose relativamente constante a partir de este punto, dando lugar al clúster "D". Esto se debe a un descenso mayor en el número de especies y al codominio de las especies aglutinadas *H. wilberti*, *M. fusca* y *T. salsa*.

Coincidentemente en estudios desarrollados en el hemisferio norte éstas 3 especies poseen distribuciones y proporciones de abundancia similares a las halladas en este estudio. Alve & Murray (1999) y Hayward *et al.* (2004), mencionan como especies codominantes de las zonas de agua mixohalina y dulce a *M. fusca*, *H. wilberti* y *T. salsa*. De igual manera, es interesante lo consistente de sus resultados con los hallados en el estuario del Río Contaco, puesto que señalan que *M. fusca* y *T. salsa* son siempre las especies que destacan entre las tres y que el aglutinado *H. wilberti*, si bien es dominante, nunca supera a las anteriores en términos de abundancia. Otra consistencia hallada con el estudio desarrollado por estos autores es el hecho de que a medida que el agua se vuelve más de tipo dulce *H. wilberti* desaparece, *M. fusca* disminuye su abundancia (sin dejar de ser codominante) y *T. salsa* adquiere mayores abundancias en el estuario.

En el estuario del Río Contaco *M. fusca* y *T. salsa* están entre las especies dominantes en 7 de las 8 estaciones analizadas en el estuario, hallándose en rangos de salinidad que van de 3,20 a 0,30; en cambio, *H. wilberti* presenta una distribución un poco más restringida, encontrándose en aguas mixohalinas y dulces con rangos de salinidad que van de 0,60 a 0,45. Debenay & Guillou (2002) concluyen que *H. wilberti*, a pesar de ser una especie aglutinada, presenta una distribución más restringida debido a su preferencia por sedimentos ricos en materia orgánica. Por otro lado, la baja dependencia del carbonato de calcio y la escasa predilección por algún tipo de sedimento en especial, les permite a *M. fusca* y *T. salsa* vivir en un amplio rango halino y soportar prolongados periodos en agua dulce (Boltovskoy & Lena, 1971).

Conclusiones

En el estuario del Río Contaco, el parámetro salinidad disminuye gradualmente desde la boca a la cabecera. Debido a esto podemos encontrar aguas de tipo euhalina, mixohalina y dulce.

La composición de la foraminiferafauna del estuario del Río Contaco está compuesta de 31 especies (23 de tipo calcáreo y 8 de tipo aglutinado) distribuidas en 23 géneros, 16 familias y 4 subórdenes; todas conocidas para la ciencia y descritas previamente en otros ambientes parálidos de los hemisferios norte y sur. Esto último permite afirmar que estas especies son de distribución cosmopolita.

En el estuario del Río Contaco los foraminíferos siguen un patrón determinado por la salinidad, el cual es manifestado a través de una alta diversidad de foraminíferos calcáreos en un punto muy cercano al mar y que paulatinamente pasa a una menor diversidad junto con el aumento de las formas aglutinadas y la disminución de la salinidad. Esto es congruente con la tendencia general encontrada por otros autores en el mundo entero para los foraminíferos de ambientes parálidos.

En el estuario, los foraminíferos calcáreos se distribuyen cualitativamente entre las estaciones I a la III (aguas euhalinas y mixohalinas). Sin embargo, no todas las especies de este tipo se distribuyen en este rango, existiendo unas más tolerantes que otras a los cambios de salinidad. Dentro de las más euhalinas se encuentran *A. angulosa*, *B. elegantissima*, *C. pulchella*, *C. aknerianus*, *C. ornatus*, *C. variabilis*, *D. isabelleanus* y *D. peruvianus*. De igual forma, existen especies menos tolerantes a las fluctuaciones salinas, restringidas sólo a la primera estación y descritas previamente como características de ambientes altamente influenciados por agua marina o marinos. Estas especies son: *A. beccarii*, *B. pseudoplicata*, *C. parkerianus*, *D. isabelleanus*, *E. pupa* y *G. problema*.

En el estuario, las especies aglutinadas se distribuyen cualitativamente desde la estación II a la VIII (aguas mixohalinas y dulces). No obstante, también existen especies con distribución restringida. Entre éstas últimas están *C. hancocki* y *T. peruviana*, restringidas a dos estaciones (II - III y III - IV respectivamente). Las especies aglutinadas con mayor distribución cualitativa entre las de su tipo y también dentro de todo el estuario son las especies *M. fusca* y *T. salsa*, distribuidas entre las estaciones II a la VIII.

