



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



FACULTAD DE  
**CIENCIAS**  
UDELAR | [fcien.edu.uy](http://fcien.edu.uy)



# **Comparación de la impronta sedimentar y distribución de foraminíferos bajo condiciones hidrodinámicas contrastantes en el Margen Continental Uruguayo.**

**María Elena Cazarré**

Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Udelar, Profundización en Ecología.

**Orientadora:** Dra. Leticia Burone, Facultad de Ciencias, Udelar.

**Tribunal:** Dr. Leonardo Ortega, Dr. Sandro Petró y Dra. Leticia Burone.

**Tesina presentada para la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas.**

Montevideo, Uruguay  
Mayo 2020

## AGRADECIMIENTOS

Dedico esta tesis a mi familia, en especial a mi abuelo Victorio quien me apoyó de manera constante, por su fortaleza y ejemplo de vida. Ante su reiterada pregunta “¿Cuándo te vas a recibir?” característica de su frontalidad, llegamos abuelo! Gracias.

Quiero agradecer a mi orientadora, Leti, quien confió en mí y en mi capacidad de trabajo desde aquellas incipientes clases de Oceanografía. Gracias por guiarme en la realización de la tesina y abrirme las puertas del grupo Cincytema para la realización de diversas actividades relacionadas con la ecología marina. Al tribunal, Leo Ortega y Sandro Petró, por sus valiosos aportes y su buena disposición. A Sandro en particular, por acercarme al mundo de los foraminíferos planctónicos y ayudarme en su identificación.

A mis compañeras de grupo, Viviana, Matilde y Jennifer, por hacer mucho más amenas las intensas horas de lupa, separando e identificando “forams”. Gracias Vivi por tu apoyo y tiempo para la identificación de foraminíferos bentónicos. Mati querida, una excelente persona y gran compañera de viaje, espero sigamos compartiendo proyectos futuros.

Al Instituto Oceanográfico de la Universidad de San Pablo (IO-USP), en particular al Dr. Michel Mahiques y Dra. Marcia Bicego por abrir las puertas de sus laboratorios para la realización de los análisis granulométricos y geoquímicos. A Edilson y Samara, por su guía y apoyo en los análisis de granulometría, así como a Gilberto por su colaboración en la realización de los estudios geoquímicos. A ellos gracias principalmente por su empatía durante la estadía y, aunque el tiempo de ocio fue breve, por sus recomendaciones turísticas!. También a Gustavo Saona del ECCA de la IM, por su amistad y por enseñarme sobre estadística, bioensayos y demás.

A mis viejos por haberla luchado siempre, por enseñarme los valores con los que hoy interpreto y vivo el presente. A mi abuela Ivonne, por su enorme cariño, sus pastafrolas y sus clases particulares de química que hicieron salvar al grupo de amigos de 5° científico. A la abuela Estela, por darme confianza y abrigarnos en cada invierno. A mis hermanos queridos, Anita, Omi, Pablo, gracias por bancarme y darme para adelante siempre. Alegran la vida, son lo más! En especial a Anita y Pablo, por ayudarme en la realización del diseño y otras cuestiones técnicas de distintos proyectos. Qué paciencia!

A mis amigos de la vida, Yohanna, Juan, Lore, Vicky. A Sonia y Rodolfo, gracias por estar y hacerme reír en momentos difíciles. A los amigos de facultad, Joel, Romi, Ceci, quienes han transitado conmigo distintas etapas, horas de estudio, proyectos, mateadas y charlas interminables.

A la barra del Villa y del Centro Cultural, rincón de alegrías y compañerismo. Para mi, “bunker de amor y de sueños”.

Gracias a todos los que de una forma u otra me han acompañado en este proceso y son parte del camino recorrido.

## ÍNDICE

Tablas y figuras .....	3
Lista de abreviaciones .....	6
Resumen .....	6
<b>Capítulo 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>Capítulo 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. Proxies bióticos y abióticos .....	9
2.1.1. Foraminíferos. Características principales del grupo y su importancia como bioindicadores .....	9
2.1.2. Foraminíferos bentónicos .....	10
2.1.3. Foraminíferos planctónicos .....	11
2.1.4. Contexto sedimentológico e hidrodinámica: granulometría .....	13
2.1.5. Origen y composición de la materia orgánica: $C_{org}$ , $N_{tot}$ e isótopos estables $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ ....	13
2.1.6. Productividad primaria (PP) marina: $C_{org}$ , $N_{tot}$ , $CaCO_3$ y especies indicadoras .....	15
2.2. Contexto oceanográfico y caracterización del área de estudio .....	16
2.2.1. Masas de agua e hidrodinámica .....	16
2.2.2. Geomorfología y cobertura sedimentar .....	18
<b>Capítulo 3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1. Área de estudio .....	19
3.2. Procesamiento inicial de muestras .....	21
3.3. Análisis microfaunísticos .....	22
3.4. Granulometría .....	22
3.5. Determinación del contenido de materia orgánica (MO) y carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) en sedimento, análisis elemental de la MO y razones isotópicas ( $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ ) .....	23
3.6. Análisis estadísticos .....	23
<b>Capítulo 4. RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
4.1. Resultados abióticos .....	24
4.1.1. Análisis granulométrico .....	24
4.1.2. Indicadores geoquímicos de productividad marina .....	26
4.1.3. Indicadores de origen de la materia orgánica .....	28
4.2. Resultados bióticos .....	29
4.2.1. Análisis general de los descriptores bióticos .....	29
4.2.2. Foraminíferos bentónicos .....	31
4.2.3. Foraminíferos planctónicos .....	38
<b>Capítulo 5. RESULTADOS ESTADÍSTICOS .....</b>	<b>41</b>
5.1. Correlaciones entre parámetros bióticos y abióticos .....	41
5.1.1. Correlaciones de Pearson Transecta Sur .....	41
5.1.2. Correlaciones de Pearson Transecta Norte .....	41
5.1.3. Correlaciones de Pearson: <i>microhábitats</i> y hábitos alimenticios vs parámetros abióticos .	42
5.2. Análisis de Componentes Principales (ACP) .....	42
<b>Capítulo 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>Capítulo 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>

<b>Capítulo 8. ANEXOS</b> .....	72
8.1. Anexo A. Descripción visual de las muestras analizadas total y por fracción .....	72
8.2. Anexo B. Clasificación taxonómica y abundancia de foraminíferos bentónicos .....	73
8.3. Anexo C. Clasificación taxonómica y abundancia de foraminíferos planctónicos .....	77
8.4. Anexo D. Caracterización de foraminíferos bentónicos (tipo de sedimento, microhábitat, hábito alimenticio, ambiente, profundidad, orden) .....	78
8.5. Anexo E. Caracterización de foraminíferos planctónicos (provincia latitudinal, temperatura, profundidad) .....	86
8.6. Anexo F. Correlaciones de Pearson transecta Sur .....	87
8.7. Anexo G. Correlaciones de Pearson transecta Norte .....	88
8.8. Anexo H. Correlaciones de Pearson microhábitas de foraminíferos bentónicos vs abióticos (ambas transectas) .....	89
8.9. Anexo I. Correlaciones de Pearson hábitos alimenticios de foraminíferos bentónicos vs abióticos (ambas transectas) .....	90
8.10 Anexo J. Foraminíferos bentónicos representativos de los distintos sub ambientes del MCU. (A) Plataforma interna (paleocosta Sur); (B) Plataforma media-externa, y Talud superior; (C) Talud medio e inferior: i. Cañones submarinos, ii. Talud inferior Norte .....	92

## TABLAS Y FIGURAS

**Tabla 1.** Profundidad y coordenadas geográficas (en decimales) de las estaciones de muestreo. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) .....

20

**Tabla 2.** Distribución granulométrica por estación. Los valores están expresados en porcentaje. AMG: arena muy gruesa, AG: arena gruesa, AM: arena media, AF: arena fina, AMF: arena muy fina, LG: limo grueso, LM: limo medio, LF: limo fino, LMF: limo muy fino, ArcG: arcilla gruesa, ArcM: arcilla media, ArcF: arcilla fina, ArcMF: arcilla muy fina. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad .....

25

**Tabla 3.** Valores porcentuales de contenido de materia orgánica (MO), Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), Carbono orgánico ( $\text{C}_{\text{org}}$ ), Nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ), isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) y razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  de las estaciones oceanográficas muestreadas. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad .....

28

**Tabla 4.** Abundancia, porcentaje, densidad de foraminíferos bentónicos y planctónicos, y razón P/B, de las muestras analizadas. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad. Prof (m): profundidad en metros,  $\text{Ab}_{\text{tot}}$ : abundancia total,  $\text{Ab}_{\text{bent}}$ : abundancia bentónicos,  $\text{Ab}_{\text{planct}}$ : abundancia planctónicos, Bent (%): porcentaje bentónicos, Planct (%): porcentaje planctónicos, P/B: razón entre foraminíferos planctónicos y bentónicos, Dt: densidad total, Db: densidad bentónicos, Dp: densidad planctónicos .....

31

**Tabla 5.** Valores porcentuales de foraminíferos bentónicos por estación clasificados de acuerdo al tipo de pared. Hial: hialinos, Porcel: porcelanáceos, Aglut: aglutinantes. Estaciones Sur (azul) y

Norte (rojo) en orden creciente de profundidad ..... 33

**Tabla 6.** Porcentaje de foraminíferos bentónicos por estación según su *microhábitat*. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad. Epi/inf: epifaunal/infaunal; NC: no clasificado ..... 34

**Tabla 7.** Abundancia relativa (%) de los hábitos alimenticios de foraminíferos bentónicos presentes por estación. Dt: detritívoro, H: herbívoro, Sp: suspensívoro, Dpa: depositívoro activo, Dpp: depositívoro pasivo, Dpa - Dpp: depositívoro activo-depositívoro pasivo, Sp - Dpp: suspensívoro-depositívoro pasivo, Dt - H: detritívoro-herbívoro, Dt - Dpa: detritívoro-depositívoro activo, H - Dt - Dpa: herbívoro-detritívoro-depositívoro activo, H - Sp: herbívoro-suspensívoro, Dt - Sp: detritívoro-suspensívoro, Dt - Sp - Dpp: detritívoro-suspensívoro-depositívoro pasivo, Dt - Sp - Dpa: detritívoro-suspensívoro-depositívoro activo, Sp - Dpa - Dt: suspensívoro-depositívoro activo-detritívoro, Omn: omnívoro, Omn - H: omnívoro-herbívoro, H - Carn: herbívoro-carnívoro, NC: no clasificado. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) en orden creciente de profundidad ... 37

**Tabla 8.** Porcentaje de foraminíferos planctónicos por estación clasificados según la provincia latitudinal. P: polar, Sp: subpolar, Trans: transicional, St: subtropical, T-St: Tropical a subtropical, T: tropical, NC: no clasificado. Estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad ..... 39

**Figura 1.** Provincias latitudinales de foraminíferos de acuerdo a Hemleben *et al* (1989), figura extraída de Schiebel y Hemleben (2017). Estas son: polar (p), subpolar (subp), transicional (trans), subtropical (s) y tropical (tr). Una sexta provincia es caracterizada por la presencia de *upwelling* (u) y condiciones eutróficas ..... 12

**Figura 2.** Rango de variación en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  para diferentes componentes de ambientes costeros. Figura extraída de Lamb *et al.* (2006). DOC: carbono orgánico disuelto, POC: carbono orgánico particulado ..... 15

**Figura 3.** A) Esquema de la circulación regional de la plataforma y talud continental del Atlántico Sudoccidental, extraído de Franco Fraguas *et al.* (2014), modificado de Metano *et al.* (2010). B) Área de estudio y estaciones analizadas. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo). FSTP: Frente Subtropical de Plataforma, CBM: Confluencia Brasil - Malvinas, ASP: Aguas Subantárticas de Plataforma, RdIP: Río de la Plata ..... 20

**Figura 4.** Procesamiento inicial de las muestras. A. Descongelamiento y descripción visual de las muestras de sedimento superficial. B. Tamizado húmedo. C. Tratamiento con Tricloroetileno. D. Observación bajo lupa estereoscópica ..... 21

**Figura 5.** Distribución granulométrica por estación. Se muestran los valores porcentuales de cada rango de tamaño considerado. AMG: arena muy gruesa, AG: arena gruesa, AM: arena media, AF:

arena fina, AMF: arena muy fina, LG: limo grueso, LM: limo medio, LF: limo fino, LMF: limo muy fino, ArcG: arcilla gruesa, ArcM: arcilla media, ArcF: arcilla fina, ArcMF: arcilla muy fina ..... 24

**Figura 6.** Distribución porcentual por estación del contenido de materia orgánica (MO) y Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) ..... 26

**Figura 7.** Distribución porcentual por estación del contenido de Carbono orgánico ( $\text{C}_{\text{org}}$ ) y Nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ) ..... 27

**Figura 8.** Relación entre los valores de isótopos estables de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y las razones de  $\text{C}_{\text{org}}$  y  $\text{N}_{\text{tot}}$  ( $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$ ) de los sedimentos superficiales muestreados. Se muestran rangos típicos de las relaciones  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  vs  $\delta^{13}\text{C}$  provenientes de la materia orgánica en ambientes costeros. Figura extraída de Lamb *et al.* (2006) ..... 29

**Figura 9.** Porcentaje de ocurrencia de foraminíferos bentónicos y planctónicos por estación. Bent: bentónicos, Planct: planctónicos ..... 30

**Figura 10.** Distribución porcentual de foraminíferos bentónicos por estación según el tipo de pared. Aglut: aglutinante, Porcel: porcelanácea, Hial: hialina. .... 32

**Figura 11.** Distribución porcentual de los *microhábitats* de foraminíferos bentónicos por estación ..... 35

**Figura 12.** A. Especies dominantes de foraminíferos planctónicos clasificados de acuerdo a la provincia latitudinal. B. Abundancia relativa (porcentaje) de foraminíferos planctónicos por estación según la provincia latitudinal. Se muestran estaciones Sur (azul) y Norte (rojo). P: polar, Sp: subpolar, Trans: transicional, St: subtropical, T-St: tropical-subtropical, T: tropical, nc: no clasificado ..... 40

**Figura 13.** Análisis de componentes principales. Se muestra la importancia relativa de cada variable abiótica explicada por los 2 primeros componentes (ejes) junto con el diagrama de ordenamiento de las estaciones.  $\text{CaCO}_3$ : carbonato de calcio, AG: arena gruesa, AMG: arena muy gruesa, AM: arena media, AF: arena fina, AMF: arena muy fina ..... 43

**Figura 14.** Mapa morfosedimentario extraído de Hernández-Molina *et al.* (2015) con estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) desde plataforma externa hasta talud inferior ..... 53

## LISTA DE ABREVIACIONES

AAF: Agua Antártica de Fondo  
AAI: Agua Antártica Intermedia  
AC: Agua Costera  
ACAS: Agua Central del Atlántico Sur / AST: Agua Subtropical  
ACP: Agua Circumpolar Profunda  
ACPI: Agua Circumpolar Profunda Inferior  
ACPS: Agua Circumpolar Profunda Superior  
APAN: Agua Profunda del Atlántico Norte  
ASA: Agua Subantártica / ASP: Agua Subantártica de Plataforma  
ASTP: Agua Subtropical de Plataforma  
AT: Agua Tropical  
CB: Corriente de Brasil  
CBM: Confluencia Brasil - Malvinas  
CCD: Carbonate Compensation Depth (Profundidad de Compensación de Carbonato)  
CM: Corriente de Malvinas  
FSTP: Frente Subtropical de Plataforma  
MAS: Margen Atlántico Sudoccidental  
MCU: Margen Continental Uruguayo  
MO: Materia Orgánica  
PP: Producción Primaria  
RdIP: Río de la Plata  
SCS: Sistemas de Cañones Submarinos  
ZEE: Zona Económica Exclusiva

## RESUMEN

El Margen Continental Uruguayo (MCU) se ubica en la zona de transición donde ocurren el FSTP, la CBM y la descarga del RdIP, siendo sitio estratégico para comprender los procesos sedimentarios y la dinámica del clima regional y global. El presente trabajo es una contribución a la elaboración del modelo conceptual para la Zona Económica Exclusiva Uruguayo (ZEE) por parte del grupo Ciencia y Tecnología Marina (Cincytema). Tiene como objetivo general conocer mediante un análisis *multiproxie* las características biogeoquímicas del sedimento en dos transectas constituidas por 12 muestras superficiales correspondientes al MCU (entre las isóbatas de 29 y 3800 metros, abarcando desde la plataforma continental interna hasta el talud inferior) y establecer su relación con los factores ambientales predominantes. Para ello, se realizó el estudio de la microfauna de foraminíferos bentónicos y planctónicos, composición granulométrica, determinación del contenido de materia orgánica (MO), porcentaje de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), Carbono orgánico ( $\text{C}_{\text{org}}$ ), Nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ), razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  e isótopos estables de C y N ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ).

Los distintos *proxies* utilizados reflejaron la compleja dinámica del sistema y permitieron diferenciar mediante el ACP 3 sub ambientes que evidencian la existencia de un control geomorfológico e hidrodinámico en el área que deja su impronta tanto en el sedimento como en la microfauna asociada.

Dichos sub ambientes son: 1) Plataforma continental interna, 2) Plataforma continental media - externa y Talud superior, y 3) Talud medio e inferior.

En la plataforma continental Sur, el contenido de sedimentos actuales y relictos presente entre los 29 y 44 m de profundidad se asocia con la presencia de antiguas costas (paleocostas). Las mismas podrían estar relacionadas a la Fase III situada entre 11.000 y 6500 años AP. Asimismo, las características geoquímicas (alto contenido de  $\text{CaCO}_3$ , bajo porcentaje de MO e indetectables valores de  $\text{C}_{\text{org}}$  y  $\text{N}_{\text{tot}}$ ) y biológicas (baja densidad de foraminíferos y el desarrollo de géneros epifaunales herbívoros, e.g. *Discorbis*, *Pyrgo*, *Quinqueloculina*) muestran una relación directa con los sedimentos gruesos, la fuerte hidrodinámica y la consecuente alta oxigenación de las aguas registrada en esta área. Por otra parte, el dominio de especies bentónicas de tipo oportunista, indicadoras de productividad y/o flujos de MO (e.g. *Bulimina marginata*, *Epistominella exigua*, *Globocassidulina subglobosa*, *Uvigerina peregrina*), así como los altos valores de *proxies* geoquímicos indicadores de PP en los sub ambientes restantes, concuerda con los registros de elevada productividad del área de estudio. En particular, los cañones submarinos actúan como sumidero de MO y sedimentos finos, caracterizándose por el aumento de la densidad de foraminíferos bentónicos y la presencia de géneros hialinos típicamente de *hábitat* infaunal, disódicos y de hábito detritívoro (e.g. *Bolivina*, *Bulimina*, *Fursenkoina*, *Nonionella*, *Uvigerina*). En el talud medio e inferior, de acuerdo al modelo TROX, el factor limitante principal es la concentración de oxígeno en conjunto con el contenido de MO lábil. En las zonas más profundas, factores como la corrosividad de las aguas, la velocidad de corrientes de fondo y los procesos transversales, también actúan como limitantes. Esto es evidenciado por la reaparición de arenas en el talud inferior (producto de transportes de gravedad en masa y procesos erosivos de plataforma externa y talud superior) y por el aumento de especies bentónicas aglutinantes propias de ambientes perturbados (e.g. *Lagenammia*, *Psammosphaera*, *Reophax*, *Trochammina*). Este incremento es particularmente acentuado en el talud inferior Norte, posiblemente vinculado a la ocurrencia de la lisoclina en presencia de las masas de agua ACP y AAF. En cuanto al origen de la MO, los resultados indican un origen marino. Sin embargo, algunas estaciones de plataforma (media y externa) y talud inferior Norte presentan valores de  $\delta^{15}\text{N}$  por encima de los referidos a MO marina. Para confirmar una contribución mixta se requiere un análisis a mayor escala espacial y de otros *proxies* geoquímicos de aportes terrestres vs. marinos. En relación a las masas de agua de la región, la distribución de los foraminíferos planctónicos y bentónicos identificados refleja las condiciones hidrodinámicas del MCU y evidencia el dominio de la zona de transición en el área de estudio producto de la presencia de la CBM y el FSTP, así como la ocurrencia de masas de agua vinculadas a la circulación termohalina (AAI, APAN, ACP y AAF).

**Palabras clave:** foraminíferos bentónicos, foraminíferos planctónicos, *multiproxie*, sedimentología, geomorfología, hidrodinámica, geoquímica, margen continental uruguayo.

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los análisis espaciales y temporales de la distribución de los sedimentos marinos juegan un rol importante en la comprensión de los procesos climáticos y de circulación oceánica, siendo ampliamente utilizados para realizar reconstrucciones paleoceanográficas y paleoclimáticas (e.g. Urien y Ottmann, 1971; Urien y Ewing, 1974; Urien y Martins, 1979; Urien *et al.*, 1980a, b; Mahiques *et al.*, 2004; Franco-Fraguas *et al.*, 2014, 2016; Hernández-Molina *et al.*, 2015). El sedimento marino actúa como sumidero a largo plazo de partículas biogénicas. El análisis de los procesos de sedimentación y la composición biogeoquímica del sedimento marino puede utilizarse para inferir condiciones ambientales y de productividad presentes y pasadas (e.g. Fischer y Wefer, 1999; Franco Fraguas *et al.*, 2014, 2016). En particular, el estudio de sedimentos superficiales permite abarcar además una amplia escala espacial de trabajo (Hebbeln, 2002).

Para realizar estas reconstrucciones se requiere del análisis con un enfoque *multiproxie*. Se entiende como *proxies* a los descriptores medibles en el presente que sustituyen las variables no observables del pasado, tales como temperatura, salinidad, concentración de nutrientes, entre otros (Boltovskoy, 1965; Wefer *et al.*, 1999). Distintos *proxies* abióticos y bióticos son utilizados para inferir las condiciones ambientales y para conocer e interpretar los procesos y dinámicas responsables de la sedimentación (Meyers, 1997). Entre ellos podemos encontrar indicadores de origen de la materia orgánica ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  y razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$ : Saito *et al.*, 1989; Prahl *et al.*, 1994; Tyson, 1994; Silliman *et al.*, 1996; Burone *et al.*, 2013), de productividad marina (contenido de  $\text{C}_{\text{org}}$ ,  $\text{N}_{\text{tot}}$ ,  $\text{CaCO}_3$ , Si, P, Ca, Ba, razones de Al/Ti, Fe/Al, Ba/Al y Ba/Ti: Goldberg y Arrhenius, 1958; Broecker y Peng, 1982; Dymond *et al.*, 1992; Paytan y Kastner, 1996; Rühleman *et al.*, 1999; Mahiques *et al.*, 2009; Burone *et al.*, 2013), de energía del ambiente (granulometría, diámetro medio y selección del sedimento: Gyllencreutz *et al.*, 2010; Franco-Fraguas *et al.*, 2014; Burone *et al.*, 2019) y de las principales características ambientales (diversas propiedades de foraminíferos bentónicos y planctónicos: Murray, 2006; Burone y Pires-Vanin, 2006; Burone *et al.*, 2011, 2013; Petró y Burone, 2018; Petró, 2018).

En los márgenes continentales, a escala regional, las condiciones climáticas y los regímenes hidrológicos y oceánicos son los principales responsables del suministro de sedimentos y los patrones de sedimentación (Burone *et al.*, 2013, 2019; Lantsch *et al.*, 2014). El Margen Atlántico Sudoccidental (MAS) se caracteriza por la confluencia de masas de agua de propiedades termohalinas contrastantes que determinan la formación de frentes oceanográficos bien marcados (Piola y Gordon, 1989; Peterson y Stramma, 1991; Piola *et al.*, 2000, 2008a; Piola y Matano, 2001; Ortega y Martínez, 2007). Estos frentes se producen principalmente debido a la convergencia de la Corriente de Brasil (CB) y la Corriente de Malvinas (CM), que genera la Confluencia Brasil-Malvinas (CBM) y su extensión en la plataforma denominada Frente Subtropical de Plataforma (FSTP, Piola *et al.*, 2000; Matano *et al.*, 2010). El margen continental Uruguayo (MCU) se ubica en la zona de transición donde ocurren el FSTP, la CMB y la descarga del Río de la Plata (RdIP), siendo sitio estratégico para comprender los procesos sedimentarios y la dinámica del clima regional y global (Franco-Fraguas *et al.*, 2014, 2016; Burone *et al.*, 2014, 2018, 2019). Es una región particularmente relevante desde el punto de vista ecológico, económico, topográfico e hidrodinámico; reconocida como una de las más productivas y de alta energía del mundo (Gordon, 1981; Chelton *et al.*, 1990; Bisbal, 1995; Piola y Matano, 2001).

A pesar de su importancia estratégica dentro del Atlántico Sudoccidental, el conocimiento de la

sedimentación, hidrodinámica y características tróficas, así como de los cambios paleoceanográficos asociados, es aún incipiente comparado con los estudios realizados en el margen continental adyacente (Argentina, al sur, y Brasil, al norte). Por tales motivos, la comprensión de los procesos de sedimentación en el área son esenciales para una buena interpretación ambiental y en este sentido los estudios *multiproxie* son una herramienta fundamental (e.g. Vénec-Peyré y Caulet, 2000; Martins *et al.*, 2007; Mahiques *et al.*, 2009; Pivel *et al.*, 2011; Burone *et al.*, 2011, 2013, 2018).

El objetivo general del presente trabajo es conocer mediante un análisis *multiproxie* las características biogeoquímicas del sedimento de dos transectas constituidas por muestras superficiales ubicadas en el MCU entre las isóbatas de 29 y 3800 metros - abarcando desde la plataforma continental interna hasta el talud inferior - y su relación con las condiciones ambientales predominantes.

Con el fin de alcanzar dicho objetivo se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Definir especies y/o asociaciones de foraminíferos indicadoras de condiciones ambientales particulares (sedimentológicas, geomorfológicas, geoquímicas, hidrodinámicas).
- Determinar composición (textura, tamaño y contenido orgánico) de sedimentos y su relación con procesos sedimentológicos, geomorfológicos y de hidrodinámica del sistema.
- Determinar el origen de la materia orgánica en sedimentos a partir de las razones  $C_{org}/N_{tot}$  y el contenido de isótopos estables de C y N ( $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$ ).
- Determinar la impronta de la productividad primaria (PP) marina en el sedimento a partir de los porcentajes de MO,  $C_{org}$ ,  $N_{tot}$ ,  $CaCO_3$  y especies indicadoras de productividad.
- Contribuir con la elaboración del modelo conceptual para la Zona Económica Exclusiva Uruguay (ZEE) en proceso por parte del grupo de trabajo de Ciencia y Tecnología Marina (Cincytema).

## Capítulo 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Proxies bióticos y abióticos.

#### 2.1.1. Foraminíferos. Características principales del grupo y su importancia como bioindicadores.

Los foraminíferos son protistas eucariotas unicelulares (Armstrong y Brasier, 2005) que presentan aproximadamente 10,000 especies vivas bentónicas y unas 50 especies planctónicas (Sen Gupta, 2003; Schiebel y Hemleben, 2017). Se encuentran principalmente habitando el ambiente marino, algunos en ambientes mixohalinos y son poco frecuentes en agua dulce (Murray, 1991). Presentan una concha o caparazón que puede clasificarse según su composición en: (i) biomineralizada (calcita, aragonita, sílice), (ii) orgánica (quitinosa) o (iii) resultado de la aglutinación de fragmentos minerales y/o biogénicos provenientes de sedimentos en donde habitan (Boltovskoy, 1965; Murray, 1991; Sen Gupta, 2003; Petró, 2018). De acuerdo al tipo de pared, se los puede clasificar en cuatro grupos: porcelanáceos, microgranulares, hialinos y aglutinantes. Las formas planctónicas son todas calcáreas hialinas, mientras que las formas bentónicas son más diversas, con representantes en los cuatro grupos

mencionados (Loeblich y Tappan, 1988; Sen Gupta, 2003; Schiebel y Hemleben, 2017). La concha o caparazón puede estar formada por una o varias cámaras, comunicadas entre sí por una abertura o foramen (Sen Gupta, *op. cit.*). La mayoría de las especies son omnívoras y se ha observado que consumen protistas autótrofos y heterótrofos (incluidos otros foraminíferos), metazoos y detritos (Murray, 1991). Dependen de sus pseudópodos para la locomoción y para la recolección de alimentos suspendidos en la columna de agua o en las aguas intersticiales de los sedimentos del fondo (Boltovskoy, 1965; Hemleben *et al.*, 1989; Goldstein, 1999; Schiebel y Hemleben, 2017). La aparición de formas bentónicas es anterior a las planctónicas. Las bentónicas ocurrieron durante el Cámbrico, mientras que las planctónicas habrían surgido en el período Jurásico temprano a partir de las primeras (Schiebel y Hemleben, 2017; BouDagher-Fadel, 2013).

Los foraminíferos constituyen una parte sustancial de la biomasa bentónica en el océano, tienen una amplia distribución geográfica y temporal, y están relacionados con condiciones oceanográficas, tróficas y sedimentológicas específicas (Jorissen *et al.*, 2007; Burone *et al.*, 2011, 2013). Estos organismos son estudiados hace más de medio siglo y actualmente se los considera uno de los principales portadores de información para paleoceanografía al reflejar indirectamente las variaciones climáticas (Boltovskoy, 1965; Murray, 1991; Sen Gupta, 2003; Armstrong y Brasier, 2005). Las condiciones físico-químicas del medio marino ejercen gran influencia en los procesos biológicos de los organismos, y en este sentido la sensibilidad de los foraminíferos bentónicos y planctónicos a los distintos factores ambientales (temperatura, salinidad, nutrientes, oxígeno, tipo de sustrato, entre otros) los convierte en una herramienta excelente para comprender los cambios climáticos relacionados con los océanos (e.g. Kuhnt *et al.*, 2007), los patrones de circulación y sedimentación (e.g. Harloff y Mackensen, 1997; Sen Gupta, 2003; Burone y Pires-Vanin, 2006) o la productividad marina (e.g. Martinez *et al.*, 1999; Fontanier *et al.*, 2003; Burone *et al.*, 2011; de Mello *et al.*, 2014).

### **2.1.2. Foraminíferos bentónicos.**

La gran mayoría de las especies de foraminíferos bentónicos se encuentra en el medio marino. Presentan un amplio rango de distribución, pudiendo ser encontrados desde regiones polares hasta tropicales, ocupando desde ambientes costeros y transicionales, hasta regiones profundas como las planicies abisales (Boersma, 1978; Sen Gupta, 2003; Armstrong y Brasier, 2005). En el océano profundo, los foraminíferos representan más del 50% de la biomasa eucariota (Gooday *et al.*, 1992).

Distintos estudios han demostrado que es posible establecer relaciones entre los foraminíferos bentónicos y las características ambientales que condicionan su ocurrencia en los distintos ambientes (e.g. Boltovskoy, 1965; Alve, 1995; Burone, 2002; Burone y Pires-Vanin, 2006; Burone *et al.*, 2007, 2011, 2013). Las características físico-químicas de la columna de agua y de los sedimentos se reflejan en las asociaciones de foraminíferos y sus parámetros biológicos (densidad, composición específica, diversidad y distribución vertical), y su presencia puede estar asociada a condiciones oceanográficas bien definidas (e.g. Debenay *et al.*, 1996; Debenay, 2000; Leorri y Cearreta, 2004; Kucera, 2007; Cearreta *et al.*, 2008; Mattos *et al.*, 2010; Schiebel y Hemleben, 2017; Petró y Burone, 2018). De este modo, conociendo la estructura comunitaria de los foraminíferos es posible inferir las condiciones ambientales.

Los foraminíferos bentónicos pueden vivir en la superficie (epifaunales) o enterrados en el sedimento

(infaunales) y utilizan diversos mecanismos tróficos para establecerse y sobrevivir en el ambiente (Goldstein, 1999; Murray, 2006). De acuerdo a Corliss (1991) pueden ser clasificados según su *microhábitat* como especies epifaunales (porción más superficial del sedimento, 0-1 cm), infaunales poco profundas (0-2 cm), infaunales intermedias (entre 1 y 4 cm) e infaunales profundas (mayor a 4 cm). El *microhábitat* de la especie es considerado el reflejo de una adaptación dinámica para optimizar la adquisición de alimentos (Linke y Lutze, 1993). Así, la composición de las asociaciones de foraminíferos bentónicos puede utilizarse como un *proxie* de exportación de productividad al fondo marino, siendo el aporte de materia orgánica y la oxigenación del agua del fondo los principales parámetros ambientales que controlan los patrones de la fauna bentónica marina (Gooday, 1988, 1993; Jorissen *et al.*, 2007). En ambientes oceánicos profundos, una de las fuentes principales de alimento para el bentos es el flujo descendente de carbono orgánico lábil (Gooday, 1988) que exhibe variación estacional y espacial debido a cambios en la producción primaria en la capa eufótica. Los foraminíferos bentónicos son los primeros organismos de la microfauna de aguas profundas que responden a los aportes de fitodetritos con mayor abundancia (Gooday *et al.*, 1990) y biomasa (Altenbach y Sarnthein, 1989; Herguera y Berger, 1991; De Rijk *et al.*, 2000; Fontanier *et al.*, 2002). En este sentido, Jorissen *et al.* (1995), elaboraron un modelo conceptual para el océano profundo denominado TROX (*Trophic Oxygen*), que intenta explicar cómo los *microhábitats* de foraminíferos bentónicos varían en función de la interacción entre la disponibilidad de alimentos y la concentración de oxígeno. Esta disponibilidad se refleja en la profundidad habitada y en la morfología del caparazón (e.g. Corliss, 1985, 1991; Corliss y Chen, 1988). De acuerdo a este modelo, en ambientes oligotróficos y bien oxigenados los foraminíferos habitan la superficie del sedimento, siendo principalmente especies epifaunales. Mientras que los ambientes eutróficos y disóxicos están dominados principalmente por especies infaunales. De esta forma, en condiciones de oligotrofia un nivel crítico de alimentos determina la profundidad de penetración de la mayoría de las especies, mientras que habiendo abundancia de nutrientes, un nivel crítico de oxígeno determina esta profundidad. Sin embargo, en zonas menos profundas, las corrientes de fondo, la salinidad y el tipo de sustrato pueden ser más importantes en el control del sistema bentónico (Loubere y Fariduddin, 1999) y por tanto este modelo no es aplicable.

Los foraminíferos bentónicos también son utilizados como *proxies* para la identificación de masas de agua de fondo (e.g. Boltovskoy, 1959; Eichler *et al.*, 2007, 2012, 2016; Chaporri *et al.*, 2014; Laprida *et al.*, 2014). Murray (1995) plantea que sólo un número acotado de especies de foraminíferos bentónicos habitan los ambientes marinos profundos, y que su abundancia está estrechamente vinculada a la presencia de masas de agua específicas.

Existen numerosos estudios que utilizan a los foraminíferos como indicadores ambientales en el Atlántico Sur (e.g. Boltovskoy, 1976; Mackensen *et al.*, 1993; Schmiedl *et al.*, 1996; Harloff & Mackensen 1997; de Mello e Sousa *et al.*, 2006; Eichler *et al.*, 2012; Yamashita, 2011; Burone *et al.*, 2011, 2013; Cibilis, 2016). Sin embargo, a pesar de existir diversos estudios en la región, aquellos que utilizan foraminíferos bentónicos como indicadores en el MCU son escasos y limitados a las zonas costeras (Burone *et al.*, 2006, 2013; Centurión, 2011; de Mello, 2013).

### **2.1.3. Foraminíferos planctónicos.**

Existen alrededor de 50 morfoespecies de foraminíferos planctónicos presentes en el océano moderno (Loeblich y Tappan, 1988), y alrededor de 250 genotipos (de Vargas *et al.*, 2015). Habitan en la columna de agua desde la superficie hasta profundidades de más de 1000 m, pudiendo diferentes taxones cambiar

estacionalmente su distribución en la columna de agua (Schiebel y Hemleben, 2017). En general, las especies más pequeñas se encuentran en cuerpos de agua más fríos o en latitudes más altas, y las especies más grandes se encuentran en aguas más cálidas o de latitudes más bajas (Petró, 2018). La diversidad es menor en latitudes altas y aumenta hacia el ecuador (Kucera, 2007).

A pesar de que la mayoría de estas morfoespecies son cosmopolitas en el océano global (e.g. Bé 1977; Hemleben *et al.*, 1989) son utilizadas para trazar condiciones ambientales de las aguas superficiales (e.g. Pivel *et al.*, 2011, 2013; Chaporí *et al.*, 2015; Petró y Burone, 2018). Murray (1897) fue el primero en reconocer que las especies existentes en el plancton y en los sedimentos del fondo marino se distribuyen en cinturones relacionados con las temperaturas de las aguas superficiales. La distribución y abundancia de las especies de foraminíferos planctónicos está fuertemente vinculada a la temperatura, siguiendo un gradiente latitudinal, y secundariamente a la salinidad y la productividad (Tolderlund y Bé 1971; Caron *et al.*, 1987; Bijma *et al.*, 1990a; Petró y Burone, 2018). Como consecuencia se han podido caracterizar cinco provincias biogeográficas a escala global: tropical, subtropical, transicional, subpolar y polar (Boltovskoy, 1966; Bé, 1969; Bé y Tolderlund, 1971; Bé, 1977; Kucera, 2007). De este modo, las diferentes zonas climáticas pueden mapearse mediante conjuntos de foraminíferos planctónicos (Fig. 1) (Bé, 1977; Vincent y Berger, 1981; Schiebel y Hemleben, 2017; Petró y Burone, 2018).

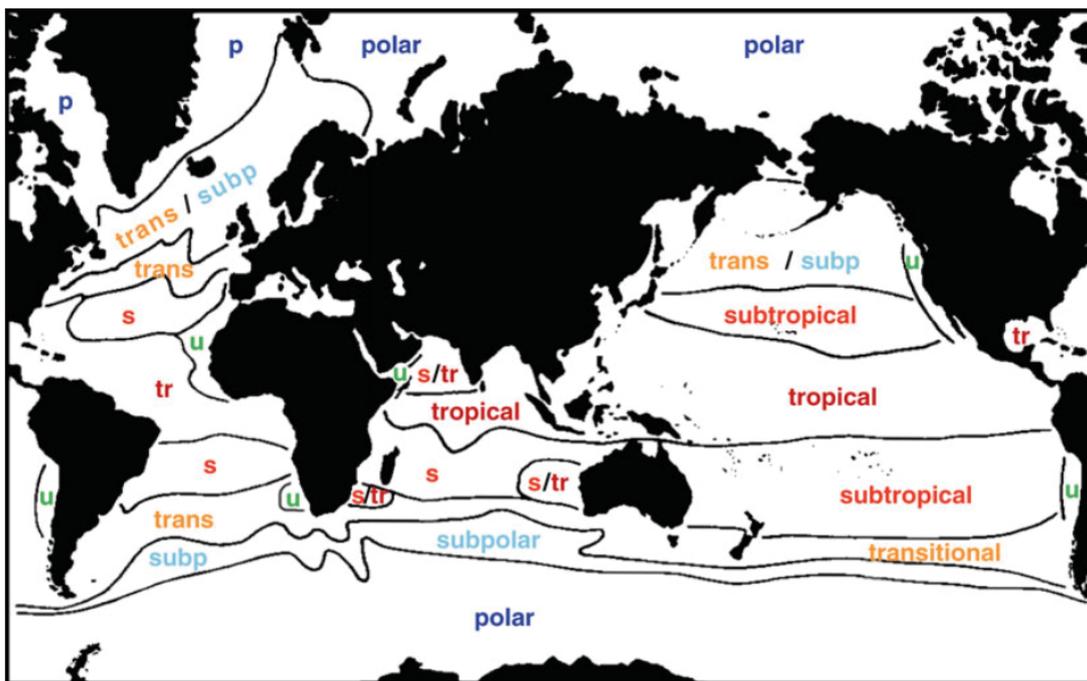


Figura 1. Provincias latitudinales de foraminíferos de acuerdo a Hemleben *et al.* (1989), figura extraída de Schiebel y Hemleben (2017). Estas son: polar (p), subpolar (subp), transicional (trans), subtropical (s) y tropical (tr). Una sexta provincia es caracterizada por la presencia de *upwelling* (u) y condiciones eutróficas.

Por otra parte, los análisis de asociaciones de foraminíferos planctónicos y su composición isotópica forman un componente clave de las reconstrucciones paleoceanográficas y de paleoproduktividad (e.g. Labeyrie *et al.*, 1992; Niebler *et al.*, 1999; Lea *et al.*, 2000; Meggers *et al.*, 2002; Mohtadi *et al.*, 2007; Pivel *et al.*, 2011, 2013; Petró y Burone, 2018). La composición química de sus caparazones (cristalinidad de la pared, isótopos estables y proporciones de elementos) se utiliza para reconstruir los cambios del agua de mar (Petró y Burone, 2018).

Además, proporcionan datos *proxie* útiles para el estudio del sistema de carbonato marino (e.g. Rohling *et al.*, 2012 ). Después de la reproducción o la muerte, los caparazones de foraminíferos planctónicos son exportados y sedimentan en el fondo del mar (e.g. Berger, 1971; Schiebel y Hemleben, 2005), afectando la bomba de carbonato marino principalmente a través del flujo de  $\text{CaCO}_3$  desde las aguas superficiales hacia los sedimentos subsuperficiales (Kucera, 2007). Del mismo modo que los foraminíferos bentónicos, los caparazones vacíos de foraminíferos planctónicos que se depositan en el fondo del mar están sujetos a disolución casi inmediatamente después de la muerte (Berger, 1971). La intensidad de la disolución depende de la profundidad donde sedimenten y el tiempo de residencia en la columna de agua y en el fondo del mar. La posición de la lisoclina y la CCD (*Carbonate Compensation Depth*) reflejan la concentración de iones carbonato de agua del fondo, que varía en respuesta a los cambios en la circulación oceánica y la redistribución de carbono entre los principales depósitos globales. Aunque los cambios en la posición de la CCD no se pueden monitorear de manera efectiva, la proximidad de la lisoclina y la intensidad de la disolución se reflejan bien en la preservación de los caparazones (Kucera, 2007). Así, la preservación de foraminíferos planctónicos y abundancia de especies resistentes a la disolución puede usarse como un sustituto de la química del agua del fondo e indirectamente para la circulación profunda y el ciclo del carbono (Kucera, 2007).

Su sensibilidad a las variaciones ambientales y su distribución a través del transporte pasivo, así como sus altas abundancias relativas y buen potencial de conservación, los han convertido en una herramienta ideal para interpretar los procesos sedimentarios marinos y las condiciones oceánicas (e.g. Bé y Tolderlund, 1971; Thiede, 1975; Hemleben *et al.*, 1989).

#### **2.1.4. Contexto sedimentológico e hidrodinámica: Granulometría.**

El estudio de las propiedades físicas, litológicas y mineralógicas del sedimento nos da información respecto a la energía del ambiente, permite identificar las fuentes y transporte de sedimentos, así como inferir procesos sedimentarios locales y tasas de sedimentación (Mahiques *et al.*, 2004; Nittrouer *et al.*, 2007; Bozzano *et al.*, 2010; Burone *et al.*, 2013, 2019; Franco-Fraguas *et al.*, 2014). En este sentido, el análisis de los porcentajes de tamaño de grano, distribución de tamaños y diámetro medio, los cuales varían según la geomorfología de la costa, la frecuencia de eventos de alta energía, la erosión, el transporte y el ambiente deposicional (Bahlburg y Weiss, 2007; Paris *et al.*, 2007; Franco-Fraguas *et al.*, 2014; Cibils, 2016), proporcionan información sobre la hidrodinámica y condiciones oceanográficas del local.

#### **2.1.5. Origen y composición de la materia orgánica: $C_{org}$ , $N_{tot}$ e isótopos estables $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ .**

En los ecosistemas acuáticos, gran cantidad de fuentes de materia orgánica (MO) suspendidas en la columna de agua alcanzan el fondo marino (sistema bentónico) a través de eventos de sedimentación (Graf, 1992). A pesar de constituir una fracción menor de los sedimentos marinos y de agua dulce, la MO contribuye al registro sedimentario y puede ser utilizada para reconstruir los ambientes marinos y continentales. Las características de la MO depositada en los sedimentos superficiales de las regiones marinas y estuarinas es usada para el análisis de distintos procesos oceanográficos tales como productividad del agua superficial, entrada de material terrígeno al océano, dinámica de las masas de agua y tasas de sedimentación (Müller y Suess, 1979; Stein, 1991; Meyers, 1997).

Una herramienta ampliamente utilizada para caracterizar e identificar la fuente de MO sedimentaria es la señal isotópica de carbono y nitrógeno ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) y la relación carbono orgánico total/nitrógeno total ( $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$ ; Meyers, 1994, 1997; Mahiques *et al.*, 1999; Lamb *et al.*, 2006; Lamb-Wozniak, 2008; Libes, 2009; Rosenbauer *et al.*, 2009; Burone *et al.*, 2013). Dado que la razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  está altamente influenciada por parámetros de sedimentación e hidrodinámica (Thompson y Eglinton, 1978; Keil *et al.*, 1994; Prahl *et al.*, 1994; Meyers, 1997), es importante su asociación con otros *proxies* como la proporción de isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ). De este modo, las variables se utilizan en conjunto para reconstruir escenarios de mezcla de fuentes terrígenas vs. fuentes marinas, así como para inferir composición de la MO (Lamb *et al.*, 2006). Las principales fuentes de MO presentes en los sistemas acuáticos tienen rangos típicos de  $\delta^{13}\text{C}$  versus  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  producto del fraccionamiento isotópico, dependiendo de su origen, siendo posible agrupar las diversas fuentes de MO en compartimentos mediante un gráfico bidimensional que distingue fuentes terrígenas y/o marinas (Fig. 2) (Lamb *et al.*, *op cit.*).

El  $\delta^{13}\text{C}$  refleja la asimilación de C durante la fotosíntesis y la composición isotópica de la fuente de C (Hayes, 1993). Las plantas terrestres asimilan carbono bajo la forma de  $\text{CO}_2$  atmosférico ( $\delta^{13}\text{C}$  [PDB] = -7‰), pudiendo diferenciarse las plantas C3 con menor concentración de  $^{13}\text{C}$  respecto a las plantas C4, ya que las primeras contienen un complejo enzimático que tiene un alto poder discriminatorio contra el  $^{13}\text{CO}_2$  (Hassan *et al.*, 1997). En plantas acuáticas el carbono es asimilado bajo la forma de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  [PDB] ~ 0‰) o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del medio acuático (Lamb *et al.*, 2006). Debido a que en ambientes marinos existe una menor concentración de  $\text{CO}_2$  con respecto a los ambientes dulceacuícolas, el plancton marino presenta una mayor concentración de  $^{13}\text{C}$ , ya que incorpora en mayor medida  $\text{HCO}_3^-$  (Lamb *et al.*, *op cit.*). En general, las fuentes terrestres, principalmente las plantas C3 que son las más abundantes, presentan una señal de  $\delta^{13}\text{C}$  menor a -25‰, las macrófitas acuáticas y las gramíneas C4 producen valores más enriquecidos (-5‰ a -15‰), y el rango de valores de fitoplancton varía entre -20‰ y -22‰ (Prahl *et al.*, 1994; Lamb-Wozniak, 2008). En el mismo sentido, de acuerdo a Meyers (1994) valores de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -20‰ y -22‰ se consideran típicos de MO marina.

De forma similar,  $\delta^{15}\text{N}$  puede ser usado para reconocer la fuente de nutrientes ya que los organismos asimilan nitrógeno (N) y producen biomasa. El contenido de  $\delta^{15}\text{N}$  de la fuente de N queda registrado en la MO depositada en los sedimentos (Robinson *et al.*, 2012). Así, los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  disuelto varían entre 7‰ y 10‰, mientras que los valores de  $\text{N}_2$  atmosférico están próximos a 0‰ (Meyers, 1997). El nitrato disuelto derivado de plantas vasculares varía entre -5‰ y 18‰, en tanto los valores marinos varían entre 3‰ y 12‰ (Hu *et al.*, 2006). De todas formas, diferentes aspectos del ciclo biogeoquímico del nitrógeno generan modificaciones en los valores que hacen problemático su uso como único indicador (e.g. cambios ambientales, desnitrificación de nitrato disuelto, utilización de  $\text{N}_2$  por algas fijadoras; Meyers, 1997 y referencias).

Por último, dado que las plantas vasculares se componen principalmente de lignina y celulosa (compuestos deficientes en N) presentan valores más elevados de razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  (superiores a 12) respecto del fitoplancton marino, situado entre 5 y 7, aunque se han citado valores próximos a 10 (Meyers, 1994; Lamb-Wozniak, 2008). En particular, las macrófitas acuáticas de agua dulce tienen valores de razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  que pueden variar de 10 a 30, mientras que la materia orgánica terrestre comúnmente tiene valores en el rango de 30 a 50 (Lamb-Wozniak, *op cit.*).

Valores intermedios de estos indicadores corresponden a MO con influencia marina y continental (mixta).

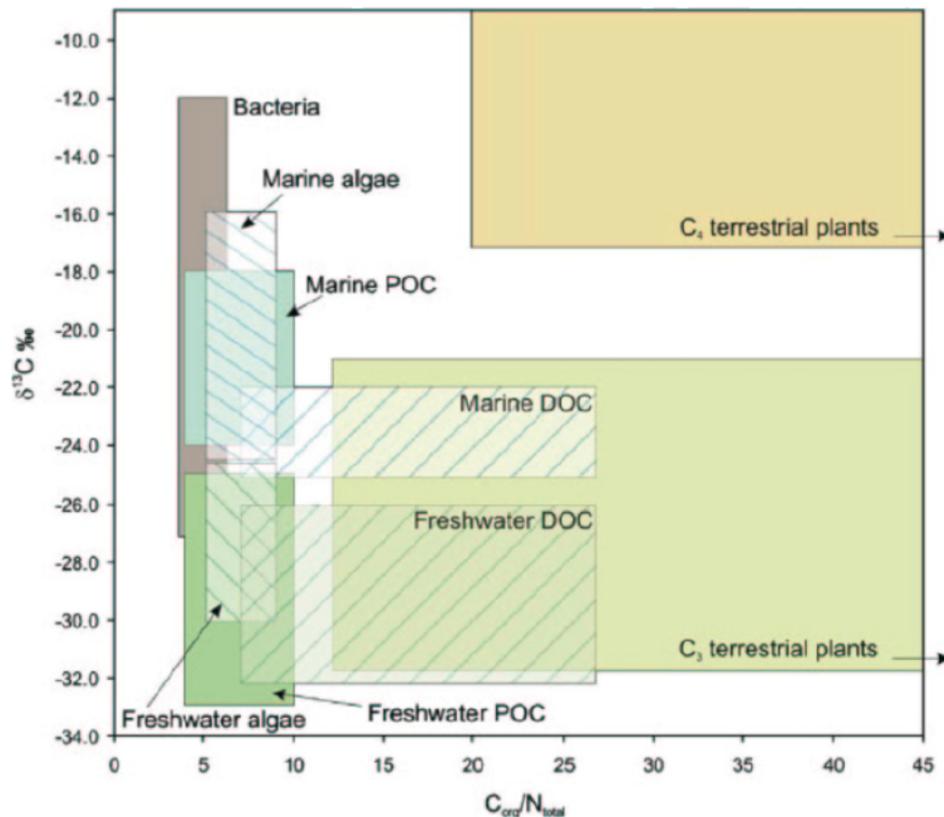


Figura 2. Rango de variación en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  para diferentes componentes de ambientes costeros. Figura extraída de Lamb *et al.* (2006). DOC: carbono orgánico disuelto; POC: carbono orgánico particulado.

### 2.1.6. Productividad primaria (PP) marina: $\text{C}_{\text{org}}$ , $\text{N}_{\text{tot}}$ , $\text{CaCO}_3$ y especies indicadoras.

El ciclo del carbono normalmente es dividido en dos grandes componentes. El primero es la bomba biológica (*biological pump*), afectando la redistribución de elementos biológicamente activos como el carbono, nitrógeno y sílice dentro de las aguas circulantes del océano (Carlson, 2002; de la Rocha, 2006). El segundo es la remoción de estos elementos por depositación y finalmente enterramiento en los sedimentos. Estos dos componentes del ciclo del carbono actúan para controlar la concentración promedio de muchos productos químicos en el océano, además del pH y  $\text{pCO}_2$  de la atmósfera (Archer, 1996; Hansell, 2002). La formación de materia orgánica (MO) y carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) es lo que permite que una parte del carbono fijado por el plancton escape del océano superficial hacia el océano profundo (e.g. Falkowski, 2005; Thunell *et al.*, 2007). A través de la fijación del carbono los organismos fotosintéticos realizan el *link* entre la energía solar y la materia orgánica de la cual dependen el resto de los niveles tróficos.

Así, la producción primaria (PP) representa el nivel de actividad de los organismos fotosintéticos y es definida como la cantidad de carbono fijado por unidad de área y tiempo. La fijación de carbono ocurre tanto en los ambientes terrestres (52%) como marinos (48%), siendo la actividad fotosintética marina un componente clave del ciclo global del carbono (Field *et al.*, 1998). El hundimiento y sedimentación del carbono particulado fuera de la capa superficial del océano donde es producido, es una etapa importante del ciclo del carbono. De la PP generada en superficie, solamente una pequeña fracción alcanza el

sedimento en el océano profundo. Se ha estimado que entre un 2 y un 20% de la PP es transportada verticalmente y sobrepasa la termoclina. De esta fracción entre un 6 y un 25% pasaría los 1000 m de profundidad debido a procesos de respiración, consumo y transporte lateral del material orgánico (Boyd y Trull, 2007).

Las características de la materia orgánica depositada en el sedimento de fondo ha sido utilizada ampliamente para estudios de productividad marina (e.g. Burone *et al.*, 2011, 2013; Franco-Fraguas *et al.*, 2014; Cibils, 2016). El carbono orgánico ( $C_{org}$ ) es el principal constituyente de los compuestos biológicos, siendo el análisis de su concentración en el sedimento una fuerte herramienta para la interpretación de la productividad y paleoproductividad oceánica. En el ambiente marino, fitoplancton y zooplancton son las principales fuentes de  $C_{org}$ .

Por otro lado, el contenido de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) también permite realizar interpretaciones vinculadas con la productividad y paleoproductividad marina, y con el aporte de origen continental (Burone *et al.*, 2013; Franco-Fraguas *et al.*, 2014). Considerando que los organismos planctónicos construyen sus tecas de carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) u ópalo ( $SiO_2 \cdot nH_2O$ ), los esqueletos de organismos producidos en aguas superficiales constituyen la mayor parte de la fracción biogénica del sedimento depositado en el margen continental y planicies oceánicas. Especialmente en el talud y en el ambiente pelágico, el  $CaCO_3$  proviene de organismos planctónicos como los cocolitofóridos y foraminíferos (Rühleman *et al.*, 1999).

Es conocido que la variabilidad en el flujo de material orgánico que llega al sedimento del fondo marino tiene consecuencias directas sobre el ambiente bentónico, influyendo en la densidad, riqueza y diversidad de las especies bentónicas (Jorissen *et al.*, 1992; den Dulk *et al.*, 2000; de Rijk *et al.*, 2000; Sun *et al.*, 2005). Diferentes géneros y/o especies de foraminíferos bentónicos son utilizados como indicadores de productividad primaria marina de la superficie del mar, de flujo orgánico hacia el suelo marino y de oxigenación de las aguas de fondo (e.g. Loubere, 1996; Loubere y Fariduddin, 1999; Gooday y Rathburn, 1999, 2003; Martins *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 2018).

Los foraminíferos planctónicos también pueden ser usados como indicadores de productividad marina de la superficie del mar (e.g. Mohtadi *et al.*, 2007; Kucera, 2007; Pivel *et al.*, 2011).

## **2.2 Contexto oceanográfico regional y caracterización del área de estudio.**

### **2.2.1. Masas de agua e hidrodinámica.**

El Margen Atlántico Sudoccidental (MAS) se encuentra superficialmente afectado por corrientes que presentan características termohalinas contrastantes, la corriente de Brasil (CB) que fluye hacia el sur, la corriente de Malvinas (CM) que fluye hacia el norte, y las descargas del Río de la Plata (RdIP) y Laguna de los Patos. Es posible identificar diversas masas de agua superficiales, intermedias y profundas: el Agua Subantártica (ASA), el Agua Tropical (AT), el Agua Central del Atlántico Sur (ACAS), el Agua Antártica Intermedia (AAI), el Agua Circumpolar Profunda (ACP, dividiéndose en Agua Circumpolar Profunda Superior - ACPS - y Agua Circumpolar Profunda Inferior - ACPI -), el Agua Profunda del Atlántico Norte (APAN) y el Agua Antártica de Fondo (AAF).

El componente zonal de los vientos medios predominantes, vientos del este de baja latitud y vientos del

oeste de latitud media, inducen patrones anticiclónicos de circulación del océano superior llamados giros subtropicales (Piola y Matano, 2001). La CB es una corriente de borde Oeste del giro subtropical del Atlántico Sur y la CM es un ramal de la Corriente Circumpolar Antártica. La primera, desplaza una masa de agua cálida, salina y oligotrófica hacia el sur, a la altura de la zona del quiebre de plataforma; y la segunda transporta agua fría, menos salina y rica en nutrientes en sentido norte (Peterson y Stramma, 1991). La CB, originada al Sur a los 10°S de la bifurcación de la corriente Sur Ecuatorial, fluye a lo largo del margen continental de América del Sur hasta la región de convergencia subtropical ubicada entre los 33 y 38°S donde colisiona con la CM (Piola y Gordon, 1989). La Confluencia Brasil-Malvinas (CBM) queda definida como un intenso frente termohalino resultado del encuentro de ambas corrientes en el océano abierto, próximo a los 38°S (Olson *et al.*, 1988; Piola y Matano, 2001). Esta colisión frontal hace que los sistemas actuales se separen del límite occidental formando un gran meandro que se prolonga hacia el sur hasta aproximadamente 45°S. Asimismo, la CMB se extiende superficialmente formando el Frente Subtropical de Plataforma (FSTP) que separa las aguas subtropicales y subantárticas en la plataforma continental, cerca de la isóbata de 50 m (Piola *et al.*, 2000, 2008a). El FSTP parece permanecer estable en latitud durante todo el año, y se extiende entre 32°S a una profundidad de columna de agua de 50 metros y 36°S sobre el quiebre de plataforma (Piola *et al.*, 2000).

En superficie, por encima de los 500 m, la CM transporta hacia el norte una masa de Agua Subantártica (ASA) fría (entre 4 y 15 °C), de baja salinidad (entre 33.7 y 34.15) y rica en nutrientes (Piola y Gordon, 1989; Gordon 1989). Por otro lado, la CB está asociada al movimiento hacia el sur de masas de agua tropicales y subtropicales, el Agua Tropical (AT) y el Agua Central del Atlántico Sur (ACAS) o Agua Subtropical (AST). El AT fluye en los primeros 200 m y se caracteriza por temperaturas potenciales de  $\theta > 20$  °C y salinidades  $S > 36$  (Piola y Gordon, 1989). Por su parte, el ACAS se forma en el frente subtropical como resultado de la mezcla entre CB y CM, fluye hacia el sur ocupando desde los 200 a 500 m de la columna de agua y está definida por temperaturas potenciales entre 10 y 20 °C y salinidades entre 34.2 y 36 (Sverdrup *et al.*, 1942). Adicionalmente una masa de Aguas Costeras (AC) definida por salinidades menores a 33.2 puede estar presente superficialmente en el área durante períodos de elevada descarga del RdIP y Laguna de los Patos, en menor medida (Guerrero y Piola, 1997; Piola *et al.*, 2000). La circulación regional presenta cambios estacionales latitudinales asociados al régimen de vientos, lo que produce que durante el invierno austral la pluma de baja salinidad del RdIP se desplace hacia el norte a lo largo de la plataforma continental uruguaya, y se extienda sobre el margen superior continental fuera de la desembocadura del RdIP durante el verano austral y los eventos de El Niño (Piola *et al.*, 2005; Piola *et al.*, 2008b).

Por debajo, entre los 600 y 1000 m de profundidad, se encuentra el Agua Antártica Intermedia (AAI) definida por temperaturas potenciales entre 3.0 y 6.0 °C y salinidades entre 34.2 y 34.6 (Sverdrup *et al.*, 1942). ASA (rama de la Corriente Circumpolar Antártica) y AAI ingresan como una unidad desde el sur fluyendo hacia el noreste como la CM. Su contraparte, la CB, transporta Agua Tropical (AT), Agua Subtropical (AST) y AAI hacia el suroeste. En la cuenca subtropical, el AAI sigue el giro anticiclónico y fluye hacia el sur debajo de la corriente de Brasil. Después de abandonar el límite continental, el AAI se convierte en el giro subtropical, donde la mezcla vertical y lateral, aumenta su salinidad y disminuye su concentración de oxígeno disuelto. La masa de agua resultante de este proceso de recirculación se conoce como AAI recirculada (Piola y Matano, 2001) .

Al norte de la CBM por debajo de la AAI, entre los 2000 y 4000 m, ocurre el flujo hacia el sur de APAN, caracterizada por una temperatura potencial relativamente alta ( $\theta \sim 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ), salinidad ( $S \sim 34.8 \text{ PSU}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{O}_2 \sim 250 \text{ } \mu\text{mol kg}^{-1}$ ) (Piola y Matano, 2001). Esta masa de agua forma parte de la circulación termohalina, originada en las altas latitudes del Océano Atlántico Norte, y ha sido registrada fluyendo hacia el sur a lo largo del sudeste brasilero hasta cerca de  $32^\circ\text{S}$ , donde abandona el límite occidental (Weatherly, 1993). Al sur de la CBM, en la cuenca argentina occidental, APAN penetra en el Agua Circumpolar Profunda (ACP) que fluye hacia el norte y la divide en dos capas, el ACP superior (ACPS) y el ACP inferior (ACPI) (Stramma y England, 1999). El APAN es una masa de agua relativamente más oxigenada, cálida y salobre que el ACP ( $\text{O}_2 < 200 \text{ } \mu\text{mol kg}^{-1}$ ,  $S < 34,8 \text{ PSU}$ ,  $\theta < 2,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (Laprida *et al.*, 2014).

Por debajo de los 4000 metros de profundidad se registra el Agua Antártica de Fondo (AAF) que fluye hacia el norte (Stramma y England, 1999; Frenz *et al.*, 2003). El AAF es el agua más densa de los océanos, relativamente poco oxigenada y fría ( $\text{O}_2 \sim 225 \text{ } \mu\text{mol kg}^{-1}$ ,  $\theta < 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $S \sim 35,0$ ) (Tomczak y Godfrey, 1994; Laprida *et al.*, 2014). La parte superior de la AAF se origina en la Corriente Circumpolar Antártica, compuesta por viejas masas de agua profundas (Agua Circumpolar Profunda inferior, ACPI), mientras que AAF con densidades mayores fluye desde el mar de Weddell (Agua Profunda del Mar de Weddell, APMW) (Stramma & England, 1999). Adicionalmente, tanto ACP como AAF se caracterizan por ser masas de agua ricas en nutrientes (Alleman *et al.*, 2001; Piola y Matano 2001).

### **2.2.2. Geomorfología y cobertura sedimentar.**

El MAS comprende tres dominios fisiográficos: una extensa plataforma continental que se ensancha hacia el margen argentino (aproximadamente 200 kilómetros; Urien y Ewing, 1974), un talud con una pendiente pronunciada y una extensa elevación continental (Ewing *et al.*, 1963; Urien y Ewing, 1974; Violante *et al.*, 2010; Franco-Fraguas *et al.*, 2014).