En la estación I del estuario, el aporte cuantitativo es entregado exclusivamente por especies calcáreas. A partir de la estación II a la III los aportes cuantitativos son dados por especies calcáreas y aglutinadas, aunque éstas últimas son las que entregan un mayor aporte. Desde la estación III en adelante el aporte cuantitativo es entregado exclusivamente por especies aglutinadas. Los foraminíferos que estuvieron en mayor cantidad fueron: a) en la estación I el foraminífero calcáreo *A. beccarii* (20,4%); b) en la estación II fue el aglutinado *T. salsa* (26%); c) en la estación III *T. peruviana* (17,5%); d) en la estación IV *M. fusca* (27,5%); e) en la estación V *T. salsa* (40,5%); f) en la estación VI nuevamente *M. fusca* (44%) y g) estaciones VII y VIII nuevamente *T. salsa* (44 y 67 % respectivamente).

Igualmente, existen asociaciones de foraminíferos propias de tipos de agua. Para aguas de tipo euhalina, se establece a la asociación *A. beccarii* - *C. meridionalis*. Para las aguas de tipo mixohalino se indica la asociación *L. ochracea* - *M. fusca* - *T. salsa* - *T. comprimata* - *T. peruviana*. La asociación aglutinada *H. wilberti* - *M. fusca* - *T. salsa*, presenta un rango salino preferencial más amplio, encontrándose tanto en aguas mixohalinas como dulces. Por último, la asociación *M. fusca* - *T. salsa* se ubica en aguas con muy baja salinidad, clasificadas como de tipo dulce.

Finalmente, podemos concluir que la composición de las comunidades del estuario del Río Contaco refleja la compleja interacción entre los parámetros bióticos y abióticos y sus múltiples cambios en el espacio y tiempo. Esto permite relacionar el progresivo cambio en las comunidades con progresivos cambios ambientales, los que es más relevante que un simple criterio de presencia/ausencia de individuos. De igual forma, el análisis de la comunidad total de foraminíferos (vivos más muertos) del estuario del Río Contaco nos permite reconocer, mediante la distribución de éstos, que la salinidad no es un parámetro estable dentro de este ambiente y que durante distintas escalas temporales (días, semanas, años) presenta fluctuaciones, explicando la presencia de especies calcáreas teratológicas en zonas de baja salinidad o la alta distribución de algunas especies aglutinadas hacia aguas totalmente continentales.

Los resultados entregados en este estudio tienen directa aplicación sobre futuros estudios paleoecológicos y de biomonitoreo en los ambientes parálidos de la región templada del Pacífico Suroriental.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Investigación de la Universidad de Los Lagos a través del proyecto "Distribución de los rizópodos testáceos en marismas del sur de Chile". La información planteada es una síntesis de la tesis de grado del autor, por lo tanto se agradecen las correcciones y sugerencias emitidas por los Profesores Teresa Donoso, José Núñez, Luis Guíñez y Pedro Vergara. Finalmente se agradece de forma especial al Profesor Jaime Zapata (profesor patrocinante de la tesis), por su entrega incondicional de conocimiento y amistad.

Referencias bibliográficas

- Acha, E. & H. Mianzan, 2003. El estuario del Plata: donde el río se encuentra con el mar. *Ciencia Hoy*, 13: 10–20.
- Alve, E., 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. *Journal of Foraminiferal Research*, 25: 190–203.
- Alve, E. & J. Murray, 1999. Marginal marine environments of the Skagerrak and Kattegat: a baseline study of living (stained) benthic foraminiferal ecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 146: 171–193.
- Andersen, H., 1953. Two new species of *Haplophragmoides* from the Louisiana Coast. *Journal of Foraminiferal Research*, 4: 20–22.
- Annin, V., 2001. Benthic foraminifera assemblages as bottom environmental indicators, Posiet Bay, Sea of Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20: 9–29.
- Berkeley, A., C. Perry, S. Smithers, B. Horton & K. Taylor, 2007. A review of the ecological and taphonomic controls on foraminiferal assemblage development in intertidal environments. *Earth-Science Review*, 83: 205–230.
- Boltovskoy, E., 1965. *Los foraminíferos recientes*. EUDEBA, Buenos Aires, Argentina, 510 pp.
- Boltovskoy, E. & F. Theyer, 1970. Foraminíferos recientes de Chile Central. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*, 2: 279–379.
- Boltovskoy, E. & H. Lena, 1971. The foraminifera (except family Allomiidae) which dwell in fresh water. *Journal of Foraminiferal Research*, 1: 71–76.
- Boltovskoy, E., G. Giussani, S. Watanabe & R. Wright, 1980. *Atlas of benthic shelf Foraminifera of the southwest Atlantic*. Dr. W. Junk Publication The Hague, 146 pp.
- Boltovskoy, E. & V. Totah, 1985. Diversity, similarity and dominance in benthic foraminiferal fauna along one transect of the Argentine shelf. *Revista de Micropaleontología*, 28: 23–31.