Por su parte, el MCU es un margen continental pasivo donde se reconocen dos cuencas principales de evolución distinta, mesozoica y cenozoica: la cuenca de Punta del Este al sur, y la cuenca de Pelotas al norte (Soto *et al.*, 2011). La plataforma continental tiene una pendiente suave con una extensión promedio de 120 km, y la ruptura de la plataforma ocurre en profundidades de agua promedio de 160 a 200 m (Urien y Ewing, 1974; Muñoz *et al.*, 2010). La morfología, las coberturas y distribución sedimentarias del MCU reflejan los cambios climáticos y oceanográficos regionales y globales, incluidas las sucesivas regresiones y transgresiones de la costa en el Cenozoico (Ottmann y Urien, 1965, 1966; Urien y Ottmann, 1971; Urien y Ewing, 1974; Urien y Martins, 1979; Urien *et al.*, 1980a, b; Soto *et al.*, 2011). La plataforma continental está dominada por una cobertura de arena relictas que se ha depositado en ambientes litorales, de barrera y de estuarios y vuelto a depositar durante los varios eventos transgresivos-regresivos del Cenozoico (Urien *et al.*, 1980a, b; Martins *et al.*, 2003; Franco-Fraguas *et al.*, 2014). Asimismo, a lo largo de la plataforma interna y media se encuentran antiguas islas barreras con depósitos de grava bioclásticas (Urien y Ewing, 1974; Martins *et al.*, 2003). Las corrientes provenientes del sur que desplazan masas de agua subantárticas dominan la plataforma (Urien *et al.*, 1980a, b). Sedimentos de origen pampeano-patagónicos se distribuyen a lo largo del margen argentino hasta la desembocadura del RdIP y son transportados hacia el norte por la Corriente de Malvinas (Etchichury y Remiro, 1963; Mahiques *et*

*al.*, 2008; Franco-Fraguas *et al.*, 2014; Lantzsich *et al.*, 2014). Asimismo, recibe el influjo de partículas sedimentarias de la descarga fluvial del RdIP, el segundo estuario del continente sudamericano en términos de descarga media anual ( $25.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) (Nagy *et al.*, 1987). Gran parte de esa descarga continental se deposita en la boca del río y hacia el noreste a lo largo de una facies limo-arcillosa ("pozos de fango") en la plataforma continental interna y hacia la plataforma brasilera (Mahiques *et al.*, 2008; Corrêa *et al.*, 2008; Lantzsich *et al.*, 2014). Esto forma una depresión alargada del fondo marino que representa el paleovalle del RdIP (dirección SW-NE y ubicada a 40 km de la costa uruguaya; Urien y Ottmann, 1971; Urien y Ewing, 1974; Urien *et al.*, 1980a, b; López-Laborde, 1999; Cavallotto *et al.*, 2005; Lantzsich *et al.*, 2014; Burone *et al.*, 2019).

A lo largo de la plataforma se encuentran además, montículos submarinos, escalones y cañones submarinos (de Mello y López, 2011; Franco-Fraguas *et al.*, 2014; Hernández-Molina *et al.*, 2015). Los Sistemas de Cañones Submarinos (SCS) son una característica distintiva de la región y están ubicados entre  $35^{\circ}\text{S}$  y  $38^{\circ}\text{S}$ . Se han identificado y descrito seis grandes cañones submarinos, siendo de sur a norte los siguientes: Río de la Plata SCS, Montevideo SCS, Piriápolis SCS, José Ignacio SCS, La Paloma SCS, Cabo Polonio SCS y Punta del Este SCS (Franco-Fraguas *et al.*, 2014; Hernández-Molina *et al.*, 2015). Estos cañones alcanzan anchos de hasta 6 km y profundidades de incisión de hasta 800 m, y no se conectan a canales de drenaje continentales modernos o antiguos, ni se relacionan con incisiones paleo-fluviales de la plataforma (Hernández-Molina *et al.*, 2015).

Utilizando los datos batimétricos y perfiles de reflexión sísmica 2D y 3D, Hernández-Molina *et al.* (2015), proporcionaron recientemente una descripción detallada de la configuración del margen continental uruguayo (mapa morfosedimentario). Los autores demuestran la existencia de procesos erosivos (cañones y canales), deposicionales, procesos longitudinales (depósitos de gravedad) y paralelos (depósitos contorníticos). Estos procesos vienen modelando el margen continental y características contorníticas mixtas que se formaron principalmente a través del desplazamiento hacia el norte de las masas de agua de la Antártida desde el Eoceno hasta el presente. De acuerdo con estos autores, las características contorníticas presentan buena prolongación con el Margen Atlántico Sudoccidental (MAS) y se desaparecen hacia el norte en respuesta a la acción de las corrientes del fondo durante la migración de la CBM en la época glacial. Esto confirma la gran importancia de la región para reconstrucciones sedimentarias y paleoceanográficas (Lantzsich *et al.*, 2014; Franco-Fraguas *et al.*, 2016).

## **Capítulo 3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Área de estudio.**

Se analizaron un total de 12 muestras de sedimento superficial correspondientes a dos transectas localizadas una al norte y otra al sur del Margen Continental Uruguayo (MCU) entre las isóbatas de 29 y 3800 metros (Tabla 1). Dichas muestras se obtuvieron en la Campaña Ancap (0116) - buque Sarmiento de Gamboa- durante el mes de mayo de 2016. La transecta situada al Sur (coordenadas  $36^{\circ} 41'S - 53^{\circ} 08'W$  y  $37^{\circ} 06'S - 52^{\circ} 06'W$ ) tiene una mayor influencia de la Corriente de Malvinas (CM), mientras que la transecta norte (coordenadas  $35^{\circ} 02'S - 52^{\circ} 02'W$  y  $36^{\circ} 06'S - 50^{\circ} 08'W$ ) la recibe de la Corriente de Brasil (CB) (Fig. 3A y B).

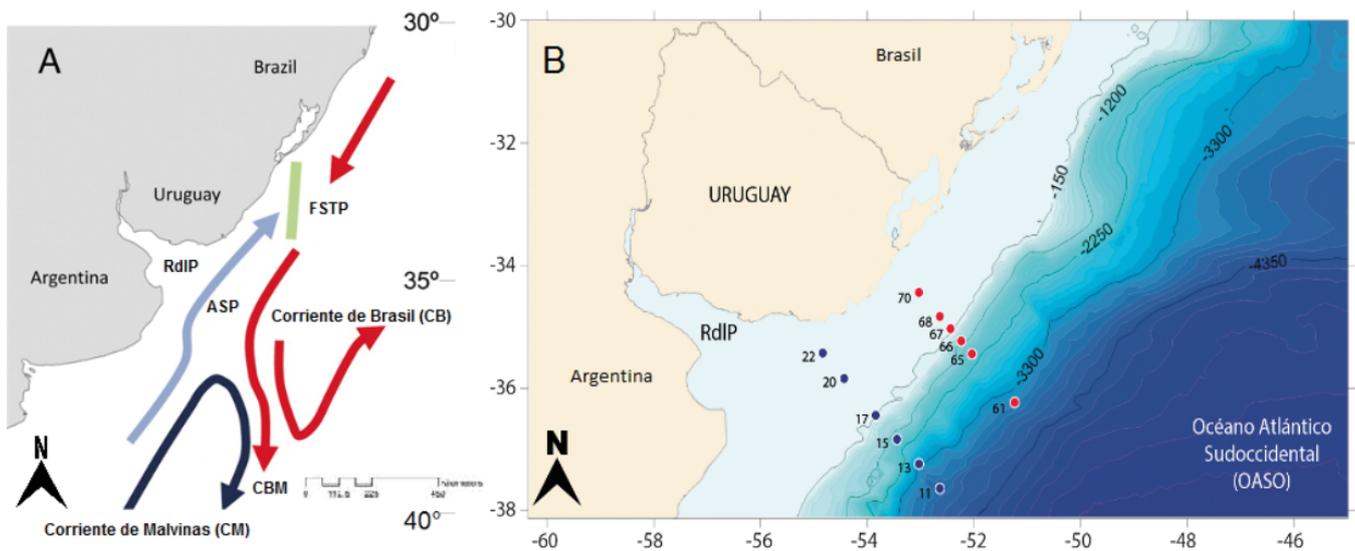


Figura 3. A) Esquema de la circulación regional de la plataforma y talud continental del Atlántico Sudoccidental, extraído de Franco Fraguas *et al.* (2014), modificado de Matano *et al.* (2010). B) Área de estudio y estaciones analizadas. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo). FSTP: Frente Subtropical de Plataforma, CBM: Confluencia Brasil - Malvinas, ASP: Aguas Subantárticas de Plataforma, RdIP: Río de la Plata.

Tabla 1. Profundidad y coordenadas geográficas (en decimales) de las estaciones de muestreo. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo).

Estación	Profundidad (m)	Longitud	Latitud
E22	29	-54.79	-35.41
E20	44	-54.39	-35.81
E17	138	-53.8	-36.41
E15	1646	-53.4	-36.8
E13	3268	-52.99	-37.2
E11	3795	-52.6	-37.6
E70	65	-52.99	-34.41
E68	72	-52.6	-34.8
E67	138	-52.4	-35
E66	978	-52.2	-35.2
E65	2079	-52	-35.41
E61	3545	-51.2	-36.2

### 3.2. Procesamiento inicial de muestras.

Las muestras previamente congeladas fueron inicialmente descongeladas a temperatura ambiente, pasadas a recipientes de aluminio y descritas visualmente de modo general (i.e. color, tamaño de grano, viscosidad) (Fig. 4A; Anexo A). De cada muestra fue separado un volumen de 50 cm<sup>3</sup> de sedimento destinado al análisis microfaunístico, colocándose el resto del sedimento en estufa a 40°C para su secado y posterior conservación en el laboratorio.

Cada submuestra de 50 cm<sup>3</sup> fue colocada en alcohol con Rosa de Bengala. (1 gramo de Rosa de Bengala/1000 ml de alcohol). Si bien este colorante se utiliza para diferenciar los organismos que se encontraban vivos en el momento de la colecta (Walton, 1952), posteriormente se optó por no utilizarlo como un indicador debido al tiempo transcurrido hasta el teñido. Se tamizaron a húmedo a través de 2 tamices con mallas de tamaño 125 µm y 62 µm a fin de separar las fracciones de sedimento grueso y fino, respectivamente (Fig. 4B). El material retenido en cada tamiz se transfirió a un papel filtro, introduciéndolo posteriormente en estufa a 40°C para su secado.



Figura 4. Procesamiento inicial de las muestras. A. Descongelamiento y descripción visual de las muestras de sedimento superficial. B. Tamizado húmedo. C. Tratamiento con Tricloroetileno. D. Observación bajo lupa estereoscópica.

Posteriormente, para facilitar la separación de los caparzones se utilizó el líquido de alta densidad tricloroetileno (C<sub>2</sub>HCl<sub>3</sub>), cuya adición al sedimento permite que las partículas más livianas permanezcan suspendidas y entre éstas los caparzones de foraminíferos (Fig. 4C). El material sobrenadante a ser analizado - posterior al agregado de C<sub>2</sub>HCl<sub>3</sub> - se pasó a través de papel filtro. Este procedimiento fue repetido tres veces a fin de evitar que caparzones quedaran atrapados entre partículas de sedimento no suspendido o decantado. Finalmente, el filtro se dejó secar al aire libre. El material residual se transfirió a

otro papel filtro y se secó en estufa (40°C) para su posterior análisis. Así, cada submuestra de sedimento (filtro con sobrenadante y filtro con residuo) quedó lista para ser analizada mediante estereomicroscopía (Nikon 7800, aumento de 20X/12,5) (Fig. 4D).

### 3.3. Análisis microfaunísticos.

Inicialmente cada submuestra fue observada bajo lupa estereoscópica a fin de caracterizarla visualmente de forma general por fracción (e.g. tipo de sedimento, presencia de otros microorganismos o fragmentos biológicos) (Anexo A). Fueron separados los caparazones de foraminíferos bentónicos y planctónicos, extrayéndose un mínimo de 300 especímenes por muestra en el caso de los bentónicos y el total para el caso de los planctónicos. Posteriormente se colocaron en láminas micropaleontológicas (portaforaminíferos) independientes para su conteo e identificación taxonómica. Para muestras con elevadas densidades de organismos se utilizó la técnica de cuarteado, reduciendo el tamaño total de la muestra sin alterar las proporciones (e.g. 1/4, 1/8, 1/16).

La identificación de foraminíferos bentónicos y planctónicos se realizó usando bibliografía especializada: Boltovskoy *et. al.* (1980), Loeblich y Tappan (1988), de Mello e Sousa *et al.* (2012), Schiebel y Hemleben (2017) y Petró (2019). El sitio web *World Register of Marine Species* (WoRMS, <http://www.marinespecies.org/>) fue utilizado como referencia taxonómica actual.

Se utilizaron como descriptores biológicos de las asociaciones de foraminíferos, la abundancia total por estación ( $Ab_{tot}$ ), la abundancia de foraminíferos bentónicos y planctónicos por estación ( $Ab_{bent}$  y  $Ab_{plact}$ , respectivamente), el porcentaje de foraminíferos bentónicos y planctónicos por estación, la densidad total por estación (ambas fracciones,  $D_t$ ), la densidad de individuos bentónicos y planctónicos por estación ( $D_b$  y  $D_p$ , respectivamente) y la razón P/B.

En los anexos B y C se presentan las tablas con la clasificación taxonómica y abundancia de foraminíferos bentónicos y planctónicos por estación, respectivamente.

Por otra parte, se realizó una caracterización de los foraminíferos bentónicos previamente clasificados taxonómicamente, de acuerdo al tipo de sedimento, *microhábitat*, hábito alimenticio, ambiente, profundidad y Orden (Anexo D). Se calculó la abundancia relativa presente en cada muestra según el *microhábitat*, el hábito alimenticio y el tipo de pared.

Los foraminíferos planctónicos previamente clasificados taxonómicamente fueron caracterizados de acuerdo a la provincia latitudinal, temperatura y profundidad (Anexo E). Se calculó el porcentaje presente en cada muestra según la provincia latitudinal.

### 3.4. Granulometría.

Los análisis granulométricos se realizaron utilizando un sedimentómetro laser Malvern 2000. Las muestras fueron previamente descarboxiladas con una solución 1 M de HCl, lavadas tres veces con agua de-ionizada y secadas nuevamente. Las fracciones de tamaño de las partículas se analizaron según la escala Wentworth (Wentworth, 1922 *in* Suguio, 2003).

Esto se llevó a cabo en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto Oceanográfico de la Universidad de San Pablo, Brasil (IO-USP) en coordinación con el profesor Dr. Michel Mahiques.

### **3.5. Determinación del contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) y materia orgánica (MO) en sedimento, análisis elemental de la MO y razones isotópicas ( $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ ).**

Para la determinación del contenido de materia orgánica (MO) fueron analizadas por separado las muestras arenosas y fangosas, utilizando 30 y 10 gramos de sedimento, respectivamente. A cada muestra le fue agregada una solución de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) al 10 % y colocados los recipientes sobre una placa calentadora a una temperatura de entre  $40^\circ\text{C}$  y  $60^\circ\text{C}$ . El contenido de MO fue calculado a través de la diferencia de peso seco pre y post ataque con  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Posteriormente, las muestras tratadas con  $\text{H}_2\text{O}_2$  fueron atacadas con solución de ácido clorhídrico (HCl) al 10% hasta que no existió reacción ni fragmentos de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). De este modo, la cantidad de  $\text{CaCO}_3$  fue calculado como el resultado de la diferencia entre peso seco post ataque con  $\text{H}_2\text{O}_2$  y post ataque con HCl.

Los contenidos de carbono orgánico ( $\text{C}_{\text{org}}$ ), nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ) e isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) de MO presentes en el sedimento se determinaron utilizando un equipo *Finnigan Delta V Plus* acoplado con un *Costech Elemental Analyser*. Previo a la lectura de  $\delta^{13}\text{C}$  y contenido de  $\text{C}_{\text{org}}$ , se realizó la quema del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) mediante el ataque con solución HCl al 10 %. Todas las muestras fueron secadas en estufa a  $40^\circ\text{C}$  y homogeneizadas con la ayuda de un mortero. Posteriormente se calculó la razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$ .

Dichos análisis también fueron realizados en el Instituto Oceanográfico de la Universidad de San Pablo (IO - USP), Brasil, bajo la coordinación de los profesores Dr. Michel Mahiques y la Dra. Marcia Bicego.

### **3.6. Análisis estadísticos.**

Se realizaron correlaciones de Pearson entre las variables abióticas y bióticas a fin de establecer si existen o no relaciones lineales entre éstas.

Además, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP) para la ordenación de las estaciones de muestreo en relación con el gradiente ambiental (variables abióticas). Para ello se construyó una matriz previamente normalizada y centrada utilizando los siguientes parámetros: % grava; % arena muy gruesa, gruesa, media, fina y muy fina; % limo y arcilla total; % MO y %  $\text{CaCO}_3$ .

Para ambos análisis se utilizó el programa *Paleontological Statistics* (PAST), versión 3.15 (Hammer *et al.*, 2001).

## Capítulo 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados abióticos.

#### 4.1.1. Análisis granulométrico.

En la Tabla 2 y Figura 5 se presentan los porcentajes de las diferentes fracciones granulométricas para cada una de las estaciones estudiadas.

La transecta Sur presenta una marcada diferencia entre estaciones localizadas en la plataforma y aquellas situadas en el talud medio e inferior. Hay un claro dominio de las arenas, con porcentajes superiores al 92%, en estaciones de plataforma (E22, E20 y E17). Las estaciones más someras, E22 y E20, se componen principalmente de arenas finas y medias, mientras que en E17 dominan arenas finas y muy finas (~73 y 19%, respectivamente). La presencia de grava ocurre únicamente en la estación E22 (0,22%). Del mismo modo, arenas muy gruesas se encuentran en baja proporción exclusivamente en las estaciones someras E22 y E20. Las estaciones ubicadas en el área de talud continental medio e inferior (E15 y E13) carecen de arenas y presentan predominio de limos, principalmente gruesos y medios, alcanzando valores del 90%. El incremento en el contenido de limos es acompañado por un aumento del porcentaje de arcillas (gruesas > medias > finas) en dichas estaciones (~6,8%). En la estación más profunda (E11) continúan dominando limos y arcillas (~74 y ~5%) y reaparecen las arenas (~25%), en este caso conformadas por arenas muy finas.

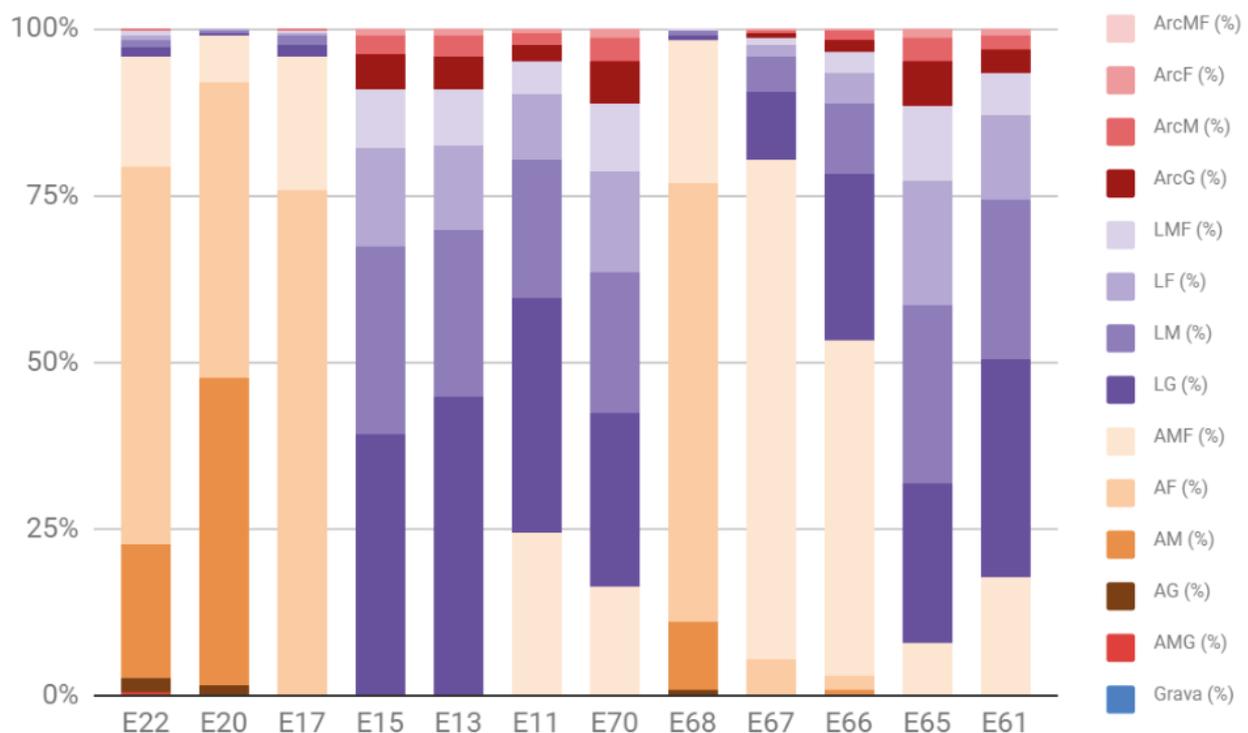


Figura 5. Distribución granulométrica por estación. Se muestran los valores porcentuales de cada rango de tamaño considerado. AMG: arena muy gruesa, AG: arena gruesa, AM: arena media, AF: arena fina, AMF: arena muy fina, LG: limo grueso, LM: limo medio, LF: limo fino, LMF: limo muy fino, ArcG: arcilla gruesa, ArcM: arcilla media, ArcF: arcilla fina, ArcMF: arcilla muy fina.

Tabla 2. Distribución granulométrica por estación. Los valores están expresados en porcentaje. AMG: arena muy gruesa, AG: arena gruesa, AM: arena media, AF: arena fina, AMF: arena muy fina, LG: limo grueso, LM: limo medio, LF: limo fino, LMF: limo muy fino, ArcG: arcilla gruesa, ArcM: arcilla media, ArcF: arcilla fina, ArcMF: arcilla muy fina. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación	Grava	AMG	AG	AM	AF	AMF	Total Arenas	LG	LM	LF	LMF	Total Limos	Arc G	ArcM	ArcF	ArcMF	Total Arcillas
E22	0,22	0,55	1,96	20,02	57,01	16,42	96,18	1,31	1,04	0,82	0,54	3,71	0,27	0,16	0	0	0,43
E20	0	0,05	1,65	46,07	44,83	6,92	99,54	0,41	0,41	0,21	0,05	1,08	0	0	0	0	0
E17	0	0	0,037	0,18	72,64	19,5	92,37	1,83	1,2	0,44	0,22	3,69	0,15	0,15	0	0	0,3
E15	0	0	0	0	0	0	0	39,12	28,14	14,77	8,78	90,81	4,99	2,99	0,99	0	8,97
E13	0	0	0	0	0	0	0	44,69	24,87	12,52	8,35	90,43	5,21	2,95	1,04	0	9,2
E11	0	0	0	0	0,23	25,23	25,46	36,98	21,54	10,37	5,18	74,07	2,53	1,73	0,69	0	4,95
E70	0	0	0	0	0,1	16,76	16,86	27,01	22,1	15,52	10,81	75,44	6,68	3,54	1,28	0,1	11,6
E68	0	0	1,04	9,95	66,37	21,77	99,13	0,63	0,63	0,28	0,14	1,68	0,03	0	0	0	0,03
E67	0	0	0,04	0,08	4,99	70,87	75,98	9,78	4,91	1,87	1,05	17,61	0,57	0,44	0,16	0	1,17
E66	0	0	0,24	0,36	1,91	40,1	42,6	20,05	8,47	3,82	2,39	34,73	1,55	1,07	0,24	0	2,86
E65	0	0	0	0	0	8	8	24,09	27,29	18,76	11,41	81,55	6,82	3,52	1,28	0,11	11,73
E61	0	0	0	0	0	18,8	18,8	34,19	25,34	13,18	6,91	79,63	3,59	2,3	0,92	0	6,81

Al Norte, la composición granulométrica difiere en algunos aspectos con la región Sur. No se encuentra grava ni arena muy gruesa en ninguna de sus estaciones. La región más somera (E70) es muy similar en su distribución granulométrica a la estación Sur más profunda (E11), donde predominan los limos. Sin embargo, presenta una mayor proporción de limos finos y muy finos, y su contenido de arcillas es, en conjunto con la estación E65, el mayor del total de estaciones (~12 %). Desde la estación E68 a E65 (plataforma a talud medio) los contenidos de arena (mayormente arenas finas y muy finas) tienden a disminuir a medida que incrementa la profundidad, pasando de un 99% a un 8% de arenas totales. Paralelamente, el contenido de limos y arcillas se eleva paulatinamente desde ~1,6 a ~81% y 0,03 a ~11%. E65 presenta los mayores valores de limos y arcillas respecto del total de muestras, y la menor proporción de arenas de la transecta Norte. A 3545 metros de profundidad, en E61 - al igual que E11 al Sur - aumenta nuevamente el contenido de arenas (18,8%) constituidas por arenas muy finas, el contenido de limos se mantiene elevado (~79%) y decrecen las arcillas (6,81%).

#### 4.1.2. Indicadores geoquímicos de productividad marina.

En cuanto al contenido de MO (Tabla 3, Fig. 6), la transecta Sur presenta en sus estaciones de plataforma somera (E22 y E20) los porcentajes más bajos (menores al 1%) respecto del total. Lo opuesto ocurre con la concentración de  $\text{CaCO}_3$ , observándose los valores más elevados (~10%). Estas dos características distinguen a ambas estaciones del resto de los puntos muestreados. El porcentaje de MO tiende a aumentar con la profundidad desde E17 a E11, encontrándose en el entorno del 2-4% con un máximo en E15 (~5%). El contenido de carbonatos se mantiene en el entorno del 1% en igual tramo (E17 a E11), con un incremento en E15 (~2%).

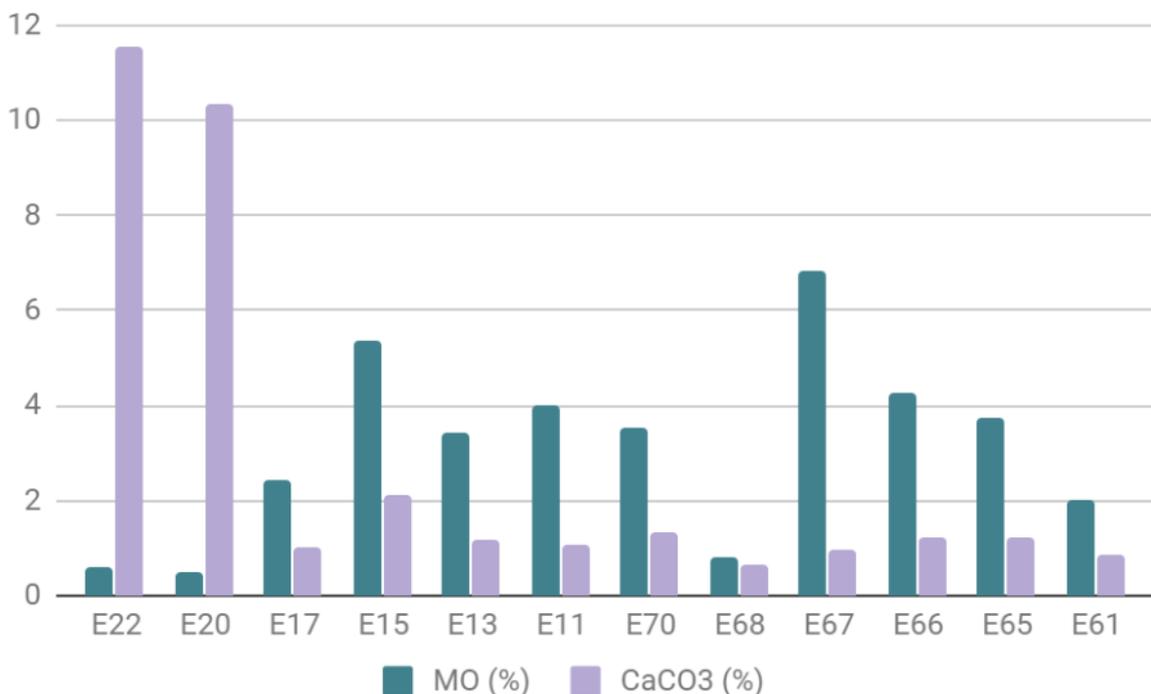


Figura 6. Distribución porcentual por estación del contenido de materia orgánica (MO) y Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

En el Norte, se observan máximos de concentración de MO en E70, E67 y E66, con valores entre 3,5 y 6,8%. E67 junto a E15 en el Sur, son las estaciones con mayor contenido de MO. E68 presenta el menor contenido de MO, situándose por debajo del 1%. Por otra parte, las estaciones E66 y E65 muestran una disminución en el contenido orgánico respecto a E67, pero mantienen valores relativamente altos en el entorno del 4%. Por último, los porcentajes de  $\text{CaCO}_3$  son relativamente constantes y bajos a lo largo del transecto, oscilando entre 0,66 y 1,36%.

En cuanto al contenido de  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$ , para las estaciones E22, E20 y E68 no pudo ser determinado por encontrarse debajo del límite de detección del equipo, coincidiendo con las concentraciones de MO menores al 1% (Tabla 3). Al Sur, el contenido más bajo de  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$  está presente en E17, estación más somera con datos detectables (138 m de profundidad) (Fig. 7). Los valores más elevados (~2%) se encuentran en la estación próxima inmediata, E15, observándose luego una tendencia a la disminución con el aumento de la profundidad (E13 y E11). Al Norte, E70 presenta igual contenido de  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$  que la estación Sur más profunda (E11). A partir de E67 existe una tendencia al aumento en ambos valores, con un máximo en E65 (3,3%), volviendo a decaer en E61 (estación Norte más profunda).

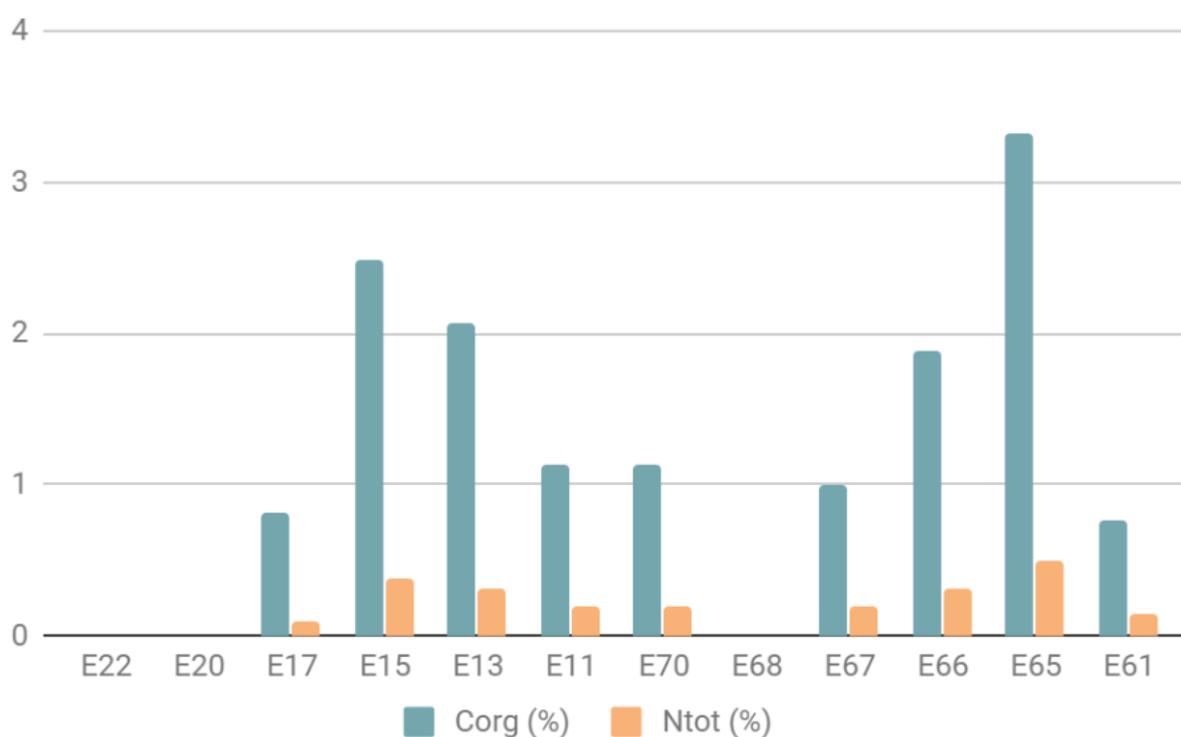


Figura 7. Distribución porcentual por estación del contenido de Carbono orgánico ( $C_{\text{org}}$ ) y Nitrógeno total ( $N_{\text{tot}}$ ).