- Brady, H., 1884. *Report on the foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876*. En: Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873–1876, Zoology, 9: 1–814.
- Cavalier-Smith, T., 1994. Kingdom Protozoa and its 18 phyla. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 57: 953–994.
- Cavalier-Smith, T., 1998. A revised six-kingdom system of life. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 73: 203–266.
- Corliss, J. C., 1994. An interim utilitarian (“user-friendly”) hierarchical classification and characterization of the protists. *Acta Protozoologica*, 33: 1–51.
- Costanza, R., W. Kemp & W. Boynton, 1993. Predictability, scale, and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems: implications for management. *AMBIO*, 22: 88–96.
- Crisci, J. & M. López, 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. *Monografías Científicas de la OEA, Serie Biología*, 26: 1–132.
- Cushman, J., 1910. A Monograph of the Foraminifera of the North Pacific Ocean. Part 1, Astorhizidae and Lituolidae. *Bulletin of the United States National Museum*, 71: 1–134.
- Cushman, J. & B. Kellet, 1929. Recent foraminifera from the west coast of South America. *Proceedings of the United States National Museum*, 74: 1–18.
- Cushman, J. & R. Wickenden, 1929. Recent foraminifera from Juan Fernández islands. *Proceedings of the United States National Museum*, 75: 1–16.
- Cushman, J. & I. McCulloch, 1939. A report on some arenaceous foraminifera. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 6: 1–113.
- Cushman, J. & P. Brönnimann, 1948. Additional new species of arenaceous foraminifera from shallow-waters of Trinidad. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 24: 32–42.
- Debenay, J. P., E. Bénétiau, J. Zhang, V. Stouff, E. Geslin, F. Redois & M. Fernández-González, 1998. *Ammonia beccarii* and *Ammonia tepida* (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. *Marine Micropaleontology*, 34: 235–244.
- Debenay, J. P. & J. J. Guillou, 2002. Ecological transitions indicated by foraminiferal assemblages in paralic environments. *Estuaries*, 25: 1107–1120.
- De Vries, M., 1937. Methods used in plant sociology and agricultural botanical grassland research. *Herbage Reviews*, 5: 76–82.
- Diz, P., G. Francés & F. Vilas, 2000. Microhábitats de foraminíferos bentónicos en la ría de Vigo y su aplicación a la interpretación paleoecológica. *Journal of Iberian Geology*, 26: 99–119.
- Edwards, R. J. & B. P. Horton, 2000. Reconstructing relative sea-level change using UK salt-marsh foraminifera. *Marine Geology*, 169: 41–56.
- Edwards, R. J., O. Van de Plassche, W. R. Gehrels & A. J. Wright, 2004. Assessing sea-level data from Connecticut, USA, using a foraminiferal transfer function for tide level. *Marine Micropaleontology*, 51: 239–255.