Tabla 3. Valores porcentuales de contenido de materia orgánica (MO), Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), Carbono orgánico ( $\text{C}_{\text{org}}$ ), Nitrógeno total ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ), isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) y razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  de las estaciones oceanográficas muestreadas. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación	Prof (m)	MO (%)	$\text{CaCO}_3$ (%)	$\text{C}_{\text{org}}$ (%)	$\text{N}_{\text{tot}}$ (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$
E22	29	0,61	11,53	-	-	-	-	-
E20	44	0,52	10,34	-	-	-	-	-
E17	17.5	2,46	1	0,82	0,09	-21,48	15,37	8,87
E15	1646	5,37	2,1	2,48	0,38	-21,5	7,74	6,43
E13	3268	3,41	1,2	2,06	0,31	-21,47	9,13	6,55
E11	22.5	3,99	1,08	1,13	0,19	-21,29	11,56	5,72
E70	5.3	3,52	1,36	1,13	0,19	-20,61	12,18	5,87
E68	72	0,79	0,66	-	-	-	-	-
E67	138	6,84	0,99	1	0,19	-20,74	12,90	5,28
E66	978	4,28	1,23	1,88	0,31	-21,22	9,72	5,99
E65	2079	3,73	1,23	3,32	0,49	-21,29	8,8	6,79
E61	3545	2,02	0,89	0,77	0,15	-20,73	13,20	4,96

#### 4.1.3. Indicadores de origen de la materia orgánica.

Al igual que el contenido de  $\text{C}_{\text{org}}$  y  $\text{N}_{\text{tot}}$ , las concentraciones isotópicas en las estaciones E22, E20 y E68, no pudieron determinarse (Tabla 3).

Tomando ambas transectas, tanto los valores de la razón  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  (entre 4,96 y 8,87) como los de isótopos estables  $\delta^{13}\text{C}$  (entre 20,6 y 21,48‰), se sitúan dentro de los valores que indican MO de origen marino (Fig. 8). Sin embargo, algunos valores de  $\delta^{15}\text{N}$  se encuentran levemente por encima de los referidos a MO algal marina (3‰ a 12‰). Esto se observa al Sur en la estación E17 (15,37‰) y al Norte en las estaciones E70 (12,18‰), E67 (12,9‰) y E61 (13,2‰).

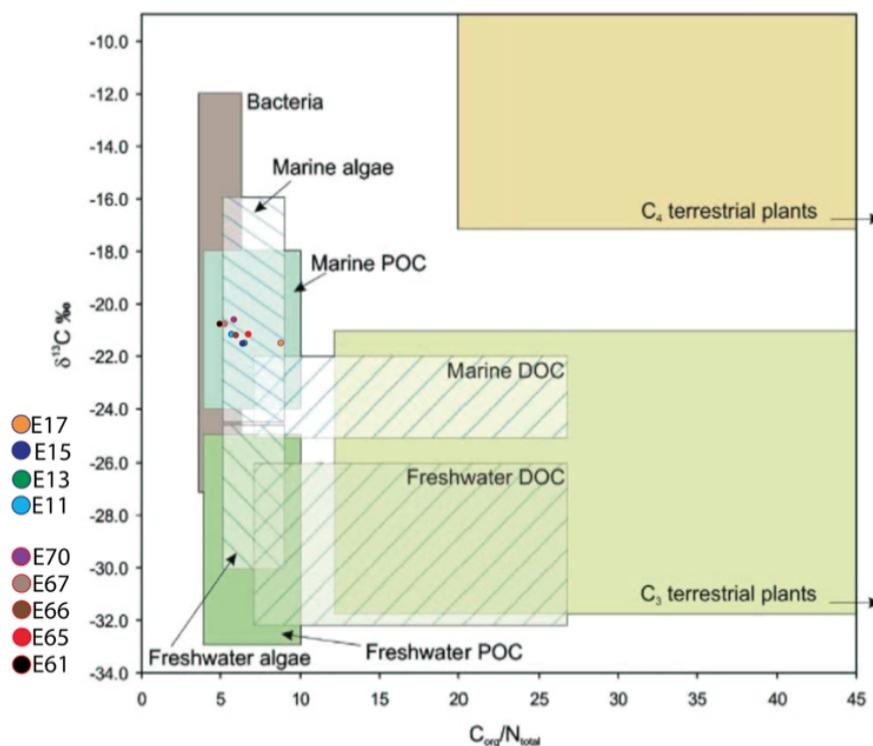


Figura 8. Relación entre los valores de isótopos estables de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y las razones de  $\text{C}_{\text{org}}$  y  $\text{N}_{\text{tot}}$  ( $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$ ) de los sedimentos superficiales muestreados. Se muestran rangos típicos de las relaciones  $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$  vs  $\delta^{13}\text{C}$  provenientes de la materia orgánica en ambientes costeros. Figura extraída de Lamb *et al.* (2006).

## 4.2. Resultados bióticos.

### 4.2.1. Análisis general de los descriptores bióticos.

#### Abundancia total y relativa, densidad y razón P/B

Los valores de abundancia total y relativa, densidad y razón P/B de foraminíferos bentónicos y planctónicos por estación se muestran en la Tabla 4. El detalle de abundancia por fracción y estación se encuentra en el Anexo B.

El porcentaje de foraminíferos bentónicos al Sur se encuentra por encima del 90 % en la mayoría de las estaciones. Este porcentaje decrece - levemente - a medida que aumenta la profundidad, con un mínimo de 74,56% en la estación E13 (Fig. 9). De modo opuesto, los individuos planctónicos crecen sostenidamente con un máximo en dicha estación (25,44%). Hacia la E11 el comportamiento se invierte, aumentando el número de individuos bentónicos (87,66%) mientras se reduce el de individuos planctónicos (12,34%). Esto se ve reflejado en la relación P/B, donde observamos un incremento hasta E13 a medida que aumenta la profundidad, para luego disminuir en E11.

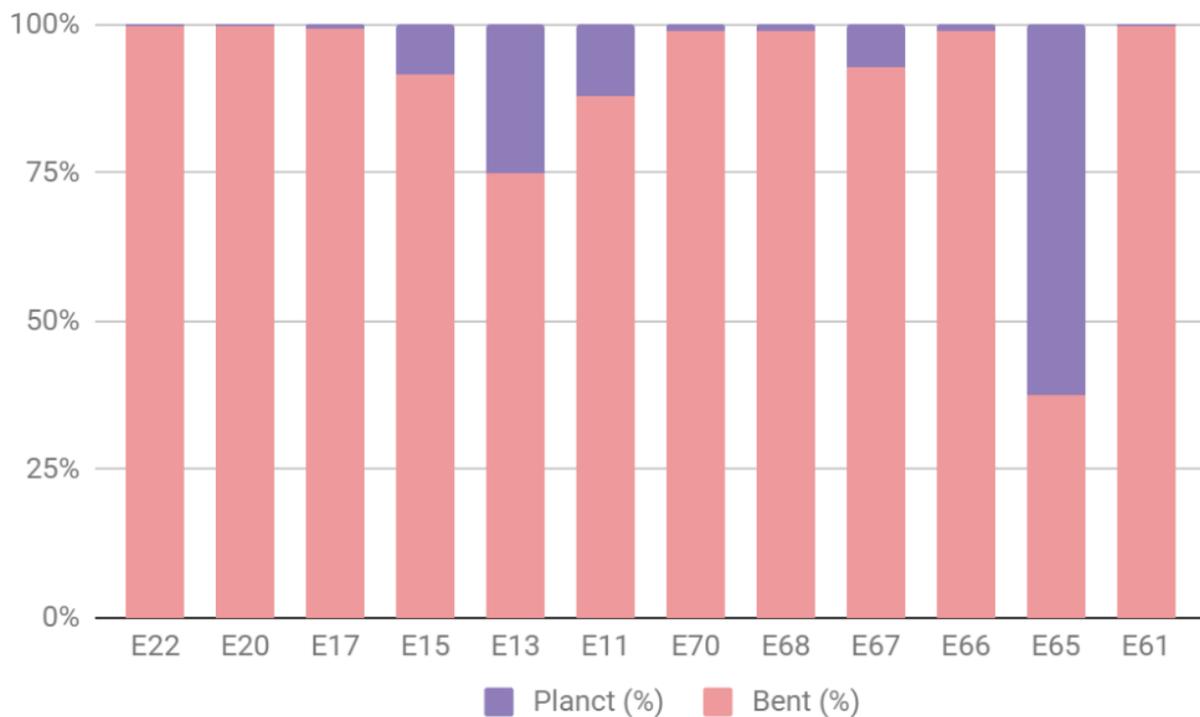


Figura 9. Porcentaje de ocurrencia de foraminíferos bentónicos y planctónicos por estación. Bent: bentónicos, Planct: planctónicos.

Al igual que ocurre en el Sur, el porcentaje de foraminíferos bentónicos en la transecta Norte se encuentra por encima del 90% en casi todas las estaciones. La excepción se observa en E65, donde la caída es notoria (38,92%), relacionado esto al incremento de individuos planctónicos. La razón P/B refleja dichas relaciones observándose un máximo en E65.

Al Sur, las estaciones E22 y E20 (plataforma interna) presentan la menor Dt de foraminíferos respecto del total. Existe un marcado aumento de la Dt hacia las estaciones E17 y E15, siendo esta última la estación muestreada con mayor densidad de individuos (1014 ind/m<sup>3</sup>). Al aumentar la profundidad las densidades totales decaen nuevamente (E13 y E11). En todos los casos la Dt se explica principalmente por la densidad y abundancia de foraminíferos bentónicos. Sin embargo, también se observa un aumento de la densidad de foraminíferos planctónicos en la estación E15 (81,6 ind/m<sup>3</sup>), que luego disminuye gradualmente hacia estaciones profundas (E13 y E11).

Los valores de Dt al Norte, aumentan desde la plataforma interna hacia la externa, alcanzando su máximo en la E67 (536,88 ind/cm<sup>3</sup>), para luego decrecer hacia mar profundo. Las menores Dt ocurren a ambos extremos de la transecta, en la E70 de plataforma interna (40,14 ind/cm<sup>3</sup>) y en la E61 en mar profundo (43,44 ind/cm<sup>3</sup>), siendo igualmente superiores a los valores más bajos de la transecta Sur.

Los valores de Dt son explicados, al igual que en la transecta Sur, por la densidad de organismos bentónicos (Db), excepto en la estación E65. Esta última presenta el máximo de Dp (150,4 ind/cm<sup>3</sup>) respecto al total de estaciones muestreadas y representa la única estación donde Dp supera a Db (95,84 ind/cm<sup>3</sup>). Existe asimismo, otro máximo relativo de Dp - que acompaña un incremento de Db y Dt - en la estación de plataforma E67.

Tabla 4. Abundancia, porcentaje, densidad de foraminíferos bentónicos y planctónicos, y razón P/B, de las muestras analizadas. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad. Prof (m): profundidad en metros,  $Ab_{tot}$ : abundancia total,  $Ab_{bent}$ : abundancia bentónicos,  $Ab_{planct}$ : abundancia planctónicos, Bent (%): porcentaje bentónicos, Planct (%): porcentaje planctónicos, P/B: razón entre foraminíferos planctónicos y bentónicos, Dt: densidad total, Db: densidad bentónicos, Dp: densidad planctónicos.

Estación	Prof (m)	$Ab_{tot}$	$Ab_{bent}$	$Ab_{planct}$	Bent (%)	Planct (%)	P/B x 100	Dt (ind/cm <sup>3</sup> )	Db (ind/cm <sup>3</sup> )	Dp (ind/cm <sup>3</sup> )
E22	29	941	938	3	99,68	0,32	0,43	18,82	18,76	0,06
E20	44	976	971	5	99,49	0,51	0,51	19,52	19,42	0,1
E17	138	8233	8173	60	99,27	0,73	0,73	164,66	163,46	1,2
E15	1646	50700	46620	4080	91,95	8,05	8,75	1014	932,4	81,6
E13	3268	5543	4133	1410	74,56	25,44	34,12	110,86	82,66	28,2
E11	3795	2788	2444	344	87,66	12,34	14,08	55,76	48,88	6,88
E70	65	1942	1916	26	98,66	1,34	1,36	38,84	38,32	0,52
E68	72	10182	10074	108	98,94	1,07	1,07	203,64	201,48	2,16
E67	138	25812	23940	1872	92,75	7,25	7,82	516,24	478,8	37,44
E66	978	10920	10800	120	98,9	1,1	1,11	218,4	216	2,4
E65	2079	12312	4792	7520	38,92	61,08	156,93	246,24	95,84	150,4
E61	3545	2112	2108	4	98,81	0,19	0,19	42,24	42,16	0,08

#### 4.2.2. Foraminíferos bentónicos

##### **Composición de la comunidad**

Las características generales (tipo de sedimento, *microhábitat*, hábito alimenticio, ambiente, profundidad, Orden) de los foraminíferos bentónicos identificados se muestran en el Anexo D.

Del total de foraminíferos bentónicos identificados, el 93,06% corresponde a caparazones hialinos, 0,66% a caparazones porcelanáceos y 6,28% a caparazones aglutinantes (Tabla 5, Fig. 10). Comparando transectas, al Sur existe mayor porcentaje de foraminíferos hialinos (95,82 y 89,8%, respectivamente) y porcelanáceos (0,95 y 0,32%, respectivamente) que en la zona Norte. En cuanto a los aglutinantes el comportamiento es inverso (3,23 y 9,88%, respectivamente). Excepto en E61 al Norte, el tipo de pared dominante es el calcáreo hialino.

El grupo de foraminíferos hialinos se encontró representado por individuos de los órdenes Rotaliida, Lagenida, Spirillinida, Robertinida y Earlandiida, siendo los rotálidos el grupo dominante. Dicho orden se compone de 44 géneros, destacándose al Sur *Epistominella* (29,5%), *Cassidulina/Globocassidulina* (15,98%), *Nonionella* (6,01%), *Uvigerina* (5,92%) y *Trifarina* (5,31%) seguidos de los géneros *Fursenkoina*, *Eponides*, *Bulimina* y *Bolivina* que se encuentran entre 4-5%; y al Norte *Epistominella* (34,02%) y *Bulimina* (29,5%) seguidos de los géneros *Bolivina* (4,18%), *Uvigerina* (3,82%), *Cassidulina/Globocassidulina* (3,68%) y *Nonionella* (3,49%).

En cuanto a los foraminíferos porcelanáceos todos corresponden al orden Miliolida representado por 9 géneros. Éstos siguen el gradiente batimétrico siendo más abundantes en las estaciones someras (E22 y E20 al Sur, E70 y E68 al Norte). Aquí se destacan los géneros *Quinqueloculina*, *Triloculina* y *Pyrgo*.

Por último, los foraminíferos aglutinantes están representados por los órdenes Lituolida, Textulariida y Asthrorhizida. El orden dominante es Lituolida seguido por Textulariida. Dentro del orden Lituolida predominan al Sur los géneros *Trochammina*, *Reophax* y *Tritaxis*, mientras que al Norte lo hacen *Trochammina*, *Reophax*, *Adercotryma* y *Haplophragmoides*. Los textuláridos están mayormente representados por el género *Textularia* en ambos sectores, Sur y Norte.



Figura 10. Distribución porcentual de foraminíferos bentónicos por estación según el tipo de pared. Aglut: aglutinante; Porcel: porcelanácea; Hial: hialina.

Al Sur, los extremos E20 y E11 presentan los valores más elevados de foraminíferos aglutinantes, próximos al 13%, decreciendo de E20 a E15 (mínimo de 0,08%) y volviendo a aumentar hacia E11. Al Norte, tienden a disminuir en función de la profundidad desde plataforma (E70) a mar abierto (E65), con porcentajes que varían entre el 11,48% y 1%, acompañado de la disminución paulatina de los foraminíferos de pared hialina. Sin embargo, la estación más profunda (E61) presenta un máximo de individuos de pared de tipo aglutinante (95,94%).

Tabla 5. Valores porcentuales de foraminíferos bentónicos por estación clasificados de acuerdo al tipo de pared. Hial: hialinos, Porcel: porcelanáceos, Aglut: aglutinantes. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación	Profundidad (m)	Hial (%)	Porcel (%)	Aglut (%)
E22	29	86,46	8,85	4,7
E20	44	57,47	29,76	12,78
E17	138	90,31	0,2	9,49
E15	1646	98,6	0,08	1,33
E13	3268	92,28	3,65	4,07
E11	3795	86,25	0,98	12,77
E70	65	85,6	2,92	11,48
E68	72	89,68	1,01	9,31
E67	138	94,54	0,05	5,41
E66	978	92,78	0	7,22
E65	2079	99	0	1
E61	3545	4,17	0,19	95,64

### Microhábitat

A modo general existe un predominio de organismos infaunales y/o epifaunales y de aquellos infaunales exclusivos (Tabla 6, Figura 11).

En la transecta Sur, el mayor número de organismos exclusivamente epifaunales se encuentra en las estaciones someras de plataforma interna, E22 y E20, siendo máximo en esta última representando el 61,38%. Los géneros dominantes de *hábitat* epifaunal en estas estaciones son *Discorbis*, *Quinqueloculina*, *Pyrgo* y *Textularia*. Por su parte, E15 muestra el mínimo de individuos epifaunales (7,87%), mientras que el resto (E17, E13 y E11) presenta porcentajes similares entorno al 20%. Sin embargo, en la E15 la variedad de géneros epifaunales es mayor, estando presentes por ejemplo: *Oridorsalis*, *Gyroidina* y *Lenticulina*, *Eponides*, *Heterolepa* y *Hanzawaia*. E13 y E11 comparten los géneros *Triloculina*, *Gyroidina* y *Eponides*; mientras que en E17 (quiebre de plataforma) dominan *Cibicides* y *Discorbis*.

Aquellos considerados epifaunales y/o infaunales (Epi/Inf) tienen su mayor representación en las estaciones E17, E15 y E11, por encima del 55%, con un máximo de 65,83% en E17. Para este

*microhábitat* los géneros más abundantes son *Epistominella* y *Cassidulina/Globocassidulina*. En zona de talud inferior (E13) y plataforma interna (E22) los valores son similares, situados poco por encima del 30%. En ambas estaciones aparece además el género *Trochammina*, mientras que en E22 también se presenta *Elphidium*. Por otra parte, el menor porcentaje de individuos Epi/Inf se encuentra en E20 (20,8%).

Individuos de *hábitat* infaunal disminuyen en proporción desde E22 (34,43%) a E17 donde tienen su mínimo (11,28%). Se aproximan nuevamente a valores iniciales de plataforma en E15 (32,19%), alcanzan el máximo en E13 (44,23%) y luego vuelven a disminuir en E11. Las estaciones someras de plataforma tienen como géneros representativos *Bucella* y *Bulimina*, mientras que en el resto aparecen *Reophax*, *Uvigerina*, *Nonionella*, *Trifarina*, *Fursenkoina*, *Stainforthia*, *Ammonia* y *Globobulimina*.

Al Norte, el porcentaje de individuos epifaunales es menor respecto a los ocurridos al Sur, con una tendencia decreciente a medida que aumenta la profundidad, desde E70 (10,9%) a E65 (2,84%) y un valor máximo de 17,65% en la estación más profunda (E61). Aquí, los géneros epifaunales más representativos son en orden decreciente: *Cibicides*, *Eponides*, *Textularia* y *Tritaxis*. Se destacan en las estaciones E67 y E68 los géneros asociados a sustratos duros con alta energía, *Cibicides*, *Eponides* y *Textularia*. En las estaciones costeras poco profundas (E70 y E68) *Textularia*, *Quinqueloculina* y *Pyrgo*, se destacan como géneros epifaunales.

Tabla 6. Porcentaje de foraminíferos bentónicos por estación según su *microhábitat*. Se muestran estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad. Epi/inf: epifaunal/infaunal; NC: no clasificado.

Estación	Profundidad (m)	Epifaunal	Infaunal	Epi/Inf	NC
E22	29	31.77	34.43	33.69	0.11
E20	44	61.38	17.71	20.8	0.1
E17	138	22.5	11.28	65.83	0.39
E15	1646	7.87	32.19	58.95	0.99
E13	3268	24.17	44.23	31.09	0.51
E11	3795	20.3	23.24	55.97	0.49
E70	65	10.9	51.72	37.37	0
E68	72	7.74	70.2	21.52	0.54
E67	138	6.01	37.83	55.81	0.35
E66	978	3.67	38.44	57.15	0.74
E65	2079	2.84	20.53	76.29	0.33
E61	3545	17.65	22.39	48.77	11.2

En cuanto a los organismos de *hábitat* Epi/Inf, las estaciones someras E70 y E68, muestran porcentajes similares - aunque levemente superiores - a las estaciones análogas del Sur (E22 y E20). Dominan aquí los géneros *Epistominella* y *Cassidulina/Globocassidulina*. Desde E67 a E65 hay un aumento progresivo del número de éstos individuos por encima del 50%, alcanzando un máximo de 76,29% en E65. En estas estaciones predomina el género *Epistominella* con abundancias relativas entre ~39 y ~56%. Hacia la estación más profunda (E61) disminuye la proporción de individuos Epi/Inf al 48,77%, siendo los géneros más representativos de mayor a menor abundancia relativa: *Trochammina*, *Haplophragmoides* y *Adercotryma*.

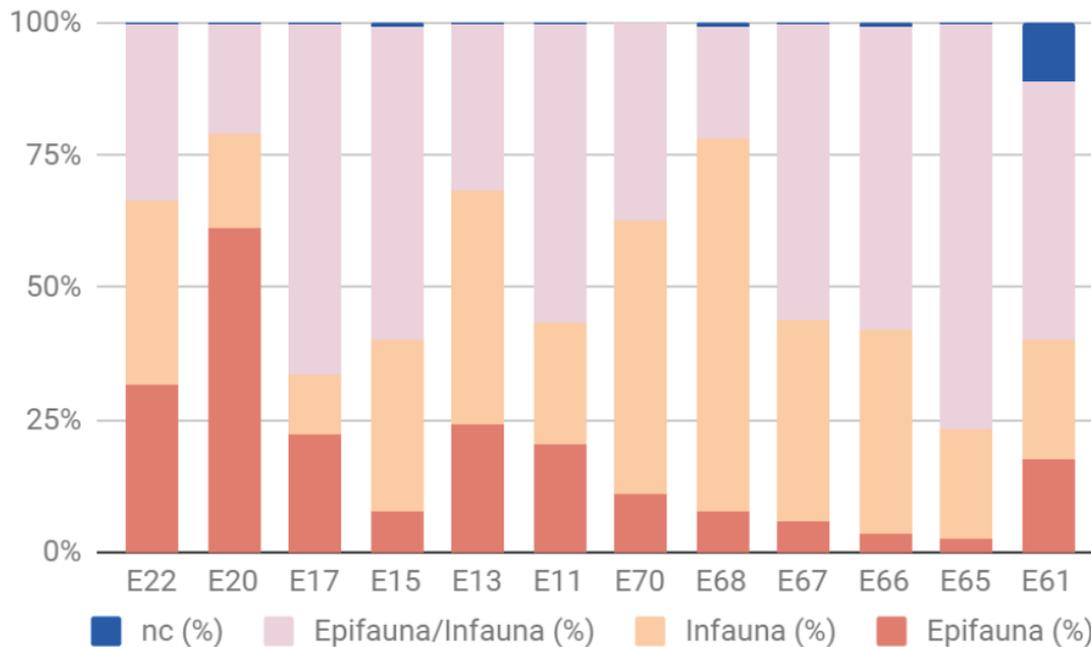


Figura 11. Distribución porcentual de los *microhábitats* de foraminíferos bentónicos por estación.

Por último, las estaciones de plataforma E70 y E68 presentan un elevado porcentaje de individuos infaunales, con un 51,72% y 70,2%, respectivamente. En la E68 ocurre el máximo valor observado respecto al total de estaciones. *Bulimina* y *Nonionella* son aquí los géneros infaunales más abundantes. Asimismo, se encuentran otros géneros infaunales en menor proporción como por ejemplo *Hopkinsina*, *Reophax* (E68) y *Ammotium*. Hacia zonas profundas se observa una tendencia decreciente, donde pueden agruparse las estaciones E67-E66 y E65-E61, con similar proporción de individuos de *hábitat* infaunal (~37% y ~21%, respectivamente). Los géneros más representativos en las estaciones E67, E66 y E65 son: *Bulimina* (dominante en E67-E66), *Uvigerina*, *Bolivina*, *Fursenkoina* y *Nonionella*. Por su parte, E61, conformada en casi un 96% por foraminíferos aglutinantes, incluye los géneros *Lagenammina* y *Reophax* como los más abundantes de *hábitat* infaunal.

### **Hábitos alimenticios**

De acuerdo a la clasificación realizada (Anexo D) la Tabla 7 muestra la abundancia relativa de los distintos hábitos alimenticios por estación. Los hábitos fueron clasificados en Dt: detritívoro, H: herbívoro, Sp: suspensívoro, Dpa: depositívoro activo, Dpp: depositívoro pasivo, Dpa - Dpp: depositívoro activo-depositívoro pasivo, Sp - Dpp: suspensívoro-depositívoro pasivo, Dt - H: detritívoro-herbívoro, Dt -

Dpa: detritívoro-depositívoro activo, H - Dt - Dpa: herbívoro-detritívoro-depositívoro activo, H - Sp: herbívoro-suspensívoro, Dt - Sp: detritívoro-suspensívoro, Dt - Sp - Dpp: detritívoro-suspensívoro-depositívoro pasivo, Dt - Sp - Dpa: detritívoro-suspensívoro-depositívoro activo, Sp - Dpa - Dt: suspensívoro-depositívoro activo-detritívoro, Omn: omnívoro, Omn - H: omnívoro-herbívoro, H - Carn: herbívoro-carnívoro, NC: no clasificado.

El hábito alimenticio predominante es el Detritívoro (Dtr). Excepto en las estaciones E22, E20 y E61, el porcentaje de organismos detritívoros supera el 67,6% y tiene sus máximos en E15 y E11 al Sur (~ 84%) y en E66 y E67 al Norte (90,81%).

Al Sur, los géneros más abundantes identificados como detritívoros, en orden decreciente de abundancia relativa son: *Epistominella*, *Cassidulina/Globocassidulina*, *Nonionella*, *Uvigerina* y *Trifarina*. Cabe destacar que en la estación E15, que presenta la mayor abundancia de foraminíferos bentónicos respecto al resto de estaciones muestreadas, aparecen además de los nombrados arriba, los géneros dominantes *Bolivina*, *Fursenkoina* y *Bulimina*. En E22 y E20 el porcentaje de individuos de hábito detritívoro es inferior (49,68 y 33,95, respectivamente) y exhiben la mayor representación de organismos herbívoros (33,26 y 38,07%) superando claramente a sus análogas de la transecta Norte (E70 y E68). Los géneros herbívoros más representativos en dichas estaciones son *Discorbis*, *Quinqueloculina* y *Elphidium*. La E20 también presenta el porcentaje máximo de individuos Dtr - H (16,77%) con *Pyrgo* como el género más representativo. Por otra parte, E17 presenta el mayor número de organismos suspensívoros (20,65%) siendo *Cibicides* el género más abundante.

Al Norte, los géneros de hábito detritívoro más representativos en orden decreciente de abundancia relativa son: *Epistominella*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Uvigerina*, *Cassidulina/Globocassidulina* y *Nonionella*. La estación profunda E61 se distingue del resto con el menor porcentaje de individuos detritívoros (11,2%) apareciendo otros hábitos alimenticios relevantes como Detritívoro - Depositívoro activo (Dtr - Dpa; 25,05%) y Herbívoro - Detritívoro - Depositívoro activo (H - Dtr - Dpa; 30,36%). Aquí los géneros más abundantes corresponden a foraminíferos aglutinantes: *Trochammina*, *Reophax* y *Haplophragmoides*. Además, combinaciones tales como Suspensívoro - Depositívoro pasivo (Sp -Dpp) y Detritívoro - Suspensívoro - Depositívoro pasivo (Dtr - Sp - Dpp) muestran en E61 los valores más elevados.

Tabla 7. Abundancia relativa (%) de los hábitos alimenticios de foraminíferos bentónicos presentes por estación. Dt: detritívoro, H: herbívoro, Sp: suspensívoro, Dpa: depositívoro activo, Dpp: depositívoro pasivo, Dpa - Dpp: depositívoro activo-depositívoro pasivo, Sp - Dpp: suspensívoro-depositívoro pasivo, Dt - H: detritívoro-herbívoro, Dt - Dpa: detritívoro-depositívoro activo, H - Dt - Dpa: herbívoro-detritívoro-depositívoro activo, H - Sp: herbívoro-suspensívoro, Dt - Sp: detritívoro-suspensívoro, Dt - Sp - Dpp: detritívoro-suspensívoro-depositívoro pasivo, Dt - Sp - Dpa: detritívoro-suspensívoro-depositívoro activo, Sp - Dpa - Dt: suspensívoro-depositívoro activo-detritívoro, Omn: omnívoro, Omn - H: omnívoro-herbívoro, H - Carn: herbívoro-carnívoro, NC: no clasificado. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) en orden creciente de profundidad.

Estaciones	Dt	H	Sp	Dpa	Dpp	Dpa - Dpp	Sp - Dpp	Dt - H	Dt - Dpa	H - Dt - Dpa	H - Sp	Dt - Sp	Dt - Sp - Dpp	Dt - Sp - Dpa	Sp - Dpa - Dt	Omn	Omn - H	H - Carn	NC
E22	49,68	33,26	3,84	0	0	0	0	6,5	0,32	3,52	0	0	0,11	0	0	0	0	0	2,77
E20	33,95	38,07	3,7	0,1	0	0	0	16,77	0,51	4,63	0	0	0	0	0	0	0	0,31	1,95
E17	67,61	0,43	20,65	1,16	0,1	0	0	0,73	4,8	2,59	0	0	0,24	0	0	0	0	0	1,71
E15	84,6	2,25	1,24	0,31	0	0	0,02	7,85	0,3	0,41	0,07	0	0,07	0	0	0	0,07	0	2,81
E13	82	6,7	2,27	0	0	0	0,024	3,97	0	1,35	0	0	0,46	0	0	0	0	0	3,22
E11	83,63	1,64	1,15	0,49	0	0	0,65	1,15	2,29	1,64	0	0,16	0	3,27	0	0,98	0	0	2,95
E70	82,46	3,71	0,52	2,4	0	0	2,09	3,81	0,21	0,67	0	0	0,05	0	0	0	0	0	4,07
E68	78,66	1,85	2,14	1,25	0,16	0	0	7,58	3,81	1,41	0	0	0	0,16	0	0	0	0	2,98
E67	90,81	0,32	1,52	0,48	0	0	0	2,56	0,55	1,54	0	0	0,017	0	0,27	0,15	0	0	1,79
E66	90,81	0,04	0,52	0,41	0	0	0,15	0,74	2,33	3,15	0	0	0	0	0	0	0	0	1,85
E65	86,48	1,5	2,17	0	0	0	0	8,01	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,17
E61	11,2	0,57	1,71	3,04	0,19	0,38	5,88	3,23	25,05	30,36	0	0,38	6,64	0	0	0	0	0	11,39

### **Indicadores de productividad marina**

Al Sur, se observa un claro dominio de géneros indicadores de productividad en la estación E15, encontrándose presentes en dicha estación de mayor a menor abundancia relativa: *Epistominella* (28%), *Cassidulina/Globocassidulina* (19,7%), *Nonionella* (7,84%), *Trifarina* (6,9%), *Bolivina* (5,3%), *Fursenkoina* (5,1%), *Bulimina* (5%) y *Uvigerina* (5%). Las estaciones E17, E13 y E11 también presentan algunos de estos géneros dentro de aquellos con mayor abundancia relativa: *Epistominella* (55,7%), *Bulimina* (3,77%) y *Uvigerina* (2,54%); *Uvigerina* (17,44%) y *Cassidulina/Globocassidulina* (10%); *Epistominella* (28,64%), *Nonionella* (19,15%) y *Globobulimina* (10,8%), respectivamente. Asimismo, las estaciones someras de plataforma E22 y E20, contienen géneros como *Epistominella* y *Bulimina* pero en menor proporción (6-9%).

Por otra parte, en el Norte se observa un mayor dominio de géneros indicadores de productividad a lo largo de toda la transecta con abundancias relativas altas, excepto en E61. No obstante, la estación de quiebre de plataforma, E67, es la que contiene el mayor número de estos géneros indicadores, estando presentes *Epistominella* (39,18%), *Bulimina* (28,57%), *Bolivina* (6,24%) y *Uvigerina* (5%), seguido de los géneros *Trifarina* (3,34%), *Nonionella* (2,54%) y *Cassidulina/Globocassidulina* (2,5%). En el talud, la E66 presenta dominio de los géneros *Epistominella* (44,6%), *Bulimina* (25,2%), *Fursenkoina* (6,7%) y *Uvigerina* (5,5%), mientras que en E65 lo hacen *Epistominella* (56,4%), *Cassidulina/Globocassidulina* (10%) y *Nonionella* (8%). A diferencia de la transecta Sur, ambas estaciones de plataforma interna somera, E70 y E68, presentan géneros indicadores en proporciones elevadas: *Bulimina* (32%), *Cassidulina/Globocassidulina* (16,5%), *Epistominella* (9,86%) y *Bolivina* (8,4%); *Bulimina* (54,76%), *Epistominella* (11,5%), *Nonionella* (7,2%), *Cassidulina/Globocassidulina* (3,81%) y *Bolivina* (3,45%), respectivamente.

### **4.2.3. Foraminíferos planctónicos**

#### **Indicadores de condiciones ambientales superficiales. Relación con provincias latitudinales.**

En la Tabla 8 y Figura 12B se presentan las abundancias relativas de foraminíferos planctónicos por estación según la provincia latitudinal. Las especies dominantes por provincia latitudinal se muestran en la Figura 12A de acuerdo a la clasificación presente en el Anexo E.

A modo general, existe un dominio de las especies de transición (52,1%), seguido de las especies subpolares (16,85%), polares (15,54%) y subtropicales (10,55%). Tanto especies tropicales como tropicales/subtropicales están presentes en baja proporción, con 3,2 y 0,16%, respectivamente.

Tabla 8. Porcentaje de foraminíferos planctónicos por estación clasificados según la provincia latitudinal. P: polar, Sp: subpolar, Trans: transicional, St: subtropical, T-St: Tropical a subtropical, T: tropical, NC: no clasificado. Estaciones Sur (Azul) y Norte (Rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación	Profundidad (m)	P	Sp	Trans	St	T - St	T	NC
E22	29	100	0	0	0	0	0	0
E20	44	100	0	0	0	0	0	0
E17	138	53,33	26,67	13,33	6,67	0	0	0
E15	1646	43,73	16,76	33,92	2,84	0	1,66	1,08
E13	3268	22	25,6	44,82	3,26	1,28	0,5	2,55
E11	3795	0	26,74	62,79	6,97	0	3,49	0
E70	65	3,85	0	92,31	0	0	3,85	0
E68	72	5,56	0	66,67	12,96	0	14,81	0
E67	138	0	3,63	85,9	3,85	0	4,91	1,71
E66	978	33,33	0	53,33	13,33	0	0	0
E65	2079	3,67	18,53	54,28	17,82	0	3,87	1,82
E61	3545	0	0	100	0	0	0	0

En la transecta Sur, la proporción de especies de tipo polar decrece con la profundidad desde E22 a E13 y están ausentes en E11. E20 y E22 presentan la más baja abundancia de foraminíferos planctónicos, siendo el 100% especies polares, representados por *Neogloboquadrina pachyderma*. Las especies subpolares (e.g. *Turborotalita quinqueloba*) están presentes desde E17 a E11 con abundancias relativas entre 16 y 25%. Paralelamente, especies de transición (e.g. *Globigerinita glutinata*) aumentan su representación progresivamente desde plataforma externa (E17) hacia mar profundo (E11) donde alcanzan el 62,79%. Especies subtropicales aparecen en proporciones menores al 7%, siendo las estaciones E17 y E11 las más cercanas a dicho valor. Por último, especies de provincia tropical se observan en porcentajes bajos (menores al 4%) en las estaciones más profundas (E15, E13 y E11, de modo creciente).

Al Norte existe un dominio de especies de transición en todas las estaciones (superior al 50%). Se observan especies de tipo polar y/o subpolar con representación muy residual en estaciones de plataforma (E70 - E67), mientras que existe un aumento importante en la representación de éstas en la E66 (*N. pachyderma*) y la E65 (*T. quinqueloba*), respectivamente.

Tanto las especies subtropicales como las tropicales son más abundantes que en la transecta Sur. Las primeras (e.g. *Globigerinoides ruber (w)*) se observan únicamente en las estaciones centrales (E68 a E65) con porcentajes menores al 18%, siendo el máximo en la E65 y el mínimo en la E67. Por su parte, las especies tropicales (e.g., *Globorotalia crassaformis*) representan menos del 5%, excepto en la E68 donde llegan casi al 15%. Las estaciones E66 y E61 no presentan especies de tipo tropical ni tropical/subtropical.

En la estación más profunda (E61) se encuentran exclusivamente especies de transición (*G. glutinata*) en muy bajo número.

La estación con mayor diversidad en cuanto a las preferencias de temperatura de foraminíferos planctónicos es la E65 (5 provincias latitudinales), siendo además la estación de mayor índice P/B y densidad de foraminíferos planctónicos. Las estaciones menos diversas - 1 provincia latitudinal - se sitúan en los extremos al Sur (estaciones de plataforma interna E22 y E20) y al Norte (estación de talud inferior E61).

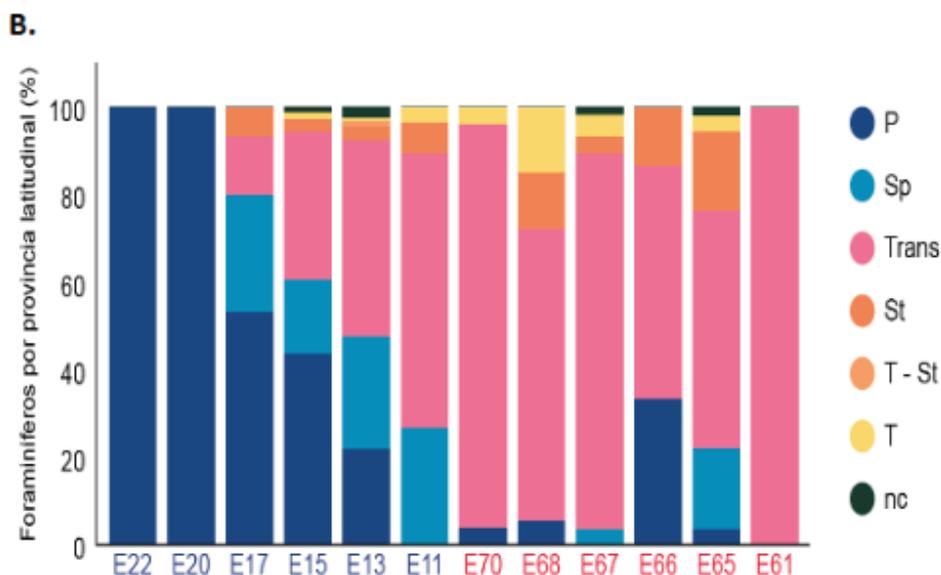
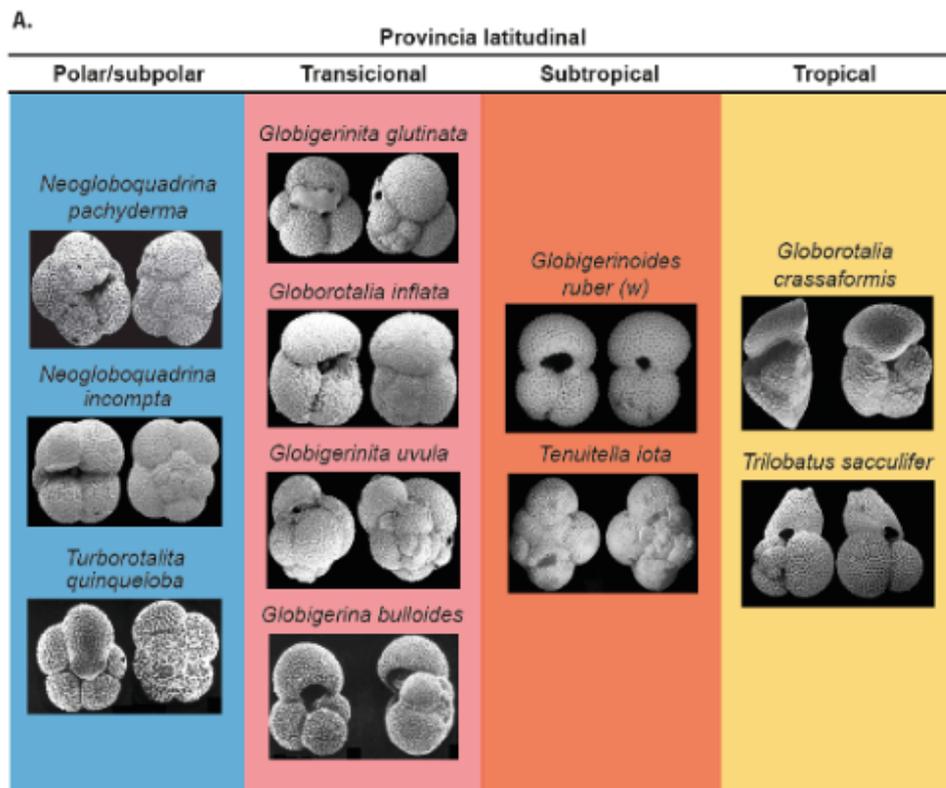


Figura 12. A. Especies dominantes de foraminíferos planctónicos clasificados de acuerdo a la provincia latitudinal. B. Abundancia relativa (porcentaje) de foraminíferos planctónicos por estación según la provincia latitudinal. Se muestran estaciones Sur (azul) y Norte (rojo). P: polar, Sp: subpolar, Trans: transicional, St: subtropical, T-St: tropical-subtropical, T: tropical, nc: no clasificado.

## Capítulo 5. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

### 5.1. Correlaciones entre parámetros bióticos y abióticos.

Los resultados del análisis de correlación entre variables bióticas y abióticas se presenta en los anexos F y G, transecta Sur y Norte, respectivamente. Todas las correlaciones constatadas son mayores a 0,8.

#### 5.1.1. Correlaciones de Pearson Transecta Sur.

Se observa una correlación positiva entre la razón P/B y la profundidad, el porcentaje de individuos planctónicos y el contenido de limo grueso (LG), arcilla gruesa, fina y total (ArcG, AF y Arc<sub>tot</sub>). Sustratos finos, limos (LG, LM y L<sub>tot</sub>) y arcillas finas (ArcF) presentan correlación positiva con la profundidad, mientras que AF y A<sub>tot</sub> lo hacen negativamente. El porcentaje de foraminíferos planctónicos se correlaciona positivamente con el contenido de limos gruesos (LG), muy finos (LMF) y con todos los tamaños de arcillas. Es decir, presentan correlación positiva con los sustratos de menor tamaño de grano. Lo opuesto sucede con las arenas totales (A<sub>tot</sub>), donde se observa correlación negativa. Los foraminíferos bentónicos de pared de tipo hialina se correlacionan negativamente con el contenido de arenas medias (AM), mientras que los porcelanáceos lo hacen positivamente. Foraminíferos aglutinantes no muestran correlaciones significativas.

En cuanto al contenido de materia orgánica (MO), éste se correlaciona negativamente con el porcentaje de CaCO<sub>3</sub>, arena gruesa (AG) y arenas totales (A<sub>tot</sub>). Asimismo, presenta correlación positiva con todos los sedimentos finos, es decir, limos y arcillas.

Respecto a los isótopos estables, δ<sup>15</sup>N es el único que presenta correlaciones significativas. Lo hace negativamente con el contenido de CaCO<sub>3</sub> y de nitrógeno total (N<sub>tot</sub>). También muestra correlaciones significativas con fracciones granulométricas: correlación positiva con A<sub>tot</sub>, y negativa con fracciones limosas (LM, LF, LMF) y todos los tamaños de arcilla. Por otra parte, el contenido de carbono orgánico (C<sub>org</sub>) se correlaciona positivamente con el N<sub>tot</sub>. La razón C<sub>org</sub>/N<sub>tot</sub> presenta correlaciones positivas con AG, AM y AF.

#### 5.1.2. Correlaciones de Pearson Transecta Norte.

La razón P/B presenta correlaciones positivas con C<sub>org</sub> y N<sub>tot</sub>. El porcentaje de individuos bentónicos presenta correlación negativa con el contenido de C<sub>org</sub> y N<sub>tot</sub>, mientras que los organismos planctónicos se correlacionan positivamente. Respecto a los tipos de pared de los foraminíferos bentónicos, se observa una única correlación significativa negativa entre el porcentaje de foraminíferos de pared hialina y pared aglutinante.

En cuanto al contenido de  $C_{org}$ , éste se correlaciona positivamente con  $N_{tot}$  y la razón  $C_{org}/N_{tot}$ , y de forma negativa con el contenido isotópico  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$ . Asimismo,  $N_{tot}$  presenta correlación positiva con  $C_{org}/N_{tot}$  y negativa con el contenido isotópico  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{15}N$ .

### 5.1.3. Correlaciones de Pearson: *microhábitats* y hábitos alimenticios vs. parámetros abióticos

Valores de correlación de Pearson para *microhábitats* y hábitos alimenticios se presentan en Anexos H e I, respectivamente. Las correlaciones significativas constatadas se encuentran por encima de 0,6.

#### **Microhábitat**

El porcentaje de organismos epifaunales presenta correlación positiva con el contenido de  $CaCO_3$ , arena gruesa (AG; 0,64) y media (AM; 0,858), y correlación negativa con el contenido de MO (-0,61). Por su parte, la abundancia relativa de individuos Epi/Inf muestra correlación positiva con el contenido de MO (0,61) y negativa con AG (-0,65) y AM (-0,62). Organismos infaunales no mostraron correlaciones significativas con las variables abióticas consideradas.

#### **Hábito alimenticio**

Aquellos Individuos de hábito detritívoro (Dtr) muestran correlación positiva con el contenido de MO (0,65), mientras que los Individuos herbívoros (H) presentan correlaciones positivas con el contenido de  $CaCO_3$  (0,979), Grava (0,608), AMG (0,677), AG (0,88) y AM (0,91), y correlación negativa con el contenido de MO (0,618). Para los organismos Dtr - H (detritívoro - herbívoro) se observan correlaciones positivas con el contenido de AG (0,63), AM (0,829),  $CaCO_3$  (0,637),  $C_{org}$  (0,77) y  $N_{tot}$  (0,77). Organismos suspensívoros (Sp) tienen correlación positiva con AF (0,649). En cuanto a aquellos Sp - Dpa - Dtr (suspensívoros - depositívoros activos - detritívoros) ocurren correlaciones positivas con el contenido de MO (no superando 0,6 - 0,59995) y AMF (0,817). Por último, los individuos H - Carn (herbívoro - carnívoro) presentan correlaciones positivas con los contenidos de  $CaCO_3$  (0,62) y AM (0,89).

## 5.2. Análisis de Componentes Principales (ACP).

El ACP realizado a partir de las variables abióticas seleccionadas permitió identificar dos ejes principales que contribuyen a explicar aproximadamente el 76,5% de la varianza total de los datos. El primer eje explica un 57,29%, mientras que el segundo eje contribuye en un 19,23%. El eje 1 se correlacionó positivamente (superior a 0,7) con los porcentajes de  $CaCO_3$ , de grava y de todas las fracciones de arenas excepto las muy finas; y negativamente con el contenido de MO, de arena muy fina y de limos y arcillas totales (superior a 0,7 excepto para AMF menor a 0,1). Por su parte, el eje 2 se correlacionó positivamente con las concentraciones de limos y arcillas totales (~ 0.6) así como de  $CaCO_3$ , de grava y de arena muy gruesa (~0,3), gruesa y media (~0,1); y negativamente con los porcentajes de MO, arena fina y muy fina (superior a 0,8 para AMF y próximo a 0,3 para MO y AF) (Fig. 13).

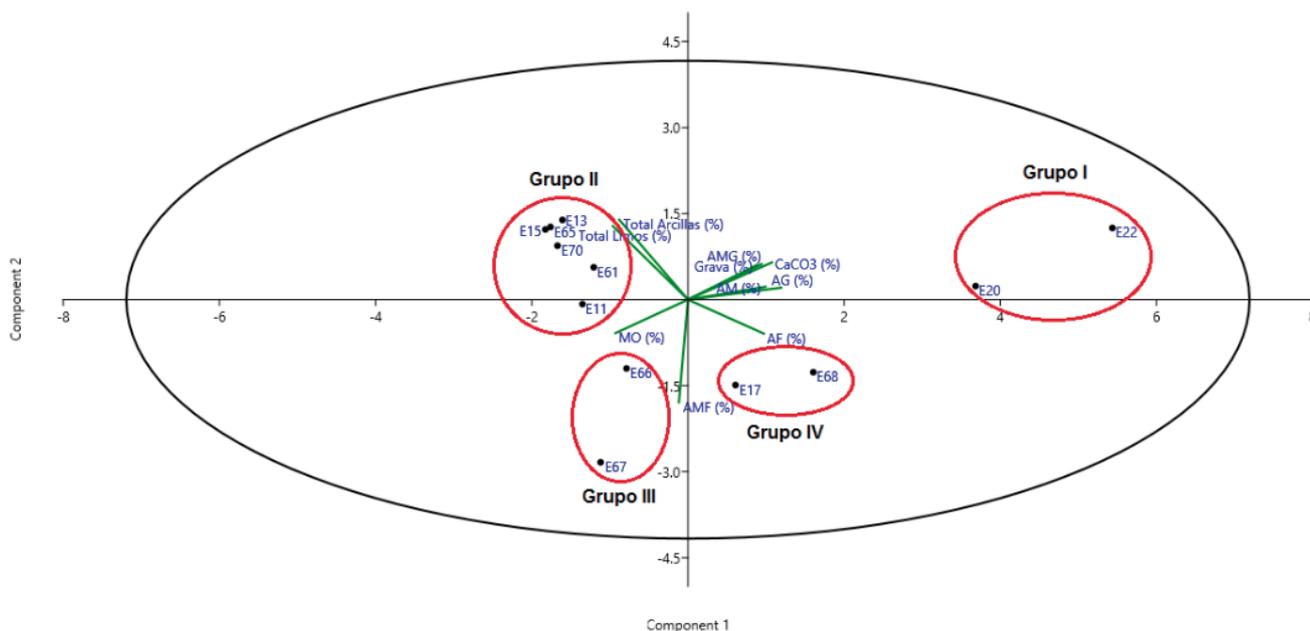


Figura 13. Análisis de componentes principales. Se muestra la importancia relativa de cada variable abiótica explicada por los 2 primeros componentes (ejes) junto con el diagrama de ordenamiento de las estaciones.  $\text{CaCO}_3$ : carbonato de calcio, AG: arena gruesa, AMG: arena muy gruesa, AM: arena media, AF: arena fina, AMF: arena muy fina.

Mediante el ACP pudieron ser diferenciados visualmente cuatro grupos. El Grupo I se compone de las estaciones E20 y E22 ubicadas en la plataforma continental interna al Sur, presentando una fuerte correlación positiva con  $\text{CaCO}_3$ , grava y arena muy gruesa, gruesa y media, mientras se correlaciona negativamente con MO, limos y arcillas totales. Este grupo queda definido como aquel que presenta los mayores porcentajes de  $\text{CaCO}_3$  y sedimentos gruesos, así como los menores valores de contenido de MO. El Grupo II está conformado por las estaciones E15, E13 y E11 (Sur) y E70, E65 y E61 (Norte). En este grupo se distinguen estaciones correspondientes a las zonas de talud medio (E15 y E65) y talud inferior (E13, E11 y E61), con la excepción de la E70 (plataforma interna) agrupada aquí debido a su porcentaje de sedimentos finos. Se observan correlaciones positivas con el contenido de MO, de limos y arcillas totales, y correlación negativa con arenas gruesas, finas y contenido de  $\text{CaCO}_3$ . Así, el Grupo II se define por presentar valores medios a elevados de MO y alto contenido de sedimentos finos (limos y arcillas). Las estaciones E66 y E67 al Norte (talud superior y plataforma externa, respectivamente) componen el Grupo III, que muestra una correlación positiva con MO y AMF, y correlación negativa con  $\text{CaCO}_3$  y sedimentos gruesos (grava, AMG, AG y AM). Dicho grupo se caracteriza por presentar altos valores de MO y de sedimentos finos. Por último, el Grupo IV está compuesto por las estaciones E17 y E68 (plataforma externa y media, respectivamente). Este grupo muestra una fuerte correlación positiva con AF y en menor medida con AMF, pudiendo describirse como dominadas por sedimento compuesto de arenas finas y bajo contenido de  $\text{CaCO}_3$  y MO. Debe marcarse que E17 presenta valores intermedios de contenido de MO.

Los grupos pueden ser ordenados de menor a mayor profundidad: Grupo I, Grupo IV, Grupo III y Grupo II (con excepción de la E70).

## Capítulo 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados abióticos aquí obtenidos es posible reconocer al menos 3 sub ambientes que responden al tipo de sedimento y su geoquímica, a la geomorfología de fondo, así como al control hidrodinámico. A su vez, estas características ambientales se reflejan en la composición de la microfauna.

Para la discusión utilizaremos los grupos generados en el ACP a los cuales asociaremos los resultados bióticos de los foraminíferos bentónicos y planctónicos identificados. En el caso de los foraminíferos planctónicos, la discusión se realizará en base a su relación con las características hidrodinámicas de la región.

### **Sub ambiente Plataforma continental interna**

La plataforma interna uruguaya (al Sur del paleovalle del RdIP) presenta remanentes de islas barreras (paleocostas) y bancos de arena que constituyen las principales características morfosedimentarias desarrolladas durante la última transgresión Holocénica (postglacial), compuesta por lo tanto de sedimentos reliquia (Urien y Ewing, 1974; Urien *et al.*, 1980a, b; Martins *et al.*, 2003, 2005; Parker *et al.*, 2008; Violante *et al.*, 2010; Lantzsch *et al.*, 2014; Burone *et al.*, 2019). Estos ambientes se comportan como una facies diferente y conservan la impronta de un ambiente pretérito de estabilización de la línea de mar y alta energía ambiental (presencia de grava biogénica con muchos fragmentos de conchillas de moluscos; Martins *et al.*, 2003, 2005; Lantzsch *et al.*, 2014; Burone *et al.*, 2019). En este sentido, las características biosedimentológicas encontradas en las estaciones E22 y E20 (Grupo I del ACP) representadas por un alto porcentaje de arenas (superior al 92%; principalmente AM y AF), presencia de grava y altas concentraciones de  $\text{CaCO}_3$  (influenciado por la presencia de bioclastos, principalmente de moluscos rotos o conservados; Anexo A), permiten su asociación con la presencia de antiguas costas (paleocostas; Corrêa, 1996; Martins *et al.*, 2003, 2005; Violante *et al.*, 2010; Lantzsch *et al.*, 2014; Burone *et al.*, 2019).

De acuerdo a las profundidades de las estaciones E22 (29 m) y E20 (44 m), probablemente se encuentren relacionadas con la Fase III ocurrida entre 11.000 y 6500 años AP (Corrêa, 1990, 1996; Corrêa *et al.*, 1992). Durante esta fase se observan dos estabilizaciones del nivel del mar, a -32/-45 m y -20/-25 m, caracterizadas por arenas medias a gruesas asociadas con gravas bioclásticas (Corrêa, 1996). Aquí, el nivel del mar aumentó a una velocidad de 16,2m/1000 años y continuó moviendo la línea de la costa hacia el oeste, sumergiendo el canal principal de drenaje del RdIP (Urien *et al.*, 1980a; Corrêa, 1996).

Por otra parte, este grupo se caracteriza por presentar valores indetectables de  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$  (e isótopos estables asociados,  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ), coincidiendo con la menor concentración de materia orgánica (MO). Asimismo, el porcentaje de MO se correlaciona negativamente con el contenido de  $\text{CaCO}_3$ , arena gruesa (AG) y arenas totales ( $A_{\text{tot}}$ ). La composición granulométrica así como el bajo contenido de MO y valores indetectables de  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$ , refleja la alta energía de las corrientes que caracterizan la plataforma e impiden la deposición de sedimentos finos y MO (Urien *et al.*, 1980a, b; Ortega y Martínez, 2007).

La baja densidad y riqueza de los foraminíferos bentónicos presentes en este ambiente responde a la reducida concentración de MO que caracteriza los ambientes de elevada energía y con predominio de

fracciones gruesas de tamaño de grano (Debenay *et al.*, 2001).

La heterogeneidad del sedimento y la alta energía hidrodinámica también se reflejan en los géneros de foraminíferos bentónicos aquí registrados. Estas estaciones presentan los tres tipos de paredes (hialinas, porcelanáceas y aglutinantes), organismos epifaunales e infaunales, así como hábitos alimenticios herbívoros y detritívoros. Los géneros aquí encontrados (i.e. *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Discorbis*, *Bucella*, *Elphidium*, *Bulimina*, *Textularia*) son típicos de ambientes costeros y/o de plataforma interna y han sido descritos para el margen continental uruguayo o regiones equivalentes adyacentes (Boltovskoy, 1959, 1970; Boltovskoy *et al.*, 1980; Burone y Pires-Vanin, 2006; Burone *et al.*, 2007, Centurión, 2011; Eichler *et al.*, 2008, 2012; Burone *et al.*, 2013).

En este sentido, los foraminíferos porcelanáceos presentan aquí sus mayores porcentajes (8,85% y 29,76%, en estaciones E22 y E20, respectivamente) y muestran una correlación positiva con el contenido de arenas medias (0,98). Los géneros dominantes observados (*Quinqueloculina* y *Pyrgo*) se caracterizan por poseer paredes extremadamente robustas, resistentes a ambientes de elevada energía y corrientes de alta velocidad (Boltovskoy, 1964; Murray, 1991; Altenbach *et al.*, 2003; Armstrong y Brasier, 2005; Burone y Pires-Vanin, 2006; Martins *et al.*, 2006; Burone *et al.*, 2007). Son típicos de *hábitat* epifaunal y presentan preferencia por sustratos vegetales y sedimentos arenosos (Corliss y Chen, 1988; Murray, 1991, 2006; Gooday, 1994; Altenbach *et al.*, 2003). Cabe destacar que estos géneros porcelanáceos dominan principalmente en la estación E20, permitiendo inferir una mayor energía del ambiente en esa zona (z=44 m).

Por su parte, aquellos con pared hialina presentan también porcentajes elevados en estas estaciones (86,46 y 57,47%, en E22 y E20, respectivamente). Se destaca el género *Discorbis* (i.e. *Discorbis williansoni*, dominante en ambas estaciones) y secundariamente *Bucella* (i.e. *B. peruviana*), *Bulimina*, *Epistominella* (i.e. *E. exigua*) y *Elphidium* (dominante en E22). De acuerdo a Murray (2006), *Discorbis* y *Elphidium* son característicos de ambientes de plataforma interna (entre 0 y 50 m de profundidad) asociados a sustratos duros/arena gruesa y arena/vegetación/fango, respectivamente. Martins *et al.* (2006) caracteriza asimismo a *Elphidium* (con quilla) de preferencia por sedimentos gruesos y vinculada a altas velocidades de corrientes de fondo. *Bulimina*, *Epistominella* y *Bucella* son características de fracciones más finas de arena y limos (Gooday, 1994; Altenbach *et al.*, 1999; Fontanier *et al.*, 2003; Murray, 2006). *Bucella* es además caracterizada como típica de ambientes fríos a templados de plataforma (de 0 a 100 m de profundidad), mientras que *Bulimina* y *Epistominella* pueden encontrarse desde plataforma interna hasta la zona batial (Murray, 2006).

En cuanto a los foraminíferos aglutinantes de plataforma, la estación E20 presenta un elevado porcentaje (~13%, similar a estaciones profundas), compuesto por géneros típicamente costeros como *Textularia* y *Trochammina*. Ambos géneros se asocian a sustratos gruesos (duros o sedimento), típicas de *hábitat* epifaunal y epifaunal/infaunal, respectivamente (Corliss, 1985; Corliss y Chen, 1988; Altenbach *et al.*, 2003; Murray, 1991, 2006; Kaminski y Gradstein, 2005). Además, *Textularia* es asociada a corrientes de fondo de elevada velocidad (Altenbach *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2006).

Respecto al hábito alimenticio y *microhábitat*, los organismos herbívoros y epifaunales presentan en la plataforma continental interna Sur los mayores porcentajes respecto al total de las estaciones, siendo

dominantes en la E20 y co-dominantes junto a aquellos de hábito detritívoro y *microhábitat* infaunal en la E22. La mayor abundancia relativa de géneros epifaunales herbívoros en E20 también es reflejo de la influencia de una mayor energía ambiental y altas velocidades de corrientes de fondo respecto a la estación más somera E22. Los géneros más representativos son *Discorbis*, *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Triloculina* y *Elphidium*. Tanto *Pyrgo* como *Triloculina* pueden también alimentarse de forma detritívora (Murray, 2006; Gooday, 1994; Corliss y Chen, 1988). Estas abundancias relativas son reafirmadas por las correlaciones lineales de Pearson obtenidas en relación a las variables abióticas, que muestran que los Individuos de hábito herbívoro y detritívoro/herbívoro presentan correlaciones positivas con el porcentaje de sedimentos gruesos. De acuerdo con estas observaciones, la herbivoría se correlacionó negativamente con el contenido de MO. Del mismo modo, el porcentaje de organismos epifaunales se correlaciona positivamente con el contenido de sedimentos gruesos, y negativamente con el contenido de MO.

Por otra parte, en concordancia con la alta hidrodinámica y la geoquímica del sedimento, es posible distinguir géneros dominantes indicadores de aguas de fondo bien oxigenadas y baja concentración de  $C_{org}$ : *Discorbis* (i.e. *D. williamsoni*), *Elphidium*, *Quinqueloculina*, *Textularia* y *Trochammina* (Kaiho, 1994; Schönfeld, 2002a,b; Altenbach *et al.*, 2003; Martins *et al.*, 2007; Teodoro *et al.*, 2010).

Con respecto a la variabilidad de la salinidad que caracteriza esta región (elevada influencia del RdIP cuya descarga media anual es de  $25.000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ; Nagy *et al.*, 1987), la presencia de *Elphidium*, género marino eurihalino - tolerante (Boltovskoy *et al.*, 1980), resulta un buen indicador. Por su parte, Eichler *et al.* (2012) lo define como un género polyhalino, propio de sedimentos arenosos/limosos, situados en áreas de agua oceánica diluida, siendo indicador de Aguas Costeras (AC). Del mismo modo, *Textularia* es llevado por corrientes de plataforma y se caracteriza por encontrarse en ambientes mixohalinos, indicando también la influencia de agua continental del RdIP (pluma del RdIP) (Eichler *et al.*, *op cit.*).

A pesar de no encontrarse dentro de las especies arriba mencionadas, *Bucella* (i.e. *B. peruviana*), presente en ambas estaciones, es caracterizada como una especie indicadora de aguas subantárticas frías, siendo transportada por éstas a lo largo de la plataforma continental argentina (Boltovskoy 1959, 1970; Boltovskoy *et al.*, 1980). En consonancia, Eichler *et al.* (2012) han encontrado esta especie en grandes abundancias principalmente en 33,5 a 38,3°S, indicando la presencia del Agua Subantártica de Plataforma (ASP).

En cuanto a los foraminíferos planctónicos, el número de individuos encontrados es residual, pudiendo ser explicado por la baja profundidad de las estaciones de plataforma que impiden su migración vertical y reproducción en esa área (Hemleben *et al.*, 1989; Bijma *et al.* 1990b; Schiebel *et al.*, 1997; Schiebel y Hemleben, 2017), por la intensidad de vientos que mezclan las aguas superficiales (e.g. Schiebel *et al.*, 1995) y por las intensas corrientes que impedirían la sedimentación. Además, la descarga fluvial del RdIP afecta la salinidad de la superficie y las condiciones tróficas en aguas neríticas y hemipelágicas, pudiendo no satisfacer las necesidades ecológicas de los foraminíferos planctónicos (Retailleau *et al.*, 2009). En general las aguas de la plataforma carecen de foraminíferos planctónicos vivos (e.g. de Mello e Sousa *et al.*, 2014), excepto donde han sido transportados a la plataforma por las corrientes (Berger, 1970; Centurión, 2011).

Por tanto, podemos decir que los foraminíferos planctónicos encontrados (individuos pequeños en fracción de 62  $\mu\text{m}$ ), representados por la especie *Neogloboquadrina pachyderma*, típica de aguas polares (Bé, 1977; Boltovskoy et al., 1996; Kucera, 2007; Schiebel y Hemleben, 2017), habrían sido transportados en suspensión por la CM a través de la plataforma desde el Sur.