- Edwards, R. J. & B. P. Horton, 2006. Developing detailed records of relative sea-level change using a foraminiferal Transfer Function: An example from North Norfolk, UK. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364: 973–991.
- Fernández, L. & J. Zapata, 2010a. Registro tafonómico de *Ammonia beccarii* (Linné, 1758) (Protozoa: Foraminiferida) en la marisma Quillaípe (41°32'S; 72°44'O), Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(2): 286–291.
- Fernández, L. & J. Zapata, 2010b. Distribución de foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminiferida) en la Ensenada Quillaípe (41°32' S; 72°44' O), Chile: implicaciones para el estudio del nivel del mar. *Revista Chilena de Historia Natural*, 4(83): En prensa.
- Gaździcki, A. & W. Majewski, 2003. Recent foraminifera from Goulden Cove of King George Island, Antarctica. *Polish Polar Research*, 24: 3–12.
- Gehrels, W. R., 2000. Intertidal foraminifera as palaeoenvironmental indicators. pp. 91–114. En: S.K. Haslett, (ed), *Quaternary Environmental Micropalaeontology*, Arnold Publishers.
- Gehrels, W. R., B. W. Hayward, R. M. Newnham & K. E. Southall, 2008. A 20th century acceleration of sea-level rise in New Zealand. *Geophysical Research Letters*, 38: 1–5.
- Geslin, E., J. Debenay, W. Duleba & C. Bonetti, 2002. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environments: comparison between polluted and non-polluted areas. *Marine Micropaleontology*, 45: 151–168.
- Goldstein, S. T. & G. T. Watkins, 1999. Taphonomy of salt marsh foraminifera: an example from coastal Georgia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 103–114.
- González-Regalado, M. L., F. Ruiz, J. I. Baceta, E. González-Regalado & J. M. Muñoz, 2001. Total benthic foraminifera assemblages in the southwestern Spanish estuaries. *GEOBIOS*, 34: 39–51.
- Green, M. A., R. C. Aller & J. Y. Aller, 1993. Carbonate dissolution and temporal abundances of Foraminifera in Long Island Sound sediments. *Limnology and Oceanography*, 38: 331–345.
- Green, M. A., R. C. Aller & J. Y. Aller, 1998. Influence of carbonate dissolution on survival of shell-bearing meiobenthos in nearshore sediments. *Limnology and Oceanography*, 43: 18–28.
- Hayward, B. & C. Hollis, 1994. Brackish foraminifera in New Zealand: a taxonomic and ecologic review. *Micropaleontology*, 40: 185–222.
- Hayward, B., H. Grenfell, C. Reid & K. Hayward, 1999. Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: taxonomy, ecologic distribution, biogeography and use in paleoenvironmental assessment. *Institute of Geological & Nuclear Sciences Monograph*, 21: 1–258.
- Hayward, B., H. R. Grenfell, K. Nicholson, R. Parker, J. Wilmhurst, M. Horrocks, A. Swales & A. T. Sabaa, 2004. Foraminiferal record of human impact on intertidal estuarine environments in New Zealand's largest city. *Marine Micropaleontology*, 53: 37–66.
- Heron-Allen E. & A. Earland, 1932. Foraminifera Part 1, Ice-free area of Falklands islands and adjacent waters. *Discovery Reports*, 4: 291–460.
- Höglund, H., 1947. Foraminifera in the Gullmar Fjord and the Skagerak. *Zoology Bidrag Uppsala*, 26: 1–328.
- Horton, B. P., R. J. Edwards & J. M. Lloyd, 1999. A foraminiferal-based transfer function: Implications for sea-level studies. *Journal of Foraminiferal Research*, 29: 117–129.

- Horton B. P. & R. J. Edwards, 2005. The application of local and regional transfer functions to reconstruct former sea levels, north Norfolk, England. *The Holocene*, 15(2): 216–228.
- Horton, B. P. & J. W. Murray, 2006. Patterns in cumulative increase in live and dead species from foraminiferal time series of Cowpen Marsh, Tees Estuary, UK: Implications for sea-level studies. *Marine Micropaleontology*, 58: 287–315.
- Horton, B. P. & J. W. Murray, 2007a. The roles of elevation and salinity as primary controls on living foraminiferal distributions: Cowpen Marsh, Tees Estuary, UK. *Marine Micropaleontology*, 63: 169–186.
- Horton, B. P. & J. W. Murray, 2007b. Patterns in cumulative increase in live and dead species from foraminiferal time series of Cowpen Marsh, Tees Estuary, UK: Implications for sea-level studies. *Marine Micropaleontology*, 58: 287–315.
- Hromic, T., 1996. Foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminiferida) de aguas profundas del Estrecho de Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 24: 65–86.
- Hromic, T., 1999. Foraminíferos bentónicos de canales australes: Canal Kirke, Golfo Almirante Montt y Seno Última Esperanza, XII^a Región Magallanes y Antártica chilena. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 27: 91–104.
- Hromic, T., 2001 Foraminíferos bentónicos del Canal Baker (47° S; 74° W), Pacífico Sudoriental, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 29: 135–156.
- Hromic, T., 2002. Foraminíferos bentónicos de Bahía Nassau, Cabo de Hornos, Chile. Comparación con Foraminíferos del Cono Sur de América, Antártica e Islas Malvinas. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 30: 95–108.
- Hromic, T., 2009. Distribución batimétrica de foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminiferida) al sur del Estrecho de Magallanes (52°–56° S), Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 37: 23–38.
- Jonasson, K. E., C. J. Schröder-Adams & R. T. Patterson, 1994. Benthic foraminiferal distribution at Middle Valley, Juan de Fuca Ridge: a northeast Pacific hydrothermal venting site. *Marine Micropaleontology*, 25: 151–167.
- Jones, T. & W. Parker, 1860. On the rhizopodal fauna of the Mediterranean compared with that of the Italian and some other Tertiary deposits. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 16: 292–307.
- Kennett, J. P., 1967. New Foraminifera from the Ross Sea, Antarctica. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 18: 133–135.
- Kjerfve, B. & K. E. Maggil, 1989. Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology*, 88: 187–199.
- Krauskopf, K. & D. Bird, 1995. *Introduction to Geochemistry*. McGraw-Hill, Singapore, 647 pp.
- Lagos, R., 2003. *Observaciones sobre la geomorfología de la cuenca del río Contaco, Provincia de Osorno, Décima región*. Estudios geográficos II, Edición Platero, Santiago, 143–155.
- Laut, L., J. Figueiredo & A. Santos, 2005. *Levantamento das espécies de foraminíferos e tecamebas do estuário do rio Araguari, Amapá-Brasil*. X Congresso da ABEQUA. Brasil.
- Linné, C., 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tomus I. Editio decima, reformata. Holmiae, 824 pp.