Estos resultados coinciden con las masas de agua que prevalecen en la plataforma continental interna Sur, donde la CM transporta hacia el norte a altas velocidades agua fría, de baja salinidad y rica en nutrientes (ASA; Piola y Gordon, 1989; Gordon 1989; Peterson y Stramma, 1991; Peterson, 1992) a lo que se suma la presencia en superficie de aguas costeras menos salinas (AC; descarga del RdIP) (Guerrero y Piola, 1997; Piola et al., 2000; Ortega y Martínez, 2007).

### ***Sub ambiente Plataforma continental media - externa y Talud superior***

Este sub ambiente está representado por los grupos III y IV definidos en el ACP, conformados por las estaciones E66-E67 y E17-E68, respectivamente. A los efectos de ordenar la discusión, se analizarán por separado las estaciones situadas al Norte presentando el análisis desde plataforma media hasta talud superior (E68, E67 y E66) y plataforma externa al Sur (E17).

#### Sector Norte

En la plataforma media Norte, la E68 (Grupo IV) presenta dominio de sedimentos arenosos (con altos porcentajes de arenas finas y muy finas) y bajo contenido de  $\text{CaCO}_3$  y MO, así como valores indetectables de  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$ . La cobertura sedimentaria caracterizada por arenas (relictas) está de acuerdo a lo descrito por Urien et al. (1980a, b) y Martins et al. (2003, 2005). La baja concentración de materia orgánica,  $C_{\text{org}}$  y  $N_{\text{tot}}$ , como se mencionó anteriormente, se relaciona con el tamaño de grano y la alta energía del local. En contraposición con las estaciones del Sur, las de la región Norte no parecen estar asociadas a líneas de costa antiguas, lo que se traduce en menores concentraciones de  $\text{CaCO}_3$ .

En orden de mayor a menor abundancia relativa, los foraminíferos hialinos dominantes son: *Bulimina* (54,76%), *Epistominella* (11,5%), *Nonionella* (7,2%), *Cassidulina/Globocassidulina* (3,81%) y *Bolivina* (3,45%), todos ellos de hábito detritívoro y principalmente infaunales. De hecho, en esta estación prevalecen organismos detritívoros con un porcentaje superior al 78% y ocurre el máximo valor de individuos infaunales respecto al total de estaciones (70,2%), siendo *Bulimina* y *Nonionella* los más abundantes. Organismos de *hábitat* Epi/Inf (21.52 %) están mayormente representados por *Epistominella* (i.e. *E. exigua*). Estos géneros hialinos dominantes son característicos de sedimentos finos, arenas finas y fango (Gooday, 1994; Altenbach et al., 1999; Fontanier et al., 2003; Murray, 1991, 2006).

Mientras que *Epistominella* (i.e. *E. exigua*) y *Globocassidulina* (i.e. *G. subglobosa*) son asociadas con flujos estacionales de fitodetritos hacia el fondo marino, las especies de los géneros *Bulimina*, *Nonionella*, *Bolivina* y *Cassidulina* han sido generalmente relacionadas con flujos altos y continuos de materia orgánica (e.g. Mackensen et al., 1993, 1995; Schmiedl y Mackensen, 1997; Schmiedl et al., 2000; Murray, 2006; Martins et al., 2007; Teodoro et al., 2010; de Mello e Sousa et al., 2017; Yamashita et al., 2018). Por su parte, *E. exigua*, *G. subglobosa* y *Bulimina* son definidas como oportunistas (estrategas r; Altenbach, 1992; Linke y Lutze, 1993; Murray, 2006) reaccionando con elevadas abundancias ante la entrada de alimentos, lo que concuerda con su dominio respecto a los demás *taxa* registrados. La aparición de

episodios de mayores entradas de fitodetritos desde la zona eufótica apoyan la aparición de especies epifaunales oportunistas (Schmiedl *et al.*, 2003). Asimismo, en ambientes mesotróficos a eutróficos los géneros comúnmente encontrados son *taxa* calcáreos de *microhábitat* infaunal que se alimentan de MO degradada, y en muchos casos, son capaces de tolerar el agotamiento del oxígeno en sedimento resultado de la oxigenación del  $C_{org}$  (e.g. *Bulimina*, *Nonionella*, *Bolivina*, *Epistominella*, *Cassidulina*; Kaiho, 1994; Gooday y Rathburn, 1999; Fontanier *et al.*, 2002; Murray, 1991, 2006; Martins *et al.*, 2007, 2006). En el mismo sentido, el dominio de especies detritívoras (e.g. *Bulimina* y *Nonionella*; Martins *et al.*, 2007) es vinculado a un elevado flujo de MO y bajo contenido de oxígeno en aguas intersticiales (Teodoro *et al.*, 2010). De acuerdo a los autores anteriormente citados, los géneros *Bulimina*, *Bolivina*, *Cassidulina*, *Nonionella* y *Epistominella*, son indicadores de productividad marina (PP), lo que conduce a inferir una alta producción en el área.

Según de Mello *et al.* (2014), esta región del MCU es menos productiva que la región Sur, aunque igualmente los valores de PP (producción primaria) y Jz (flujo de  $C_{org}$ ) encontrados son indicadores de ambientes mesotróficos (PP = 447- 431  $gCm^{-2} año^{-1}$  y Jz = 65 - 51  $gCm^{-2} año^{-1}$ ). En este sentido, los bajos valores de MO e indetectables de  $C_{org}$  y  $N_{tot}$  hallados podrían explicarse por el dominio de especies oportunistas, cuya densidad y reproducción es controlada principalmente por los aumentos episódicos de flujo MO, lo que indicaría que la materia orgánica lábil ha sido rápidamente consumida por la fauna (Burone *et al.*, 2011).

En cuanto a las masas de agua, se ha observado que *Bulimina marginata* ocurre principalmente en el rango de salinidad de 29-36 y un rango de temperatura de 7-20°C (Eichler *et al.*, 2014). Estos rangos son característicos del Agua Central del Atlántico Sur (ACAS) y de la mezcla del Agua Subtropical de Plataforma (ASTP; aguas tropicales AT y ACAS modificadas, diluidas por descargas del RdIP y Laguna de los Patos) con el Agua Subantártica de Plataforma (ASP) dando origen al Frente Subtropical de Plataforma (FSTP; Piola *et al.*, 2000, 2008a; Möller *et al.*, 2008). En concordancia, Eichler *et al.* (2012) caracterizan a *B. marginata* como una especie capaz de adaptarse a la dinámica de alta variabilidad en el área de transición donde se encuentran dos masas de agua costeras, recibiendo también una gran influencia estacional de la Laguna de Patos y el RdIP. Su ocurrencia se da entre Punta del Este (34.8°S) y Río Grande (31.5°S), con un máximo en Punta del Diablo (33°S) (Eichler *et al.*, *op cit.*). *Bulimina marginata*, es entonces una especie característica del FSTP, el que se extiende entre 32°S a una profundidad de 50 metros y 36°S sobre el quiebre de plataforma (Piola *et al.*, 2000).

Por su parte, la abundancia relativa de foraminíferos planctónicos es muy baja (~1%) reflejando el ambiente de plataforma continental somera. Sin embargo, se distinguen como dominantes aquellos asociados a aguas de transición (i.e. *Globigerinita glutinata*, *Globigerinita uvula* y *Globigerina bulloides*), seguidos por especies tropicales (i.e. *Globorotalia crassaformis*) y subtropicales (i.e. *Globigerinoides ruber* y *Dentigloborotalia anfracta*). Dicha distribución coincide con las masas de agua presentes en el área (i.e. FSTP, AT y ACAS). De hecho, de acuerdo con Piola *et al.* (2000) y Matano *et al.* (2010) al norte del FSTP, dominan las ASTP sobre la plataforma interna, mientras que la plataforma media y externa está bajo la influencia de masas de agua subtropicales oceánicas.

En cuanto a las especies polares (i.e. *N. pachyderma*), se encuentran en menor abundancia, pero evidencian el transporte de aguas frías de plataforma (ASP) hasta esa latitud.

El Grupo III, cuyas estaciones se sitúan en plataforma externa y talud superior (E67 y E66, respectivamente), se caracteriza por presentar altos valores de MO y de porcentaje de sedimentos finos, principalmente arena muy fina y limos. En particular, E67 en el quiebre de plataforma tiene el mayor contenido de MO respecto del total de estaciones.

Siguiendo el mapa morfosedimentario realizado por Hernández-Molina *et al.* (2015) (Fig. 14), la estación E66 se encuentra ubicada a la altura de la cabecera del Mega Cañón de Cabo Polonio, mientras que E67 estaría próxima a la cabecera sobre el quiebre de plataforma.

Es interesante notar que desde plataforma media a externa y talud superior, los porcentajes de arenas varían de un 99% (AF, E68), pasando por un 76% (AMF, E67) hasta un 41% (AMF, E66). De acuerdo con Franco Fraguas *et al.* (2014 y 2016), la E66 estaría ubicada dentro de la facies “limo arenosa” (talud medio, entre 500 y 1000 m), dominadas por arcillas, lo que contrasta con el contenido elevado en E66 de arenas muy finas (40,1%). Por otra parte, la zona de talud superior (180 a 500 m) se caracteriza como facies conformada por “arenas limosas”, asociando dicha facies a la acción erosiva de la CB intensificada por la configuración empinada del talud y los incisos de cañones. De acuerdo a estos autores, la exportación y la erosión fuera de la plataforma en la zona Norte son más fuertes debido a la acción de la CB y la AAI recirculada, junto con la configuración del talud. Por tanto, podemos decir, que la configuración granulométrica de E66, estaría influenciada por los procesos oceanográficos de plataforma y talud superior dados por la acción de la CB y AAI, promoviendo la redistribución de sedimentos desde la plataforma y talud superior hasta el talud medio, así como por procesos transversales (principalmente turbidíticos) de arena hacia las profundidades del mar, lo que explicaría el contenido de arena muy fina (Franco-Fraguas *et al.*, 2014, 2016). Además este cañón es el límite entre los procesos contorníticos (al Sur) y transversales (al Norte) (Hernández-Molina *et al.*, 2015) y pueden asociarse a él una heterogeneidad de ambientes y procesos sedimentarios.

Por otro lado, respecto a la microfauna, dominan aquí también los foraminíferos bentónicos (superior al 92%) mayormente hialinos y detritívoros, observándose además una elevada densidad total (Dt; ~200 ind/cm<sup>3</sup> en E66 y 500 ind/cm<sup>3</sup> en E67) vinculada al alto contenido de MO y sedimentos finos. Organismos aglutinantes se encuentran en ambas estaciones con un porcentaje promedio de 6%, mientras que los porcelanáceos están prácticamente ausentes.

En cuanto a la composición de la microfauna, el Grupo III se asemeja en sus características a la estación E68 de plataforma media. Los géneros oportunistas *Epistominella* (i.e. *E. exigua*) y *Bulimina* (i.e. *B. marginata*) se destacan en ambas estaciones, seguidos por *Bolivina* (E67) y *Uvigerina* (en ambas). La E66 presenta además los géneros *Fursenkoina* y *Trochammina* como abundantes, mientras que en E67 lo hacen *Trifarina*, *Nonionella* y *Cassidulina/Globocassidulina*. Dichos géneros están asociados a sedimentos finos (arenas finas y fango), siendo mayormente de hábitat infaunal o epifaunal/infaunal (Gooday, 1994; Altenbach *et al.*, 1999; Fontanier *et al.*, 2003; Murray, 1991, 2006).

Todos estos géneros son indicadores de productividad marina vinculados a alto flujo de MO (PP; Kaiho, 1994; Gooday y Rathburn, 1999; Fontanier *et al.*, 2002; Murray, 2006; Martins *et al.*, 2007). Asimismo, de acuerdo a Martins *et al.* (2007), *Bolivina* spp., *Bulimina* spp., *Fursenkoina* spp. y *Nonionella* spp., indican ambientes disódicos (bajo contenido de oxígeno en el agua intersticial), coincidiendo con un porcentaje elevado de especies de hábitat infaunal en presencia de elevado contenido de MO.

Esta región se encuentra bajo la influencia del quiebre de la plataforma (entre AT y masas de agua

diluidas) que indica la fertilización de las aguas oceánicas a lo largo de toda el área de estudio (de Mello *et al.*, 2014). Sin embargo, los valores de PP y Jz muestran una disminución respecto a la región Sur (PP=447 gCm<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> y Jz=65 gCm<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>; de Mello *et al.*, *op cit*). En este sentido, Franco-Fraguas *et al.* (2014) propone que la acción erosiva de la CB podría permitir la sedimentación de MO explicando los valores relativamente bajos de los indicadores de productividad en superficie. Los altos valores de MO observados en nuestras estaciones en conjunto con los géneros indicadores de PP y de alto flujo de MO confirman dichas afirmaciones.

En relación a las masas de agua, al igual que en la estación de plataforma media (E68), la elevada abundancia de *Bulimina marginata* indica la presencia en esta zona del FSTP (Eichler *et al.*, 2012, 2016). Por otra parte, *Trifarina* (i.e. *T. angulosa*) presente en E67, se caracteriza por ser una especie dominante en la Corriente de Malvinas (Boltovskoy, 1959) típica de talud superior (Harloff y Mackensen, 1997) comúnmente encontrada en la zona Norte del margen continental Argentino (Boltovskoy, 1959; Boltovskoy *et al.*, 1980; Eichler *et al.*, 2012). Esto indicaría el alcance de una masa de agua subantártica (ASA) asociada a la CM sobre la plataforma externa al Norte del MCU.

Los foraminíferos planctónicos también reflejan dicha asociación, observándose en la plataforma externa un dominio de las especies de transición (~86%; i.e. *Globigerinita glutinata*, *Globigerinita uvula*, *Globigerina bulloides*), indicando la ubicación de FSTP (extensión de la CBM en plataforma y talud; Peterson y Stamma, 1991; Piola *et al.*, 2000; Matano *et al.*, 2010). Es posible observar también, en porcentajes bajos, especies de aguas tropicales (i.e. *Trilobatus sacculifer*, *Globorotalia menardii*, *Globorotalia crassaformis*), subtropicales (i.e. *Globigerinoides ruber (w)*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Globorotalia truncatulinoides*) y subpolares (i.e. *Neogloboquadrina incompta*). Las masas de agua tropical y subtropical (AT y ACAS) transportadas hacia el Sur por la CB, al igual que la masa de agua fría (ASA) transportada por la CM hacia el norte, se reflejan en esta distribución.

En el talud superior, en tanto, se observa un menor dominio de especies transicionales (i.e. *Globorotalia inflata*) y un importante porcentaje de especies polares (i.e. *N. pachyderma*), pudiendo esto último ser asociado al transporte de ASA por la CM.

Dichos resultados coinciden con la observaciones realizadas por Franco-Fraguas *et al.* (2014 y 2016), posicionando la convergencia de AT y ACAS con ASA a lo largo del talud superior (de 180 a 500 m, aproximadamente entre los 36 y 35°S). Del mismo modo, Hernández-Molina *et al.* (2015) muestra la influencia de AT y ACAS a lo largo de la plataforma y talud superior entre los 34.5 y 35.5°S.

### Sector Sur

La estación E17 (Grupo IV) situada en la plataforma externa Sur se compone de sedimentos con altos porcentajes de arenas finas, valores intermedios de contenido de MO y bajo contenido de CaCO<sub>3</sub>, C<sub>org</sub> y N<sub>tot</sub>. Al igual que los grupos anteriores, la microfauna bentónica es dominante (~99%) y se encuentra conformada principalmente por individuos hialinos (~90%) seguido de los aglutinantes (~9,5%). La densidad total de foraminíferos (Dt) es claramente mayor (~165 ind/cm<sup>3</sup>) respecto a las estaciones de plataforma interna Sur que conforman el Grupo I, de predominio de sedimentos gruesos y bajo contenido de MO.

Los géneros hialinos dominantes son *Epistominella* y *Cibicides*, seguido por *Cassidulina/Globocassidulina* y *Bulimina*. A excepción de *Cibicides*, vinculado a sustratos duros de alta energía, el resto se asocia a sedimentos compuestos por arenas o fango (Gooday, 1994; Jorissen *et al.*, 1998; Altenbach *et al.*, 1999; Fontanier *et al.*, 2003; Murray, 2006). Esta composición determina un predominio de organismos de *hábitat* epifaunal/infaunal (i.e. *Epistominella* y *Cassidulina/Globocassidulina*) y epifaunal (i.e. *Cibicides*). *Cibicides* y *Globocassidulina* presentan hábito alimenticio suspensívoro, siendo indicadores de aguas de fondo bien oxigenadas, elevada energía hidrodinámica y bajo contenido de  $C_{org}$  en sedimentos (Murray, 1991, 2006; Kaiho, 1994; Mackensen *et al.*, 1995; Martins *et al.*, 2006, 2007). Confirmando esto, *Reophax* (aglutinante dominante) indica baja concentración de  $C_{org}$  y alto contenido de oxígeno (de Mello e Sousa *et al.*, 2017). Por otro lado, *Cassidulina* y *Bulimina* han sido generalmente relacionados con un suministro de  $C_{org}$  continuo bastante alto (e.g. Mackensen *et al.*, 1995; Gooday y Rathburn, 1999; Fontanier *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2007) y es conocido que la abundancia de *Epistominella* (oportunista) indica el ingreso episódico de materia orgánica desde la zona eufótica luego de períodos importantes de floración en aguas superficiales, siendo indicadora de una elevada PP (e.g. Mackensen *et al.*, 1995; Schmiedl *et al.*, 2003; Fontanier *et al.*, 2003; Murray, 2006). Además, tanto *E. exigua* como *Reophax* spp. han sido documentados como los primeros *taxa* que muestran una respuesta de aumento de su biomasa luego del depósito de fitodetritos (Fontanier *et al.*, 2003).

En un estudio relativamente reciente, de Mello *et al.* (2014) encuentran en el quiebre de plataforma en la zona Sur (-36.35 °S -53.56 °W, z=174 m) los valores más elevados de PP (1362 gCm<sup>2</sup>/año) y de Jz (331 gCm<sup>2</sup>/año), así como los menores valores de  $C_{org}$  en sedimentos dominados por arenas. Asimismo, el conjunto de foraminíferos es dominado por *E. exigua*, *Bulimina* spp. y *Reophax* spp. El bajo contenido de  $C_{org}$  en sedimento en presencia de elevada PP y flujo de  $C_{org}$  podría ser explicado por la gran intensidad de las corrientes (CM y CB; Gordon y Greengrove, 1986; Stramma, 1989; Peterson, 1992) y la elevada energía producida por los frentes generados por su convergencia (Piola y Gordon, 1989; Peterson y Stramma, 1991; Piola *et al.*, 2000; Piola y Matano, 2001; Ortega y Martínez, 2007; Matano *et al.*, 2010), sumado a un rápido consumo de MO por parte de estas especies dominantes (Burone *et al.*, 2011; Yamashita, 2011; de Mello *et al.*, 2014)

Por otra parte, los foraminíferos planctónicos encontrados apoyan la presencia de aguas polares (*N. pachyderma*) y subpolares (*N. incompta*), relacionadas al transporte de ASA por la CM (fría, de baja salinidad y rica en nutrientes; Piola y Gordon, 1989; Gordon, 1989; Peterson y Stramma, 1991). En el mismo sentido, dentro de los foraminíferos bentónicos, ciertas especies de *Cibicides* (i.e. *C. aknerianus*) son típicas de la Corriente de Malvinas (Boltovskoy, 1959; Boltovskoy *et al.*, 1980). Eichler *et al.* (2012) relacionó además la presencia de *C. mackannai* y *C. refulgens*, entre 33.5 - 38.3 °S y a más de 100 m de profundidad, con las aguas frías subantárticas de plataforma (ASP). En menor proporción, especies planctónicas de transición (i.e. *Globigerinita glutinata*) y subtropicales (i.e. *Globigerina falconensis*), podrían indicar la influencia de la CBM.

Esta configuración sumada a la descarga de aguas continentales del Rdlp (Piola y Gordon, 1989; Gordon, 1989; Peterson y Stramma, 1991; Möller *et al.*, 2008) y a la existencia de resurgencias de quiebre de plataforma determinan un ambiente altamente energético y una elevada producción primaria en el área (Ciotti *et al.*, 1995; Brandini *et al.*, 2000; Saraceno *et al.*, 2005; Longhurst, 2007).

### **Sub ambiente Talud medio e inferior**

Son representativos de este sub ambiente todos los integrantes del Grupo II definido por el ACP, excepto la estación E70 (plataforma interna norte) agrupada aquí debido a su porcentaje de sedimentos finos, discutiéndose de forma independiente.

Es posible identificar dos subgrupos, uno conformado por estaciones correspondientes al talud medio (E15 y E65) y otro por estaciones ubicadas sobre el talud inferior (E13, E11 y E61). Se definen por presentar valores elevados de MO (excepto E61 con valores medios) y alto contenido de sedimentos finos (limos y arcillas).

Podemos ubicar a las estaciones E15 y E65 dentro de cañones submarinos (Fig. 14; Hernández-Molina *et al.*, 2015). El primero corresponde a un cañón cuya cabecera comienza en el talud medio al Sur (entre los cañones del RdIP y Montevideo), mientras que el segundo es el Mega Cañón de Cabo Polonio situado al Norte. Por su parte, la E13 estaría situada en la base del Cañón del RdIP.

Es conocido que los cañones submarinos presentan diferencias en la dinámica sedimentaria respecto a ambientes de talud situados en el océano abierto, lo que puede conducir a un aumento en la deposición de materia orgánica e inorgánica, así como de sedimentos finos (limos y arcillas) con un consecuente aumento de la densidad de foraminíferos principalmente infaunales (e.g. Schmiedl *et al.*, 2000; de Mello *et al.*, 2014; Franco-Fraguas *et al.*, 2014, 2016; Yamashita *et al.*, 2018). En ellos, el material puede ser atrapado o transportado desde plataforma a lo largo del talud por diferentes procesos hidrodinámicos, por ejemplo, eventos de suspensión y resuspensión y flujos de gravedad (e.g. Schmiedl *et al.*, 2000; Franco-Fraguas *et al.*, 2014). En este sentido, las tres estaciones asociadas a cañones submarinos se caracterizan por presentar facies "limo arcillosas" (82-90% de limos y 7-12% de arcillas), con ausencia total de arena en algunos casos (E15 y E13) y elevada acumulación de MO,  $C_{org}$  y  $N_{tot}$ . Cabe resaltar que las estaciones E15 y E65 están localizadas en la región caracterizada por la presencia del *drift* contornítico D1 (Hernández-Molina *et al.*, 2015). Según estos autores, dicho *drift* se interpreta como el resultado de la acción de la masa de agua Circumpolar Profunda Superior (ACPS) que fluye hacia el norte e incluye facies lamosas, limosas o arenosas. Sin embargo hay que tener presente que actualmente este *drift* se encuentra bajo la acción del APAN (Agua Profunda del Atlántico Norte).

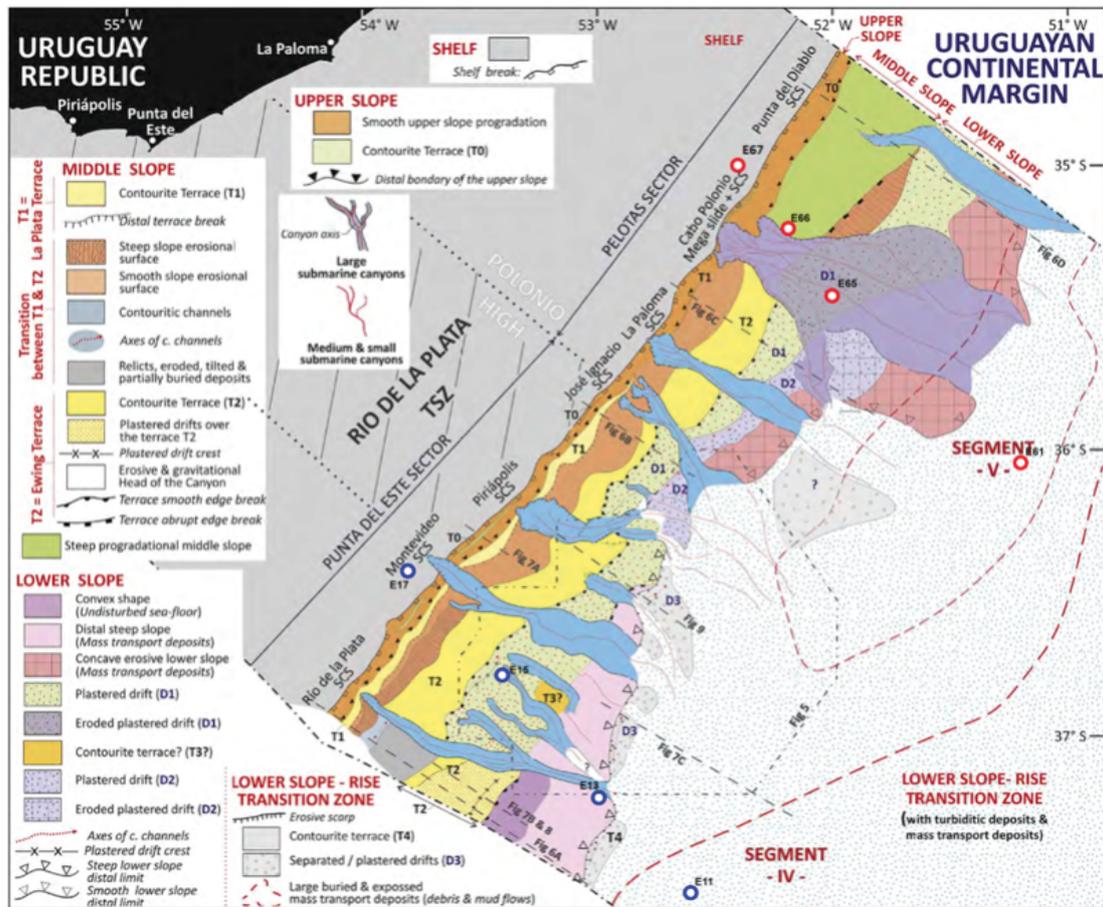


Figura 14. Mapa morfosedimentario extraído de Hernández-Molina *et al.* (2015) con estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) desde plataforma externa hasta talud inferior.

### Sector Sur

En cuanto a la microfauna, la estación E15 muestra una densidad total de  $1014 \text{ ind/cm}^3$  (la más elevada respecto de todas las estaciones) asociada al mayor porcentaje de  $\text{MO}$ ,  $\text{C}_{\text{org}}$  y  $\text{N}_{\text{tot}}$  en la región Sur. La población de foraminíferos en este local está dominada por organismos bentónicos hialinos detritívoros, principalmente de *hábitat* epifaunal/infaunal e infaunal asociados a sustratos fangosos (e.g. Gooday, 1994; Fontanier *et al.*, 2003; Murray, 2006). Los géneros de mayor abundancia relativa son *Epistominella* (i.e. *E. exigua*) y *Cassidulina/Globocassidulina*, seguidos por *Nonionella*, *Trifarina* (i.e. *T. angulosa*), *Bolivina*, *Fursenkoina*, *Uvigerina* y *Bulimina* en similares proporciones; todos ellos indicadores de productividad marina, elevado flujo de  $\text{MO}$  y mayormente de bajas concentraciones de oxígeno en sedimento (e.g. Gooday y Rathburn, 1999; Fontanier *et al.*, 2002; Murray, 2006; Martins *et al.*, 2006, 2007; Rodrigues *et al.*, 2018). Hay que destacar que ambos géneros dominantes son oportunistas de *hábitat* epifaunal/infaunal (e.g. Altenbach, 1992; Linke y Lutze, 1993; Schmiedl *et al.*, 2003; Murray, 2006), pudiendo adaptarse a las condiciones disóxicas en presencia de elevada  $\text{MO}$  en sedimento, así como competir eficazmente en superficie ante la entrada estacional de fitodetritos hacia el fondo marino desde la zona eufótica.

Estos resultados están de acuerdo con el trabajo realizado por de Mello *et al.* (2014), en el cual los autores describen esta área como altamente productiva y de elevado flujo de  $\text{C}_{\text{org}}$ , con valores de  $\text{PP}$  entre los  $1362\text{-}826 \text{ gCm}^{-2} \text{ año}^{-1}$  y valores de  $\text{Jz}$  de entre  $442\text{-}81 \text{ gCm}^{-2} \text{ año}^{-1}$ .

De acuerdo al modelo TROX (Jorissen *et al.*, 1995), aplicable para mar profundo, estos resultados indican un ambiente eutrófico y disóxico, donde la concentración de oxígeno actúa como el factor limitante. La falta de oxígeno limita la penetración de la mayoría de la fauna, mostrando dominio de especies epifaunales/infaunales y la presencia de taxones infaunales típicos con altas densidades en los sedimentos superficiales.

Siguiendo el gradiente batimétrico al Sur, la E13 (z=3268 m) muestra una disminución relativamente leve en las concentraciones de MO,  $C_{org}$  y  $N_{tot}$  respecto a E15, mientras que la densidad total de foraminíferos se reduce drásticamente ( $Dt=110,86 \text{ ind/cm}^3$ ). Dado que en estos ambientes de aguas profundas el flujo de materia orgánica que llega al fondo marino depende principalmente de la producción primaria en superficie, los procesos de remineralización parcial en la columna de agua generan que la cantidad de materia orgánica que alcanza el sedimento y la proporción de materia orgánica lábil (metabolizable) disminuyan con el aumento de la profundidad (e.g. Herguera, 1992; Schmiegl *et al.*, 2000; Fontanier *et al.*, 2003). Esto se ve reflejado en la disminución de la densidad y en la composición de la microfauna. En este sentido, los géneros bentónicos más representativos son *Stainforthia* (i.e. *S. complanata*), *Uvigerina* (i.e. *U. peregrina*), *Eponides*, *Cassidulina/Globocassidulina* y *Ammonia*. A pesar de este cambio, dichos géneros son principalmente detritívoros, de *hábitat* infaunal (mayor porcentaje de la transecta Sur) y epifaunal/infaunal, asociados a sustratos fangosos (Gooday, 1994; Fontanier *et al.*, 2002; Murray, 2006). Las especies más abundantes, *S. complanata* y *U. peregrina*, son consideradas oportunistas e indicadoras de ambientes disóxicos y altamente productivos (mesotróficos y eutróficos) (Kahio, 1994; Murray, 2006; Martins *et al.*, 2006; Mojtahid *et al.*, 2010). Asimismo, ambas son indicadoras de alto flujo de  $C_{org}$  (Gooday, 2003; Martins *et al.*, 2006; de Mello e Sousa *et al.*, 2017) y *U. peregrina* es relacionada con sedimentos con alto suministro de MO y elevada concentración bacteriana (Mackensen *et al.*, 1995; Murray, 2006). Recientemente, de Mello (2013) ha reportado a *S. complanata* sobre el talud superior (z~900 m) del MCU (entre -35,59 - 35,68 °S y -52,51 - 52,65 °W) en conjunto con una baja densidad relativa de foraminíferos bentónicos y en asociación con especies típicamente infaunales y características de condiciones hipóxicas.

Esta composición de la microfauna en conjunto con la baja densidad de individuos, permite inferir que el aumento de materia orgánica refractaria y la concentración de oxígeno en sedimento actúan como limitantes favoreciendo el predominio de especies infaunales (Jorissen *et al.*, 1995).

Por último, en cuanto a la composición sedimentológica de la estación más profunda (E11, z=3795 m), aunque continúa existiendo dominio de limos y arcillas, existe una reaparición de arenas (AMF) representada por un 25%. El contenido de MO se mantiene elevado (~4%), mientras que los porcentajes de  $C_{org}$  y  $N_{tot}$  disminuyen. La presencia de estas arenas podría estar vinculada a los transportes en masa descritos en la región próxima a la estación E11 por Hernández-Molina *et al.* (2015), pero aún no existen datos disponibles sobre la zona de mar profundo en esta localización.

La densidad total de foraminíferos continúa disminuyendo ( $56,76 \text{ ind/cm}^3$ ) y existe dominio de especies bentónicas hialinas detritívoras, principalmente de *hábitat* epifaunal/infaunal (~56%), aunque aquellos típicamente infaunales y epifaunales se presentan en porcentajes bastante elevados (~20%). En este caso los géneros representativos son *Epistominella* (i.e. *E. exigua*), *Uvigerina* (i.e. *U. peregrina*), *Eponides* y *Globobulimina*. Como citamos anteriormente, tanto *E. exigua* como *U. peregrina* son especies

oportunistas indicadoras de productividad marina, elevado flujo de MO y bajas concentraciones de oxígeno en sedimento (e.g. Gooday y Rathburn, 1999; Fontanier *et al.*, 2002; Murray, 2006; Martins *et al.*, 2006, 2007; Mojtahid *et al.*, 2010). Por su parte, *Globobulimina*, típico de sustratos fangosos y de *hábitat* infaunal profundo (Murray, 2006), también se asocia a tales condiciones (Kaiho, 1994; Fariduddin y Loubere, 1997; Loubere y Fariduddin, 1999) y se ha observado que tiene la capacidad de adaptarse al consumo de materia orgánica más degradada (Schmiedl *et al.*, 2000).

Teniendo en cuenta esta composición sedimentológica, geoquímica y biológica, es posible inferir que nos encontramos en un ambiente productivo donde la concentración de oxígeno en sedimento parece ser el mayor controlador de la microfauna (Jorissen *et al.*, 1995), en conjunto con la disminución de MO lábil.

Sin embargo, se observa un aumento en cuanto a los foraminíferos aglutinantes (12,77%) principalmente indicadores de ambientes altamente energéticos. Los géneros aglutinantes más representativos son *Lagenammia*, *Trochammina*, *Textularia*, *Saccammina*, *Reophax*, *Bigenerina* y *Psammosphaera*. Excepto *Textularia* (típica de plataforma somera; Murray, 2006) los demás géneros han sido comúnmente reportados en zonas profundas como indicadores de alta energía de corrientes de fondo, donde la superficie de los sedimentos es periódicamente perturbada (e.g. Kaminski, 1985; Kurbjeweit *et al.*, 2000). Asimismo, *Reophax* es asociada a ambientes con disturbios físicos dados por corrientes de contorno (Kaminski, 1985; Kaminski y Gradstein, 2005), mientras que *Psammosphaera* y *Bigenerina* lo hacen con sedimentos arenosos bien oxigenados (Fontanier *et al.*, 2008). Por otra parte, *Reophax* parece ser altamente adaptable a los cambios en la oxigenación y la disponibilidad y calidad de los alimentos (Linke y Lutze, 1993). Además, son componentes dominantes de las faunas en áreas de alta productividad con alto flujo de materia orgánica, a menudo combinados con condiciones suboxicas o disóxicas en los poros y en el agua del fondo (Schmiedl *et al.*, 2000).

Hay que destacar que *Textularia* es asociada a corrientes de fondo de elevada velocidad en plataforma (Altenbach *et al.*, 2003; Murray, 2006; Martins *et al.*, 2006), característica por encontrarse en ambientes mixohalinos (pluma del RdIP, Eichler *et al.*, 2012), pudiendo haber sido transportada desde las zonas someras junto con el sedimento a través de procesos de gravedad (Krastel *et al.*, 2011; Hernández-Molina *et al.*, 2015).

Respecto a los foraminíferos planctónicos, es interesante notar que tal como es esperado (e.g. Boltovskoy, 1965; Boltovskoy *et al.*, 1996), existe una tendencia al aumento de su abundancia relativa con la profundidad (E15 a E11) con un máximo de aproximadamente un 25% en la E13. La composición en las estaciones E15 y E13 está formada principalmente por especies indicadoras de aguas polares (i.e. *N. pachyderma*), subpolares (i.e. *N. incompta* y *T. quinqueloba*) y transicionales (i.e. *G. glutinata*, *G. inflata* y *G. bulloides*). Por su parte, E11 carece de especies polares y presenta un dominio de especies transicionales (i.e. *G. inflata*) y subpolares (i.e. *T. quinqueloba*).

De acuerdo a Boltovskoy (1959, 1966) el predominio de *G. inflata* es un excelente indicador de aguas de transición como la Confluencia Brasil-Malvinas (CBM). Su presencia en conjunto con otras especies transicionales (i.e. *G. glutinata* y *G. bulloides*) confirman su influencia al Norte de la misma (Boltovskoy, 1966; Bé y Tolderlund, 1971). En concordancia con estas observaciones, Petró y Burone (2018) en un análisis de la composición de foraminíferos planctónicos y su relación con las masas de agua en un testigo ubicado sobre el talud continental inferior (51°52'02.533"W, 36°18'43.599"S, y z=3273 m), plantean que

la presencia de especies subpolares y polares (*N. incompta* y *N. pachyderma*, respectivamente) registra la influencia de CBM al norte de su ocurrencia.

Es importante destacar que especies como *Globigerina bulloides* y *Globigerinita glutinata*, son consideradas oportunistas, reaccionando rápidamente a eventos de redistribución de partículas orgánicas y floraciones fitoplanctónicas en regímenes de alta productividad, superando claramente en número a las especies adaptadas a condiciones oligotróficas (Schiebel *et al.*, 2001; Schiebel y Hemleben, 2005). Por tanto su abundancia está asimismo relacionada a la elevada PP producto de la CBM.

Asimismo, la identificación de especies subtropicales (i.e. *G. ruber*, *G. truncatullinoides*, *G. tenella* y *T. iota*) en porcentajes más reducidos, indican la influencia de aguas oligotróficas y cálidas propias de la CB (AT y ACAS; e.g. Piola y Gordon, 1989; Peterson y Stramma, 1991; Piola y Matano, 2001).

En cuanto a los foraminíferos bentónicos, la ocurrencia de *U. peregrina* ha sido considerada propia de aguas frías batiales (Murray, 1991), en particular del Agua Circumpolar Profunda (ACP; Laprida *et al.*, 2014). La presencia de esta masa de agua (Agua Circumpolar Profunda Inferior, ACPI) al Sur de la CBM, cuya saturación en iones carbonato es baja y por tanto más corrosiva, posiblemente sea la responsable de una mayor disolución de los caparzones calcáreos (Frenz *et al.*, 2003), favoreciendo el aumento relativo de géneros aglutinantes en la estación más profunda.

Por otro lado, estudios en áreas costeras sitúan a *U. peregrina* como indicadora de aguas provenientes de la CM, así como de la interacción de aguas frías y cálidas en áreas de alta PP (ASP, ASTP y ACAS; Eichler *et al.*, 2008, 2012, 2016). En el mismo sentido, diversas especies de los géneros *Cassidulina* y *Globocassidulina* (presentes aquí en el talud medio) han sido asociadas a aguas subantárticas en plataforma y talud (ASP) y aguas subtropicales de plataforma (ASTP) (Eichler *et al.*, 2012).

Por otra parte, *Epistominella exigua* y *Oridorsalis umbonatus* (presente principalmente en E15) han sido asociadas a la presencia del Agua Profunda del Atlántico Norte (APAN; Hodell *et al.*, 1983; Johnson, 1983). Asimismo, de Mello e Sousa *et al.*, 2006, relacionaron la presencia de individuos del género *Eponides* en la Cuenca de Campos (Atlántico Sudoccidental, Brasil) sobre el talud medio entre los 1350 y 1950 m, con aguas de fondo bien oxigenadas asociadas a la masa de agua profunda del Atlántico Norte (APAN). En el MCU, dicha masa de agua es reportada entre los 2000 y 4000 m (Piola y Matano, 2001), confirmando su influencia en estas profundidades.

Cabe mencionar, que la presencia en estaciones profundas del género *Ammonia*, eurihalino y típico de aguas someras (plataforma interna, de 0 a 50 m) (Murray, 2006; Martins *et al.*, 2006), puede deberse al transporte desde la plataforma, coincidiendo con su ausencia en estudios de foraminíferos vivos realizados por de Mello (2011) en esta región a nivel del talud.

### Sector Norte

Dentro del Cañón de Cabo Polonio, E65 presenta una disminución en el contenido de MO respecto a E15 (Sur), mientras que el porcentaje de  $C_{org}$  y  $N_{tot}$  aumenta (3.7, 3.3 y 0.49%, respectivamente), siendo éstos los valores más elevados encontrados. Además, la densidad total de foraminíferos observada, aunque elevada dentro de la transecta Norte, es mucho menor (246,24 ind/cm<sup>3</sup>).

Asimismo, a pesar de que la composición de la microfauna bentónica es prácticamente idéntica, representada por los géneros hialinos *Epistominella* (i.e. *E. exigua*, claro dominante), *Cassidulina/Globocassidulina* y *Nonionella*, seguidos por *Uvigerina*, *Bolivina* y *Fursenkoina*, éstos representan sólo el 39% de la fauna total observada. Esta es la única estación donde hay un predominio de especies planctónicas, con un porcentaje del 61%.

Los valores más bajos de densidad de foraminíferos y más altos de  $C_{org}$  y  $N_{tot}$ , así como la gran acumulación de caparazones planctónicos en comparación con otras estaciones ubicadas a la misma profundidad (~2000 m), podrían explicarse por la dinámica sedimentaria y la variabilidad de la acumulación de materia orgánica en el cañón (Schmiedl *et al.*, 2000; Koho *et al.*, 2007). Asimismo, la acción erosiva de la CB sobre la plataforma externa y el talud superior Norte por podría permitir la mayor sedimentación de MO (Franco-Fraguas *et al.* 2014) y una consecuente sedimentación de foraminíferos planctónicos. En el mismo sentido, la concentración de foraminíferos planctónicos puede verse favorecida debido a la influencia de APAN que fomenta la conservación de caparazones calcáreos debido a su sobresaturación en carbonatos (Frenz *et al.*, 2003).

Las características de los foraminíferos bentónicos presentes en la E65 (ya descritas para la E15) indican un ambiente eutrófico y disódico, donde la concentración de oxígeno actuaría como el factor limitante (Jorissen *et al.*, 1995) favoreciendo el dominio de especies epifaunales/infaunales superficiales.

En cuanto a las masas de agua superficiales, los foraminíferos planctónicos muestran una gran diversidad de especies con un dominio de indicadores de aguas transicionales, siendo *G. glutinata* y *G. bulloides* las más abundantes, seguidas por *G. inflata*, *G. scitula* y *G. uvula*. En menor proporción (~18%) encontramos especies de aguas subtropicales (principalmente *G. ruber* (w) y *T. iota*; y *G. falconensis*, *G. trucatulinoides*, entre otras) y subpolares (i.e. *T. quinqueloba* y *N. incompta*). Asimismo, se observan en bajo porcentaje especies de aguas polares (i.e. *N. pachyderma*) y tropicales (i.e. *G. sacculifer*, *G. crassaformis*, *T. trilobus*).

En las aguas de transición, donde las aguas cálidas y frías se superponen, existe un fuerte contraste de la fauna donde se pueden encontrar conjuntos de foraminíferos planctónicos muy diferentes (Bé y Tolderlund, 1971) y ello se ve reflejado particularmente en esta estación.

El conjunto de especies transicionales (i.e. *G. glutinata*, *G. bulloides* y *G. inflata*) indican la influencia de la CBM (Boltovskoy, 1959, 1966; Bé y Tolderlund, 1971) respondiendo a su elevada productividad (Schiebel *et al.*, 2001; Schiebel y Hemleben, 2005). El aumento de especies subtropicales así como la presencia de especies tropicales coincide con la zona de influencia del AT y ACAS, aguas oligotróficas y cálidas transportadas por la CB (e.g. Piola y Gordon, 1989; Peterson y Stramma, 1991; Piola y Matano, 2001), mientras que especies subpolares y polares reflejan la contribución de la CM (ASA y AAI; Piola y Matano, 2001) como parte de la confluencia (Petró y Burone, 2018).

Por otro lado, el dominio de *Epistominella exigua* podría confirmar la presencia a esta profundidad del Agua Profunda del Atlántico Norte (APAN; Hodell *et al.*, 1983; Johnson 1983).

Acompañando el gradiente batimétrico, encontramos a 3545 m de profundidad a la estación E61. Al igual que en la estación profunda E11 al Sur, en ella se observa dominio de limos y arcillas con la reaparición de arenas muy finas (~19%). Sin embargo la concentración de MO,  $C_{org}$  y  $N_{tot}$  es menor (~2; 0.8 y 0.15%, respectivamente). En este caso, el contenido de arenas podría asociarse a los procesos de erosión en la

cabecera del cañón de Cabo Polonio (Franco-Fraguas *et al.*, 2014) sumado a los transportes de gravedad en masa en el talud continental medio y bajo (Krastel *et al.*, 2011; Ai *et al.*, 2014). Sin embargo, aún no se conocen los mecanismos controladores ni la distribución del sedimento en estos locales profundos.

Respecto a la microfauna, dominan los foraminíferos bentónicos y la densidad total disminuye claramente ( $\sim 42$  ind/cm<sup>3</sup>) en función de la profundidad. Esta estación se distingue del resto, presentando un  $\sim 96\%$  de foraminíferos aglutinantes. En ambientes marinos profundos con fuerte disolución, las asociaciones suelen estar dominadas por foraminíferos aglutinantes (Alve *et al.* 2011). Esto puede ser explicado por la presencia de masas de agua profundas de origen meridional (ACP y AAF) que muestran una baja saturación de iones de carbonato ( $\text{CO}_3^{2-} < 90 \mu\text{mol kg}^{-1}$ ) favoreciendo la disolución de los caparzones (Frenz *et al.* 2003). Cabe destacar que estas observaciones marcan un incremento de esta influencia hacia al Norte, ya que la variación en cuanto a abundancia de foraminíferos aglutinantes al Sur ( $z=3795$  m) es menos pronunciada a pesar de encontrarse a mayor profundidad. La interfaz entre AAF y APAN define la lisoclina, profundidad donde ocurre un aumento abrupto en la disolución de  $\text{CaCO}_3$  (Berger, 1968), aún por encima de la Profundidad de Compensación de Carbonato (CCD) donde esta se completa. Según Frenz *et al.* (2003) la lisoclina se encuentra actualmente por debajo de los 4000 m de profundidad en la cuenca argentina y por debajo de los 4200 m en la cuenca sur de Brasil. Sin embargo, según Stramma y England (1999), la lisoclina actual está ubicada a 3900 m de profundidad en los trópicos y a 3500 m de profundidad en áreas subtropicales.

En cuanto a la composición, los géneros más representativos son *Trochammina* (dominante), *Reophax* y *Haplopragmoides*, estando también presentes en menor abundancia relativa los géneros *Textularia*, *Psammosphaera*, *Lagenammina* y *Ammobaculites*. Son mayormente individuos de *hábitat* epifaunal/infaunal ( $\sim 49\%$ ) aunque los hay epifaunales e infaunales ( $\sim 20\%$ ). El hábito alimenticio que predomina es el detritívoro/depositívoro activo (*Reophax* y *Haplopragmoides*) y herbívoro/detritívoro/depositívoro activo (*Trochammina*).

En el talud inferior (Platô de São Paulo) de Mello e Sousa *et al.* (2017) encontraron que la asociación de *Reophax* y *Haplopragmoides*, de igual hábito alimenticio, puede reflejar la disponibilidad de materia orgánica refractaria (Gooday, 1996). Asimismo, *Reophax* puede adaptarse a condiciones de oxigenación así como de disponibilidad y calidad de MO variables (Linke y Lutze, 1993).

Por otra parte, los géneros *Trochammina*, *Reophax*, *Psammosphaera* y *Lagenammina* son asociados a sedimentos cuya superficie es periódicamente perturbada dentro de ambientes de elevada energía de corrientes de fondo (e.g. Kaminski, 1985; Kurbjewit *et al.*, 2000). En el mismo sentido, *Psammosphaera* se asocia a sedimentos arenosos bien oxigenados (Fontanier *et al.*, 2008), mientras que *Reophax* se presenta en ambientes con disturbios físicos dados por corrientes de contorno (Kaminski, 1985; Kaminski y Gradstein, 2005).

De acuerdo a estos datos podemos decir que la distribución de foraminíferos se encontraría limitada por la corrosividad y velocidad de las aguas de fondo, así como por la disponibilidad de MO lábil.

Finalmente, la contribución de los foraminíferos planctónicos es muy reducida ( $< 0,2\%$ ) estando representados por la especie *G. glutinata*, indicadora de aguas de transición.

### Plataforma media Norte - Estación E70

Como detallamos al inicio, esta estación fue agrupada junto con aquellas de talud medio e inferior por su composición granulométrica. La misma consiste en elevados porcentajes de limos y arcillas (~75 y ~12%, respectivamente) así como un importante aporte de arenas muy finas (~17%). Sus contenidos de MO son altos (~3,5%), mientras que el contenido de  $C_{org}$  y  $N_{tot}$  es bajo.

Dicha composición granulométrica y geoquímica podría estar asociada a la deposición de sedimentos finos en relación al Paleovalle del RdIP (cinturones de lodo que se extienden a en la plataforma continental interior; Urien, 1967; Urien y Ewing, 1974 ; Martins *et al.*, 2003; Lantzsch *et al.*, 2014). Éstos se depositan en la desembocadura del RdIP (frente de turbidez) y hacia el NE a lo largo de una facies arcilloso-limosa (Urien y Ewing, 1974; Martins *et al.*, 2003; Burone *et al.*, 2013; Lantzsch *et al.*, 2014). Asimismo, pueden existir aportes de sedimentos provenientes de la Laguna de los Patos (e.g. Martins *et al.*, 2003).

Por otra parte, la microfauna se compone principalmente de organismos bentónicos (~98,5%) principalmente hialinos, existiendo igualmente un porcentaje importante de aglutinantes (~11,5%), mientras que los porcelanáceos están muy reducidos (~3%).

En concordancia con el dominio de sedimentos finos y alto contenido de MO, se encuentran mayormente especies de *hábitat* infaunal (~52%) y epifaunal/infaunal (~37,4%), así como un predominio de organismos detritívoros. Los géneros más abundantes son *Bulimina* (i.e. *B. marginata*), *Cassidulina/Globocassidulina*, *Epistominella* (i.e. *E. exigua*) y *Bolivina*, todos ellos asociados a sedimentos compuestos por arena fina o fango (Gooday, 1994; Fontanier *et al.*, 2003; Murray, 2006). Asimismo, son indicadores de productividad marina y de flujo de MO elevado asociado a sedimentos con baja concentración de oxígeno (e.g. Mackensen *et al.*, 1995; Fontanier *et al.*, 2002; Murray, 2006; Schmiedl *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2006, 2007). Como ya hemos descrito, *E. exigua*, *Globocassidulina* (i.e. *G. subglobosa*) y *Bulimina* son definidas como oportunistas (estrategas r; Altenbach, 1992; Linke y Lutze, 1993; Murray, 2006), presentando elevadas abundancias ante la entrada de fitodetritos. Mientras que, *Cassidulina* y *Bulimina* se han relacionado con un flujos de  $C_{org}$  continuo y relativamente alto (e.g. Mackensen *et al.*, 1995; Gooday y Rathburn, 1999; Fontanier *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2007).

Estas características biológicas coinciden con lo observado en las demás estaciones de plataforma Norte analizadas, al igual que la productividad y flujos de MO inferidos. Del mismo modo, el dominio de *B. marginata* indica la presencia del FSTP donde convergen aguas frías y cálidas de plataforma (Eichler *et al.*, 2012, 2016).

Respecto a la microfauna planctónica hay un claro dominio de especies de transición, representadas por *G. glutinata* y *G. uvula*, confirmando así la presencia del FSTP en esta área.

## Conclusiones

El presente estudio permite reafirmar la noción de que las variaciones en la geomorfología de fondo y de circulación de las distintas masas de agua afectan las características sedimentológicas y geoquímicas, así como la distribución de la microfauna del Margen Continental Uruguayo (MCU). Los distintos *proxies* utilizados, biológicos, sedimentológicos y geoquímicos, reflejaron la compleja dinámica del sistema y permitieron diferenciar 3 sub ambientes: 1) Plataforma continental interna, 2) Plataforma continental media - externa y Talud superior, y 3) Talud medio e inferior.

Los ambientes menos profundos (plataforma interna Sur) registran momentos de estabilización del nivel del mar. Paleocostas vinculadas a la última transgresión marina fueron determinadas en profundidades de 29 y 44 metros correspondiendo a la Fase III (11.000 y 6500 años AP).

En ambientes más profundos (desde la plataforma externa hacia el offshore) la alta productividad marina que caracteriza el MCU dejó su impronta tanto en el sedimento como en la presencia de foraminíferos bentónicos oportunistas (e.g. *Epistominella exigua*, *Uvigerina peregrina*, *Bulimina marginata*, *Globocassidulina subglobosa*).

La importancia y el rol de los frentes presentes en el MCU: la CBM, su extensión en plataforma (FSTP) y la descarga del RdIP en conjunto con resurgencias de quiebre de plataforma; se reflejan en los indicadores de alta productividad ( $C_{org}$ ,  $N_{tot}$ , MO, foraminíferos bentónicos y planctónicos). Asimismo, la distribución de los foraminíferos planctónicos y bentónicos identificados evidencian las características hidrodinámicas del MCU.

La materia orgánica en la región responde principalmente a un origen marino, sin embargo, algunos locales muestran señales de contribución mixta. Esto último debe ser estudiado de forma más profunda contemplando una mayor distribución espacial.

Aplicando el modelo TROX, es posible decir que los factores limitantes de la microfauna bentónica en el talud medio e inferior son principalmente la baja concentración de oxígeno en sedimentos (ante sedimentos finos de elevada carga de MO) y el contenido de MO lábil.

En las zonas más profundas, la velocidad de las corrientes de fondo y los disturbios físicos, así como la presencia de aguas altamente corrosivas capaces de disolver los caparazones de  $CaCO_3$ , también ejercen una influencia importante en la composición del conjunto de foraminíferos.

Estos resultados aportan a una mayor comprensión de los procesos del MCU y podrán ser incorporados a los modelos conceptuales que el grupo Ciencia y Tecnología Marina (Cincytema) viene desarrollando para el mismo.

## Capítulo 7 . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ai, F., Strasser, M., Preu, B., Hanebuth, T.J.J., Krastel, S., Kopf, A., 2014. New constraints on oceanographic vs. seismic control on submarine landslide initiation: a geotechnical approach off Uruguay and northern Argentina. *Geo-Marine Letters*, 34, pp. 399-417. doi: <https://doi.org/10.1007/s00367-014-0373-3>
- Alleman, L.Y., Church, T.M., Ganguli, P., Veron, A.J., Hamelin, B., Flegal, A.R., 2001. Role of oceanic circulation on contaminant lead distribution in the South Atlantic. *Deep-Sea Research Part 2*, 48, pp. 2855-2876.
- Altenbach, A.V., 1992. Short term processes and patterns in the foraminiferal response to organic flux rates. *Marine Micropaleontology*, 19, pp. 119-129.
- Altenbach, A.V., Sarnthein, M. 1989. Productivity record in benthic foraminifera. In: Berger W.H., Smetacek, V.S., Wefer, G., editors. *Productivity of the ocean: present and past* (Berlin). Chichester: J. Wiley. Dahlem workshop reports. Life sciences research report, 44, pp. 255-269.
- Altenbach, A.V., Pflaumann, U., Schiebel, R., Thies, A., Timm, S., Trauth, M., 1999. Scaling percentages and distributional patterns of benthic foraminifera with flux rate of organic carbon. *Journal of Foraminiferal Research*, 29, pp. 173-185.
- Altenbach, A.V., Lutze, G.F., Schiebel, R., Schönfeld, J., 2003. Impact of interrelated and interdependent ecological controls on benthic foraminifera: an example from the Gulf of Guinea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 19, pp. 213-238. doi: 10.1016/S0031-0182(03)00463-2
- Alve, E., 1995. Benthic foraminifera response to estuarine pollution. A review. *J. Foraminifer. Res.*, 25 (3), pp. 190-203.
- Alve, E., Murray, J.W., Skei, J. 2011. Deep-sea benthic foraminifera, carbonate dissolution and species diversity in Hardangerfjord, Norway: an initial assessment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92, pp. 90-102.
- Archer, D.E., 1996. An atlas of the distribution of calcium carbonate in sediments of the deep sea: *Global Biogeochemical Cycles*, 10 (1), pp. 159-174. doi: 10.1029/95gb03016
- Armstrong, A.H., Brasier, D.M., 2005. *Microfossils*. Blackwell Publishing, Incorporated 2nd edition, 304 p.
- Bahlburg, H., Weiss, R., 2007. Sedimentology of the December 26, 2004, Sumatra Tsunami deposits in intermediate and large distances, Eastern India (Tamil Nadu) and Kenya, *International Journal of Earth Sciences*, 96 (6), pp. 1195-1209.
- Bé, A.W.H., 1977. An ecological, zoogeographic and taxonomic review of Recent planktonic foraminifera. In: Ramsey, A.T.S. (ed.), *Oceanic micropaleontology*, 1, Academic Press, London, pp. 1-100.
- Bé, A.W.H., 1969. Planktonic foraminifera, Antarctic Map Folio Series. 11. American Geographical Society, New York, pp. 9-12 (Folio).
- Bé, A.W.H., Tolderlund, D.S., 1971. Distribution and ecology of living planktonic Foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In: Riedel, W.R., Funnell, B.M. (eds.), *The Micropalaeontology of Oceans*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 105-149.
- Berger, W.H., 1968. Planktonic foraminifera: selective solution and paleoclimatic interpretation. *Deep-Sea Research* 15, pp. 31-43. doi: [https://doi.org/10.1016/0011-7471\(68\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0011-7471(68)90027-2)
- Berger, W.H., 1970. Planktonic Foraminifera: differential production and expatriation off Baja California. *Limnol Oceanogr*, 15, pp.183-204. doi:10.4319/lo.1970.15.2.0183
- Berger, W.H., 1971. Sedimentation of planktic foraminifera. *Marine Geology*, 11, pp. 325-358.
- Berger, W.H., 1981. Oxygen and carbon isotopes in foraminifera: an introduction. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 33, pp. 3-7.
- Bijma, J., Faber, W.W., Hemleben, C., 1990a. Temperature and salinity limits for growth and survival of some planktonic foraminifers in laboratory cultures. *J Foraminifer Res* 20, pp. doi: 95-116. doi:10.2113/gsjfr.20.2
- Bijma, J, Erez J, Hemleben C, 1990b. Lunar and semi-lunar reproductive cycles in some spinose planktonic foraminifers. *J. Foraminifer. Res.*, 20, pp. 117-127.
- Bisbal, G.A., 1995. The Southeast South American shelf large marine ecosystem. Evolution and components. *Marine Policy*, 19 (1), 21-38.
- Boersma, A., 1978. Foraminifera. En: *Introduction to Marine Micropaleontology* (B. U. Haq, ed.). Elsevier Biomedical. Londres, 376 p.
- Boltovskoy, E., 1959. Foraminifera as Biological Indicators in the Study of Ocean Currents. *Micropaleontology*, 5 (4), pp. 473-481.

- Boltovskoy, E., 1964. Provincias zoogeográficas de América del Sur y su sector antártico según los foraminíferos bentónicos. *Boln Inst. Biol. mar., Mar del Plata*, 7, pp. 93-98.
- Boltovskoy, E., 1965. Los foraminíferos recientes: biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica. Editorial universitaria de Buenos Aires, 510 p.
- Boltovskoy, E., 1966. La zona de convergencia Subtropical/Subantártica en el Océano Atlántico (Parte occidental), Secretaría de Marina, Servicio de Hidrografía Naval. H., 1018, pp. 1-37.
- Boltovskoy, E., 1970. Distribution of the marine littoral Foraminifera in Argentina, Uruguay and Southern Brazil. *Marine Biology*, 6 (4), pp. 335–344.
- Boltovskoy, E., 1976. Distribution of Recent foraminifera of the South American region. In: Hedley, R. H. & Adams, C. G. (eds.), *Academic Press, London. Foraminifera*, 2, pp. 171-236.
- Boltovskoy, E., Boltovskoy, D., Correa, N., Brandini, F., 1996. Planktic foraminifera from the Southwestern Atlantic (30° 60°S): species-specific patterns in the upper 50 m. *Marine Micropaleontology*, 28, pp. 53–72. doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(95\)00076-3](https://doi.org/10.1016/0377-8398(95)00076-3)
- Boltovskoy, E., Guisani, G., Watanabe, S., Wright, R., 1980. Atlas of benthic shelf Foraminifera of the South West Atlantic. Dr. W. Junk by Publishers, The Hague, pp. 1-147.
- BouDagher-Fadel, M.K., 2013. Biostratigraphic and geological significance of planktonic foraminifera. London: OVPR UCL, 287 p.
- Boyd, P.W., Trull, T.W., 2007. Understanding the export of biogenic particles in oceanic waters: Is there consensus? *Progress in Oceanography*, 72, pp. 276-312.
- Bozzano, F., Lenti, L., Martino, S., Paciello, A., Scarascia Mugnozza, G., 2010. Evidences of landslide earthquake triggering due to self-excitation process. *International Journal of Earth Sciences*.
- Brandini, F.P., Boltovskoy, D., Piola, A., Kocmur, S., Röttgers, R., Abreu, P.C., Lopes, R.M., 2000. Multiannual trends in fronts and distribution of nutrients and chlorophyll in the southwestern Atlantic (30-62 °S). *Deep-Sea Research, Part I. Oceanographic Research Papers*, 47, pp. 1015-1033.
- Broecker, W.S., Peng, T.H., 1982. Tracers in the sea: Palisades, New York, Eldigio Press, 690p.
- Burone, L., 2002. Foraminíferos Bentônicos e Parâmetros físico- químicos da Enseada de Ubatuba, São Paulo: Estudo Ecológico em uma área com Poluição Orgânica. Ph.D thesis, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Burone, L., Pires-Vanin, A., M., S., 2006. Foraminiferal assemblages in the Ubatuba Bay, Southeastern Brazilian coastal. *Science Marine*, 70 (2), 203–217.
- Burone, L., Venturini, N., Sprechman, P., Valente, P., Muniz, P., 2006. Foraminiferal responses to pollutes sediments in the Montevideo Coastal zone, Uruguay. *Marine Pollution bulletin*, 52, pp. 61-73.
- Burone, L., Valente, P., Pires-Vanin, A., De Mello e Souza, S.H., Mahiques, M.M., Braca, E., 2007. Benthic foraminiferal variability on a monthly scale in a subtropical bay moderately affected by urban sewage. *Scientia Marina*, 71, pp. 775-792.
- Burone, L., Sousa, S.H.M., Mahiques, M.M., Valente, P., Ciotti, A., Yamashita, C., 2011. Benthic foraminiferal distribution on the southeastern Brazilian shelf and upper slope. *Marine Biology*, 158, pp. 159-179. doi: <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1549-7>
- Burone, L., Centurión, V., Cibils, L., Franco-Fraguas, P., García-Rodríguez, F., García, G., Pérez, L., 2014. Uruguay Margen Continental: Programa oceanográfico de caracterización del margen continental uruguayo, zona económica exclusiva. Zona Editorial. ANCAP, Facultad de Ciencias, UdelaR, pp. 139-163.
- Burone, L., Ortega, L., Franco-Fraguas, P., Mahiques, M., García-Rodríguez, F., Venturini, N., Marin, Y., Brugnoli, E., Nagai, R., Muniz, P., Bicego, M., Figueira, R., Salaroli, A., 2013. A multiproxy study between the Río de la Plata and the adjacent South-western Atlantic inner shelf to Atlantic inner shelf to assess the sediment footprint of river vs. marine influence. *Continental Shelf Research*, 55, 141 154. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2013.01.003>
- Burone, L. Franco-Fraguas, P., Mahiques, M. Ortega, L., 2018. Geomorphological and sedimentological characterization of the Uruguayan Continental Margin: A review and state of art. *Journal of Sedimentary Environments*, 3 (4), pp. 253-264. doi: [10.12957/jse.39150](https://doi.org/10.12957/jse.39150)
- Burone, L., Franco-Fraguas, P., Mahiques, M.M., Lahuerta, N., Diaz de Rada, J.R. Rodríguez, M., Bicego, M.C., Marín, Y., Gómez-Erache, M., Ortega, L., 2019. The imprint of the geological inheritance and present dynamics on Uruguayan inner shelf sediments (South-Western Atlantic). *Journal of Sedimentary Environments*, 4 (4): pp. 403-420. doi: [10.12957/jse.2019.47021](https://doi.org/10.12957/jse.2019.47021)
- Carlson, C.A., 2002. Production and removal processes. En Hansell, D.A. and Carlson, C.A. (eds.), *Biogeochemistry of Marine*

Dissolved Organic Matter: San Diego, Academic Press, pp. 91-151.