- Loeblich, A. & H. Tappan, 1964. *Sarcodina, chiefly "Thecamoebians" and Foraminifera*. In: R.C. Moore (ed.). "Treatise of Invertebrate Paleontology, Protista 2, part C", Geological Society of America and University of Kansas Press, 900 pp.
- Loeblich, A. & H. Tappan, 1988. *Foraminiferal Genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold, New York. vol. 2, 1182 pp.
- Marchant, M., 1993. Foraminíferos de la Bahía Scholl, región Magallánica, Chile, (Protozoa: Foraminifera). *Gayana Zoologica*, 57: 61–75.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. OMEGA S.A. (ed.), Platón, 26, Barcelona-6, 1010 pp.
- Montagu, G., 1808. *Testacea Britannica*. S. Woolmer, Exeter, England. 158 pp.
- Moreno, C., 2001. *Métodos para medir la Biodiversidad*. M. & T. Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, España, 84 pp.
- Murray, W., 1991. *Ecology and paleoecology of benthic Foraminifera*. Longman, Harlow, 397 pp.
- Murray, J. W., 2006. *Ecology and applications of benthic Foraminifera*. Cambridge University Press, Cambridge, 448 pp.
- Nichols, M. M., 1974. *Foraminifera in estuarine classification*. pp. 85–103. En: H. T. Odum, B. J. Copeland y E. A. McMahan (eds.), *Coastal ecological systems of the United States*, The Conservation Foundation, Washington, D.C., vol. 1, 205 pp.
- Orbigny d', A., 1826. Tableau méthodique de la classe des céphalopodes, 3me. Ordre. Foraminifères. *Annals of Science Natural*, 7: 254–314.
- Orbigny d', A., 1839. *Voyage dans l' Amérique Méridionale*. En: Foraminifères, 5: 1–86. (Atlas 9, 1847), Paris.
- Orbigny d', A., 1846. *Foraminifères fósiles du bassin Tertiaire de Vienne*, pp 1–312. Paris.
- Ortlieb, L., R. Escribano, R. Follegati, O. Zúñiga, I. Kong, L. Rodríguez, J. Valdés, N. Guzmán & P. Iratchet, 2000. Recording of ocean-climate changes during the last 2000 years in a hipoxie marine environment of northern Chile (23° S). *Revista Chilena de Historia Natural*, 73: 221–242.
- Páez, M. & O. Zúñiga, 2001. Foraminíferos recientes en el área del río Loa (21°25' S; 70°04' W), Chile. *Estudios Oceanológicos*, 20: 3–12.
- Páez, M., O. Zúñiga, J. Valdés & L. Ortlieb, 2001. Foraminíferos bentónicos en sedimentos micróxicos de la bahía Mejillones del Sur (23° S), Chile. *Revista de Biología Marina*, 36: 129–139.
- Pawlowski, J., I. Bolivar, J. Guiard-Maffia & M.Gouy, 1994. Phylogenetic position of foraminifera inferred from LSU rRNA gene sequences. *Molecular Biology Evolution*, 11: 929–938.
- Pawlowski, J. & M. Holzmann, 2002. Molecular phylogeny of Foraminifera-a review. *European Journal of Protistology*, 38: 1–10.
- Pemberton, S. G., Spila, M., Pulham, A. J., Saunders, T., MacEachern, J.A., Robbins, D., Sinclair, I. K., 2001. *Ichnology and Sedimentology of Shallow to Marginal Marine Systems: Ben Nevis and Avalon Reservoirs, Jeanne d'Arc Basin*. Geological Association of Canada, (Short Course Notes) 15: 343.
- Rupert, E. & P. Barnes, 1996. *Zoología de los Invertebrados*, 6ª ed. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana, 1114 pp.
- Saffert, H. & E. Thomas, 1998. Living foraminifera and total populations in saltmarsh peat cores: Kelsey Marsh (Clinton, CT) and the Great Marshes (Banstable, M.A.). *Marine Micropaleontology*, 33: 175–202.

- Saiz, F. & V. Avendaño, 1976. Análisis comunitario e instrumentos para su interpretación en artrópodos del Parque Nacional "Fray Jorge". *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, Chile*, 9: 89–104.
- Schafer, C. T., G. V. Scott, D. B. Pocklington, P. Cole & C. Honig, 1995. Survey of living foraminifera and polychaete populations at some Canadian aquaculture sites: Potential for impact mapping and monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*, 25: 236–259.
- Schafer, C. T., 2000. Monitoring nearshore marine environments using benthic foraminifera: Some protocols and pitfalls. *Micropaleontology*, 46: 161–169.
- Schröder, C., 1986. Deep-water arenaceous Foraminifera in the northwest Atlantic Ocean. *Canadian Technical Reports*, 71: 191.
- Scott, B., J. Suter & E. Koster, 1991. Marsh Foraminifera and Arcellaceans of the lower Mississippi delta: controls on spatial distributions. *Micropaleontology*, 37: 373–392.
- Scott, D. B., F. S. Medioli & C. T. Schafer, 2001. *Monitoring in coastal environments using Foraminifera and Thecamoebian indicators*. Cambridge University Press (ed.), Cambridge, England, 177 pp.
- Sen Gupta, B., 1999. *Foraminifera in marginal marine environments*. In: B. Sen Gupta (ed.) *Modern Foraminifera*. pp. 141–159, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Sen Gupta, B., 2002. *Introduction to modern Foraminifera*. pp. 3–6. En: B.K. Sen Gupta (ed.). *Modern Foraminifera*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Southall, K., W. Gehrels & B. Hayward, 2006. Foraminifera in a New Zealand salt marsh and their suitability as sea-level indicators. *Marine Micropaleontology*, 60: 167–179.
- Theyer, F., 1966. Variationstatische untersuchungen zur verbreitung der gattung *Buccella* Andersen im Südlichen teil Südamerikas (Protozoa, Foraminifera). *Zool Jahrb Abt Syst Ökol Geograph Tiere*, 93: 203–222.
- Vázquez, N. & T. Patterson, 2008. An illustrated guide to Fjord foraminifera from the Seymour-Belize inlet complex, northern British Columbia, Canada. *Paleontologia Electronica*, 11: 1–45.
- Williamson, W., 1858. *On the Recent foraminifera of Great Britain*. Royal Society of London: 1–107.
- Wright, R., 1968. Miliolidae (foraminíferos) recientes del estuario del río Quequén Grande. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales*, 2: 225–256.
- Zapata, J., 1999. Foraminíferos bentónicos recientes de Bahía Cumberland (33°41' S; 78°50' W) Archipiélago de Juan Fernández, Chile: Aspectos zoogeográficos. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 70: 21–35.
- Zapata, J. & S. Varela, 1975. Foraminíferos litorales recientes de Bahía Maullín (41°37' S; 73°40' W), Chile. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 16: 14–24.
- Zapata, J. & A. Gutiérrez, 1995. Foraminíferos recientes de Tocopilla (22°06' S; 70°13' W), Chile. *Revista de Estudios Oceanológicos*, 14: 49–59.
- Zapata, J., C. Zapata & A. Gutiérrez, 1995. Foraminíferos bentónicos del sur de Chile. *Gayana Zoologica*, 59: 23–40.
- Zapata, J. & J. Olivares, 2000. Biodiversidad y zoogeografía de los Foraminíferos bentónicos de isla de Pascua (27°10'S; 109°20'W), Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 71: 53–77.

Foraminíferos Río Contaco

- Zapata, J., P. Álvarez & C. Cea, 2002. Tecamebas del río Contaco (40°33'12" S; 73°43'00" W), Osorno, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 73: 17–35.
- Zapata, J. y C. Cea. 2004. Foraminíferos litorales recientes del norte de Chile (18°28'-31°56' S) y sus relaciones zoogeográficas. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 75: 7–57.