Caron, D.A., Faber, W.W., Bé, A.W.H., 1987. Effects of temperature and salinity on the growth and survival of the planktonic foraminifer *Globigerinoides sacculifer*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 67, pp. 323–341.

Cavallotto, J.L., Violante, R., Colombo, F., 2005. Evolución y cambios ambientales de la llanura costera de la cabecera del río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (2), pp. 353-367.

Cearreta, A., Leorri, E., Iriondo, I., González, M. J., Aristondo, O., 2008. Quantitative Tools for environmental reconstructions of the recent estuarine infill using benthic foraminifera. *Geogaceta*, 45, pp. 67-70.

Centurión, V., 2011. Influencia de agentes naturales y antropogénicos en la Bahía de Montevideo y su zona costera adyacente en base a asociaciones y tafonomía de foraminíferos. Tesis presentada como parte de los requisitos para obtener el título de Magister en Ciencias Biológicas, UdelaR, Montevideo, 97p.

Chapori, N.G., Laprida, C., Watanabe, S., Totah, V., Violante, R.A., 2014. Mid-Late Pleistocene benthic foraminifera from Southwestern South Atlantic: driven by primary productivity or watermass properties?. *Micropaleontology*, 60 (2), pp.195–210.

Chapori, N.G., Chiessi, C.M., Bickert, T., Laprida, C., 2015. Sea-surface temperature reconstruction of the Quaternary western South Atlantic: New planktonic foraminiferal correlation function. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 425, pp. 67–75.

Chelton, D.B., M. G. Schlax, D.L. Witter, and J.G. Richman, 1990. GEOSAT altimeter observations of the surface circulation of the Southern Ocean, *J. Geophys. Res.*, 95, pp. 877-903.

Cibils, L., 2016. Productividad marina en el el Margen Continental Uruguayo Atlántico suroccidental: Un análisis multiproxie. Tesina de Grado. Licenciatura de Biología, opción Oceanografía. UdelaR, Montevideo, 88p.

Ciotti, A.M., Odebrecht, C., Fillmann, G., Möller Jr., O.O., 1995. Freshwater outflow and Subtropical Convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf. *Continental Shelf Research*, 15, pp. 1737-1756.

Corliss, B.H., 1985. Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. *Nature*, 314, pp. 435-438.

Corliss, B.H., 1991. Morphology and microhabitat preferences of benthic foraminifera from the northwest Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology*, 17, pp. 195–236.

Corliss, B.H., Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea foraminifera and ecological implications. *Geology*, 16, pp. 716-719.

Corrêa, I.C.S., 1990. Analyse Morphostructurale et Evolution Paléogéographique de la Plate-Fonne Continentale Atlantique Sud-Brésilienne (Rio Grande do Sul-Brésil). These Doct., Univ. Bordeaux I, 477, 314 p.

Corrêa, I.C.S., 1996. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul-Brésil. *Marine Geology*, 130, pp. 163-178.

Corrêa, I.C.S., Baitelli, R., Ketzer, M.J., Martins, R., 1992. Translação horizontal e vertical do nível do mar sobre a plataforma continental do Rio Grande do Sul nos últimos 17.550 anos BP. *Anais III Congresso ABEQUA-Belo Horizonte*, pp. 225-240.

Corrêa, I.C.S., Ayup-Zouain, R.N., Weschenfelder, J., Tomazelli, L.J., 2008. Areas fontes dos minerais pesados e sua distribuição sobre a plataforma continental sul-brasileira, uruguia e norte-argentina. *Revista Pesquisas em Geociencias*, 35, pp. 137-150.

Debenay, J.P., 2000. Foraminifers of tropical paralic environments. *Micropaleontology*, 46 (1), pp. 153-160.

Debenay, J.P., Pawlowski, J. & Decrouez, D., 1996. *Les foraminifères actuels*. Editions Masson, Paris, 329p.

Debenay, J.P., Geslin, E., Eichler, B.B., Duleba, W., Sylvestre, F., Eichler, P., 2001. Foraminiferal assemblages in a hypersaline lagoon Araruama (RJ) Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, 31, pp. 133–151.

de la Rocha, C.L., 2006. The Biological Pump. *en* Elderfield H. (ed.), *The Oceans and Marine Geochemistry, Treatise on Geochemistry*: Elsevier, Volume, 6, pp. 83-111.

de Mello, C., 2013. Caracterización del margen continental uruguayo utilizando foraminíferos bentónicos vivos y su relación con las condiciones ambientales. Tesis presentada como parte de los requisitos para obtener el título de Magister en Ciencias Biológicas, UdelaR, Montevideo, 165p.

de Mello, C., López, G., 2011. Mapeo del fondo marino en el borde de plataforma y salud de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) uruguayo. Informe técnico de Hidroacústica. Laboratorio de Tecnología Pesquera. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, 10p.

- de Mello, C., Burone, L., Ortega, L., Franco-Fraguas, P., Lahuerta, N., Mahiques, M., Marin, Y., 2014. Benthic Foraminiferal distributions on the Uruguayan continental margin (South-western Atlantic) and controlling environmental factors. *Continental Shelf Research*, 9, pp. 120–133. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2014.08.006>
- de Mello e Sousa, S.H., Passos, R.F., Fukumoto, M., Silveira, I.C.A., Figueira, R.C.L., Koutsoukos, E.A.M., Mahiques, M.M., Rezende, C.E., 2006. Mid-lower bathial benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: Biotopes and controlling ecological factors. *Marine Micropaleontology*, 61, pp. 40- 57.
- de Mello e Sousa, S.H., Passos, R.F., Burone, L., Barbosa, V.P., de Mahiques, M.M., Pavani, D., 2012. Foraminíferos Planctônicos e Bentônicos da Plataforma Interna e Talude Superior do Atlântico Sudoeste (entre 19° 00' S e 33° 00' S). Editora da Universidade de São Paulo, EDUSP, 1, 173p.
- de Mello e Sousa S.H., de Godoi, S.S., Amaral, P.G.C., Vicente, T.M., Martins, M.V.A., Sorano, M.R.G.S., Gaeta, S.A., Passos, R.F., Mahiques, M.M., 2014. Distribution of living planktonic Foraminifera in relation to oceanic processes on the southeastern continental Brazilian margin (23 °S 25 °S and 40 °W 44 °W). *Cont. Shelf. Res.*, 89, pp. 76 87. doi: 10.1016/j.csr.2013.11.027
- de Mello e Sousa, S.H., Yamashita, C., Nagai, R.H., Martins, M.V.A., Ito, C., Vicente, T., Taniguchi, N., Burone, L., Fukumoto, M., Aluizio, R., Koutsoukos, E.A.M., , 2017. Foraminíferos bentônicos no talude continental, Platô de São Paulo e cânions da Bacia de Campos. In: Falcão, A.P.C., Lavrado, H.P., editoras. *Ambiente Bentônico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, 3, pp. 111-144.
- de Vargas, C., Audic, S., et al., 2015. Eukaryotic plankton diversity in the sunlit ocean. *Science*, 348p. doi: 10.1126/science.1261605
- De Rijk, S., Jorissen, F.J., Rohlingsupas, E.J., Troelstra, S.R., 2000. Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 40 (3), pp. 151-166.
- den Dulk, M., Reichart, G.J., van Heyst, S., Zachariasse, W.J., Van der Zwaan, G.J., 2000. Benthic foraminifera as proxies of organic matter flux and bottom water oxygenation? A case history from northern Arabian Sea. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 161, pp. 337-359.
- Dymond, J., R., Suess, F., Lyle, M., 1992. Barium in deep-sea sediment: a geochemical proxy for paleoproductivity. *Paleoceanography*, 7, pp. 163–181.
- Eichler, P.P.B., Pimenta, F.M., Eichler, B.B., Vital, H., 2016. Living benthic foraminiferal species as indicators of cold-warm water masses interaction and upwelling areas. *Continental Shelf Research*, 116, pp. 116–121. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2016.01.006>
- Eichler, P.P.B., Billups, K., Vital, H., De Moraes, J.A., 2014. Tracing thermohaline properties and productivity of shelf-water masses using the stable isotopic composition of benthic foraminifera. *J. Foraminifer. Res.*, 44 (4), pp. 352–364. doi: <https://doi.org/10.2113/gsjfr.44.4.352>
- Eichler, P.P.B., Rodrigues, A.R., Eichler, B.B., Braga, E.S., Campos, E.J.D., 2012. Tracing latitudinal gradient, river discharge and water masses along the Subtropical South American Coast using benthic Foraminifera assemblages. *Braz. J. Biol.*, 72 (3 suppl.), pp. 723-75.
- Eichler, P. P. B., Sen Gupta, B.K., Eichler, B.B., Braga, E.S., Campos, E.J., 2008. Benthic foraminiferal assemblages of the South Brazil: Relationship to water masse and nutrient distribution. *Continental Shelf Research*, 28, pp. 1674-1686. doi:10.1016/j.csr.2007.10.012
- Eichler, P.P.B., Eichler, B.B., Miranda, L.B. and Rodrigues, A.R., 2007 Foraminiferal assemblages in a subtropical, mixohaline, estuarine channel, Bertioga (Sao Paulo) Brazil. *Journal of Foraminiferal Research*, 37 (3), pp. 45-58.
- Etchichury, M.C., Remiro, J., 1963. La corriente de Malvinas y los sedimentos pampeano patagónicos. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Geológicas I*, 20.
- Ewing, M., Ludwig, W.J., Ewing, J.I., 1963. Geophysical investigations in the submerged Argentine coastal plain. *Geological Society of America Bulletin*, 74, pp. 275-295.
- Falkowski, P.G., 2005. Biogeochemistry of primary production in the sea. *en* Shlesinger, W.H. (ed.), *Biogeochemistry: Treatise on Geochemistry*, Elsevier, 8, pp. 185-213.
- Fariduddin, M., Loubere, P., 1997. The surface ocean productivity response of deeper water benthic foraminifera in the Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology*, 32, pp. 289-310.
- Field, C., Behrenfeld, M., Randerson, J., Falkowski, P., 1998. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281(5374), pp. 237–240.
- Fischer, G., Wefer, G., 1999. Use of proxies in paleoceanography: examples from the South Atlantic. Springer, Berlin, 727 p.

- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Licari, L., Alexandre, A., Anschutz, P., Carbonel, P., 2002. Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay: faunal density, composition and microhabitats. *Deep-Sea Research Part I*, 49, pp. 751- 785.
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Chaillou, G., David, C., Anschutz, P., Lafon, V., 2003. Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550 m depth in the Bay of Biscay. *Deep-Sea Research I*, 50, pp. 457-494.
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Chaillou, G., Anschutz, P., Grémare, A. & Griveaud, C., 2005. Live foraminiferal faunas from a 2800 m deep lower canyon station from the Bay Biscay: faunal response to focusing of refractory organic matter. *Deep - Sea Research I*, 52, pp. 1189 - 1227.
- Fontanier, C., Jorissen, F. J., Lansard, B., Mouret, A., Buscail, R., Schmidt, S., Kerhervé, P., Buron, F., Zaragosi, S., Hunault, G., Ernout, E., Artero, C., Anschutz, P., Rabouille, C., 2008. Live foraminifera from the open slope between Grand Rhone and Petit Rhone Canyons (Gulf of Lions NW Mediterranean). *Deep Sea Research I*, 55, pp. 1532-1553.
- Franco-Fraguas, P., Burone, L., Mahiques, M., Ortega, L., Urien, C., Muñoz, A., López, G., Marin, Y., Carranza, A., Lahuerta, N., de Mello, C., 2014. Hydrodynamic and geomorphological controls on surface sedimentation at the Subtropical Shelf Front–Brazil–Malvinas Confluence transition off Uruguay (Southwestern Atlantic Continental Margin). *Marine Geology*, 349, 24–36. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2013.12.010>
- Franco-Fraguas, P., Burone, L., Mahiques, M., Ortega, L., Carranza, A., 2016. Modern sedimentary dynamics in the Southwestern Atlantic Contouritic Depositional System: New insights from the Uruguayan margin based on a geochemical approach. *Marine Geology*, 376, 15-25. doi: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2016.03.008>
- Frenz, M., Höppner, R., Stuetz, J.B.W., Wagner, T., Henrich, R., 2003. Surface Sediment Bulk Geochemistry and Grain-Size Composition Related to the Oceanic Circulation along the South American Continental Margin in the Southwest Atlantic. In: Wefer, G., Mulitza, S., Rattmeyer, V. (eds), *The South Atlantic in the Late Quaternary: Reconstruction of Material Budgets and Current Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, pp. 347-373. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-18917-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-18917-3_17)
- Goldberg, E. D., Arrhenius, G., 1958. Chemistry of Pacific pelagic sediments. *Geochimistry. Cosmochimistry*, 13, pp. 153-212.
- Goldstein, S.T., 1999. Foraminifera: A biological overview. In: Sen Gupta, B.K. (ed.) *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, New York, pp. 37-55.
- Gooday, A.J., 1988. A response by benthic foraminifera to the deposition phytodetritus in the deep-sea. *Nature*, 332, pp. 70–73. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/332070a0>
- Gooday, A.J., 1993. Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus: characteristic features and controls on distribution. *Mar. Micropaleontol.*, 22, pp. 187–205. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8398\(93\)90043-W](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8398(93)90043-W)
- Gooday, A.J., 1994. The Biology of Deep-Sea Foraminifera: A review of Some Advances and Their Applications in Paleoceanography. *Palaios*, 9 (1), pp. 14-31. doi: 10.2307/3515075
- Gooday, A.J., 1996. Epifaunal and shallow infaunal foraminiferal communities at three abyssal NE Atlantic sites subject to differing phytodetritus input regimes. *Deep-Sea Research I*, 43 (9), pp. 1395- 1421. doi: [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(96\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(96)00072-6)
- Gooday, A.J., 2003. Benthic foraminifera (protista) as tools in deep-water palaeoceanography: Environmental influences on faunal characteristics. *Advances in Marine Biology*, 46, pp. 1-90. doi: 10.1016/s0065-2881(03)46002-1
- Gooday, A.J., Rathburn, A.E., 1999. Temporal variability in living deep-sea benthic foraminifera: a review. *Earth-Science Reviews*, 46, pp. 187–212.
- Gooday, A.J., Turley, C.M., Allen, J.A., 1990. Responses by benthic organisms to inputs of organic material to the ocean floor: a review [and discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society A.*, 331(1616), pp. 119-138.
- Gooday, A.J., Levin, L.A., Linke, P., Heeger, T., 1992. The role of benthic foraminifera in deep-sea food webs and carbon cycling. In: Rowe, G.T., Pariente, V. (Eds.), *Deep-Sea Food Chains and Global Carbon Cycle*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 63–91
- Gordon, A. L., 1981. South Atlantic thermocline ventilation, *Deep Sea Res.*, 28, pp. 1239-1264.
- Gordon, A.L., 1989. Brazil–Malvinas Confluence—1984. *Deep Sea Research Part A*, 36, pp. 359–384.
- Gordon, A.L., Greengrove, C.L., 1986. Geostrophic circulation of the Brazil-Falkland confluence. *Deep-Sea Res*, 33, pp. 573–585.
- Graf, G., 1992. Benthic-pelagic coupling: a benthic view. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 30, pp. 149–190.
- Guerrero, R.A., Piola, A.R., 1997. Masas de agua en la Plataforma Continental. Mar del Plata, Argentina: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. En: BOSCHI, E.E. (ed.), *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*, 1, pp. 107-118.
- Gyllencreutz, R., Mahiques, M.M., Alves, D.V.P., Wainer, I.K.C., 2010. Mid- to late- Holocene paleoceanographic changes on the southeastern Brazilian shelf based on grain size records, *The Holocene. Horizons, Solar System Ephemeris, JPL/NASA*.

- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9p.
- Hansell, D.A., 2002. Doc in the global ocean carbon cycle. *en* Hansell, D.A. and Carlson, C.A. (eds.), *Biogeochemistry of Marine Dissolved Organic Matter*: San Diego, Academic Press, pp. 685-715.
- Hassan, K.M., Swinehart, J.B., Spalding, R.F., 1997. Evidence for Holocene environmental change from C/N ratios,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values in Swan Lake sediments, western Sand Hills, Nebraska. *J. Paleolimnol.*, 18, pp. 121-130.
- Harloff, J., Mackensen, A., 1997. Recent benthic foraminiferal associations and ecology of the Scotia Sea and Argentine Basin: *Marine Micropaleontology*, 31, pp. 1-29.
- Hayes, J.M.M., 1993. Factors Controlling C13 Contents of Sedimentary Organic Compounds Principles and Evidence. *Marine Geology*, 113 (1/2), pp. 111-125.
- Hebbeln, D., 2002. State of the art and future prospects of scientific coring and drilling of marine sediments, in: Gerold Wefer, David Bille, Dierk Hebbeln, Bo Barker Jorgensen, Michael Schlüter, C.E., T., Weering, V. (Eds.), *Ocean Margin Systems*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 57-66.
- Hemleben, C., Spindler, M., Anderson, O.R., 1989. *Modern planktonic Foraminifera*. Springer, Berlin.
- Herguera, J.C., 1992. Deep-sea foraminifera and biogenic opal: Glacial to postglacial productivity changes in the western Pacific. *Marine Micropaleontology*, 19, pp. 79-98.
- Herguera, J.C., Berger, W.H., 1991. Paleoproductivity from benthic foraminifera abundance: glacial to postglacial change in the west-equatorial Pacific. *Geology*, 19 (12), pp. 1173-1176.
- Hernández-Molina, F.J., Soto, M., Piola, A.R., Tomasini, J.B.P., Thompson P., Badalini, G., Creaser, A., Violante, R.A., Morales, E., Paterlini, M., de Santa Ana, H., 2015. A contourite depositional system along the Uruguayan continental margin: Sedimentary, oceanographic and paleoceanographic implications. *Marine Geology* 378, pp. 333-349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.10.008>
- Hodell, D.A., Kennett, J.P. y Leonard, K.A., 1983. Climatically induced changes in vertical water mass structure of the Vema Channel during the Pliocene: evidence from DSDP Sites 516A, 517, and 518. *En* Barker, P.F., Carlson, R.L. y Johnson, D.A. (eds.) *Initial Reports DSDP 72*, U.S. Government Printing Office, pp. 907-919, Washington.
- Holbourn, A., Henderson, A. S., MacLeod, N., 2013. *Atlas of benthic foraminifera*. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication. Natural History Museum (London, England): 652 pp.
- Hu, J., Peng, P., A., Jia, G., Mai, B., Zhang, G., 2006. Distribution and sources of organic carbon, nitrogen and their isotopes in sediments of the subtropical Pearl River estuary and adjacent shelf, Southern China. *Marine Chemistry*, 98 (2-4), pp. 274-285.
- Johnson, D.A., 1983. Paleocirculation of the Southwestern Atlantic. *En* Barker, P.F., Carlson, R.L. y Johnson, D.A. (eds.) *Initial Reports DSDP 72*, US. Government Printing Office, pp. 977-994, Washington.
- Jorissen, F.J., Barmawidjaja, D.M., Puskaric, S., van der Zwaan, G.J., 1992. Vertical distribution of benthic foraminifera in the northern Adriatic Sea: The relation with the organic flux. *Marine Micropaleontology*, 19, pp. 131-146. doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(92\)90025-F](https://doi.org/10.1016/0377-8398(92)90025-F)
- Jorissen, F.J., Stigter, H.C., Widmark, J.G.V., 1995. A conceptual model explain benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology*, 26, pp. 3-15. doi: [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(95\)00047-X](https://doi.org/10.1016/0377-8398(95)00047-X)
- Jorissen, F.J., Wittling, I., Peypouquet, J.P., Rabouille, C., Relexans, J.C., 1998. Live benthic foraminiferal faunas off Cape Blanc, NW-Africa: community structure and microhabitats. *Deep-sea Research Part I: oceanographic research papers*, 45 (12), pp. 2157-2188. doi: [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(98\)00056-9](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(98)00056-9)
- Jorissen, F.J., Fontanier, C., Thomas, E., 2007. Paleoceanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: Hillaire-Marcel, C. Vernal, A. (Eds.), *Proxies in Late Cenozoic Paleoclimatology (Pt.2): Biological Tracers and Biomarkers*. Elsevier, pp. 263-326. doi: [https://doi.org/10.1016/S1572-5480\(07\)01012-3](https://doi.org/10.1016/S1572-5480(07)01012-3)
- Kaiho, K., 1994. Planktonic and benthic foraminiferal extinction events during the last 100 m.y.: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (in press).
- Kaminski, M.A., 1985. Evidence for control of abyssal agglutinated community structure by substrate disturbance: results from the HEBBLE Area. *Marine Geology*, 66, pp. 113-131.
- Kaminski, M.A., Gradstein, F.M., 2005. *Atlas of Paleogene Cosmopolitan Deep-water Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publication, 10, 547p.
- Kaminski, M.A., Grassle, J.F., Whitlatch, R.B., 1988. Life history and recolonization among agglutinated foraminifera in the

Panama basin. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, v. 41, pp. 229- 244.

Keil, R. G., Tsamakidis, T., Fuh, C. B., Giddings, J. C., Hedges, J.I., 1994. Mineralogical and textural controls on the organic composition of coastal marine sediments: hydrodynamic separation using SPLIT-fractionation. *Geochim. Cosmochim.*, 58, pp. 879–893.

Koho, K.A., Kouwenhoven, T.J., De Stigter, H.C., Van Der Zwaan, G.J., 2007. Benthic foraminifera in the Nazaré canyon, Portuguese continental margin: sedimentary environments and disturbance. *Mar. Micropaleontol.*, 66, pp. 27–51. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marmicro.2007.07.005>.

Krastel, S., Wefer, G., Hanebuth, T.J.J., Antobreh, A.A., Freudenthal, T., Preu, B., Schwenk, T., Strasser, M., Violante, R., Winkelmann, D., 2011. Sediment dynamics and geohazards off Uruguay and the de la Plata River region (northern Argentina and Uruguay) M78/3 shipboard scientific party. *Geo-Marine Letters*, 31(4), pp. 271-283. doi: <https://doi.org/10.1007/s00367-011-0232-4>

Kucera, M., 2007. Planktonic foraminifera as tracers of past oceanic environments. In: Hillarie-Marcel, C., De Vernal, A. (Eds.), *Proxies in Late Cenozoic paleoceanography: Developments in marine geology*, 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 213–262. doi: 10.1016/S1572-5480(07)01011-1

Kucera, M., Rosell-Melé, A., Schneider, R., Waelbroeck, C., Weinelt M., 2005. Multiproxy approach for the reconstruction of the glacial ocean surface (MARGO). *Quat Sci Rev* 24:813–819. doi: 10.1016/j.quascirev. 2004.07.017

Kuhnt, T., Schmiedl, G., Ehrmann, W., Hamann, Y., Hemleben, C., 2007. Deep-sea ecosystem variability of the Aegean Sea during the past 22 kyr as revealed by Benthic Foraminifera. *Marine Micropaleontology*, 64 (3/4), pp. 141-162.

Kurbjewit, F., Schmiedl, G., Schiebel, R., Hemleben, C., Pfannkuche, O., Wallmann, K., Schäfer, P. 2000. Distribution, biomass and diversity of benthic foraminifera in relation to sediment geochemistry in the Arabian Sea. *Deep - Sea Research II*, 47 (14), pp. 2913-2955. doi: [https://doi.org/10.1016/S0967-0645\(00\)00053-9](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(00)00053-9)

Labeyrie, L.D., Duplessy, J.C., Duprat, J., Juillet-Leclerc, A., Moyes, J., Michel, E., Kallel, N., Shackleton, N.S., 1992. Changes in the vertical structure of the North Atlantic Ocean between glacial and modern times. *Quat. Sci. Rev.*, 11, pp. 401– 413.

Lantsch, H., Hanebuth, T.J.J., Chiessi, C.M., Schwenk, T., Violante, R.A., 2014. The high-supply, current-dominated continental margin of southeastern South America during the late Quaternary. *Quaternary Research*, 81, pp. 339-354. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2014.01.003>

Lamb, A.L., Wilson, G.P., Leng, M.J., 2006. A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using  $\delta^{13}C$  and C/N ratios in organic material. *Earth-Sci. Rev.*, 75, pp. 29-57.

Lamb-Wozniak, K.A., 2008. Nitrogen Cycling on Coral Reefs: A Stable Isotopic Investigation of Nutrient Dynamics within the Florida Keys Coral Reef Tract. *Open Access Dissertations*. Paper 23.

Laprida, C., García Chapori, N., Ramón Mercáu, J., Watanabe, S., Totah, V., Marcolini, S., Violante, R., 2014. Condicionantes ambientales de comunidades de foraminíferos bentónicos durante el Pleistoceno medio en el Atlántico Sudoccidental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 71 (3), pp. 356 - 368.

Lea, D.W., Pak, D.K., Spero, H.J., 2000. Climate impact of late Quaternary Equatorial Pacific sea surface temperature variations. *Science*, 289, pp. 1719– 1724.

Leorri, E., Cearreta, A., 2004. Holocene environmental development of the Bilbao estuary, Northern Spain: sequence stratigraphy and foraminiferal interpretation. *Marine Micropaleontology*, 51, pp. 75-94.

Libes, S., 2009. *Introduction to marine biogeochemistry*, segunda edición, ELSEVIER, Academic Press, 893p.

Linke, P., Lutze, G.F., 1993. Microhabitat preferences of benthic foraminifera – a static concept or a dynamic adaptation to optimize food acquisition?. *Marine Micropaleontology*, 20 (3-4), pp. 215-34. doi: 10.1016/0377-8398(93)90034-U

Loeblich, A.R. & Tappan, H. 1988. *Foramiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 p.

Longhurst, A.R., 2007. *Ecological Geography of the Sea*. Elsevier, New York, 560p. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-455521-1.X5000-1>

López-Laborde, J., 1999. Sand deposits on the outer shelf of the Río de la Plata and adjacent continental shelf. In: Martins, L.R. Santana, C.I. (eds), *Non living resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin*, OAS/IOCUNESCO/MCT., Special Publication, Porto Alegre, Brasil, pp. 80-91.

Loubere, P., 1996. The surface ocean productivity and bottom water oxygen signals in deep water benthic foraminiferal assemblages. *Marine Micropaleontology*, 28, pp. 247- 26.

Loubere, P., Fariduddin, M., 1999. Benthic foraminifera and the flux of organic carbon to the seabed. In: Sen Gupta, B.K. (Ed.), *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Press, London, pp. 181–200.

- Mackensen, A., Schmiedl L.G., Harloff, J., Hiesse, M. 1995. Deep-sea foraminifera and the south atlantic ocean: ecology and assemblage generation. *Micropaleontology*, 41, pp. 342 - 358.
- Mackensen, A., Fütterer, D., Grobe, H., Schmiedl, G., 1993. Benthic foraminiferal assemblages from the eastern South Atlantic Polar Front region between 358 and 578S: distribution, ecology and fossilization potential. *Marine Micropaleontology*, 22, pp. 33-69.
- Mahiques, M.M., Mishima, Y., Rodrigues, M., 1999. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and Sao Francisco do Sul, Southeastern Brazilian Margin. *Continental Shelf Research*, 19, pp. 775-798. doi: [https://doi.org/10.1016/S0278-4343\(98\)00105-8](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(98)00105-8)
- Mahiques, M.M., Tessler, M.G., Ciotti, A.M., da Silveira, C.A., de Mello e Souza, S.H., Figueira, R.C.L., Tassinari, C.C.G., Furtado, V.V., Passos, R.F., 2004. Hydrodinamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil. *Continental Shelf Research*, 24, pp. 1685–1697. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2004.05.013>
- Mahiques, M.M., Gaeta Tassinari, C.C., Marcolini, S., Violante, R.A., Lopes Figueira, R.C., Almeida da Silveira, I.C., Burone, L., Sousa, S.H.M., 2008. Nd and Pb isotopes signatures on the southeastern south America upper margin: implication for sediment transport and source rocks. *Marine Geology* 250, pp. 51-63. doi: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2007.11.007>
- Mahiques, M.M., Burone, L., Figueira, L.C.R., Lavenère-Wanderley, A.A. de O., Capellari, B. et al., 2009. Antropogenic influences in a lagoonal environment: A multiproxy approach at the Valo Grande mouth, Cananéia-Iguape system (SE Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(4), pp. 325-337. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592009000400007>
- Martinez, P., Bertrand, P., Shimmield, G.B., Cochrane, K., Jorissen, F.J., Foster, J., Dignan, M. 1999. Upwelling intensity and ocean productivity changes off Cape Blanc (northwest Africa) during the last 70,000 years; geochemical and micropalaeontological evidence. *Marine Geology*, 158 (1/4), pp. 57-74.
- Martins, L.R., Urien, C.M., Martins, I.R., 2005. Gênese dos sedimentos da plataforma continental Atlântica entre o Rio Grande do Sul (Brasil) e Tierra del Fuego (Argentina). *Gravel*, 5, pp. 85-102.
- Martins, L.R., Martins, I.R., Urien, C.M., 2003. Aspectos sedimentares da plataforma continental na área de influencia de Río de la Plata. *Gravel*, 1, pp. 68-80.
- Martins, V., Dubert, J., Jouanneau, J., M., Weber, O., Ferreira da Silva, E., Patinha, C., Alverinho Dias, J., M., Rocha, F., 2007. A multiproxy approach of the Holocene 83 evolution of shelf-slope circulation on the NW Iberian continental shelf. *Marine Geology*, 239, pp. 1–18. doi:10.1016/j.margeo.2006.11.001
- Martins, V., Jouanneau, J.M., Weber, O., Rocha, F., 2006. Tracing the late Holocene evolution of the NW Iberian upwelling system. *Marine Micropaleontology*, 59 ( ) , pp. 35-55. doi:10.1016/j.marmicro.2005.12.002
- Matano, R.P., Palma, E.D., Piola, A.R., 2010. The influence of the Brazil and Malvinas Currents on the Southwestern Atlantic Shelf circulation. *Ocean Science*, 6, pp. 983–995. doi:10.5194/os-6-983-2010
- Mattos, L.L., Esteves, D., Ferreira, V., Garcia, F., Araújo, M., Fátima, O., 2010. Foraminifera, Thecamoebians and palynomorphs as hydrodynamic indicators in Araguari estuary, Amazonian Coast, Amapá state- Brasil. *Anuário do instituto de geociencias-UFRJ*, 33, pp. 52-65.
- Meggens, H., Freudenthal, T., Nave, S., Targarona, J., Abrantes, F., Helmke, P., 2002. Assessment of geochemical and micropaleontological sedimentary parameters as proxies of surface water properties in the Canary Islands region. *Deep-Sea Res., Part II*, 49 (17), pp. 3631–3654.
- Meyers, P., 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*, 27 (5-6), pp. 213-250. doi: [https://doi.org/10.1016/S0146-6380\(97\)00049-1](https://doi.org/10.1016/S0146-6380(97)00049-1)
- Meyers, P., 1994. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, 114, pp. 289–302. doi: 10.1016/0009-2541(94)90059-0
- Mohtadi, M., Max, L., Hebbeln, D., Baumgart, A., Krück, N., Jennerjahn, T., 2007. Modern environmental conditions recorded in surface sediment samples off W and SW Indonesia: Planktonic foraminifera and biogenic compounds analyses. *Marine Micropaleontology*, 65, pp. 96–112.
- Mojtahid, M., Griveaud, C., Fontanier, C., Anschutz, P., Jorissen, F.J., 2010. Live benthic foraminiferal faunas along a bathymetrical transect (140–4800 m) in the Bay of Biscay (NE Atlantic). *Revue de micropaléontologie*. doi: 10.1016/j.revmic.2010.01.002
- Möller Jr., O.O., Piola, A.R., Freitas, A.C., Campos, E.J.D., 2008. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Continental Shelf Research*, 28, pp. 1607–1624.
- Müller, P.J., Suess, E., 1979. Productivity, sedimentation rate, and sedimentary organic matter in the oceans. *Organic matter preservation. Deep-Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 26, pp. 1347-1362.
- Muñoz, A., Fontan, A., Marin, Y., Carranza, A., Franco Fraguas, P., Rubio, L., 2010. Informe de Campaña Uruguay 0110. Buque de Investigación Oceanográfica y Pesquera Miguel Oliver (SGM).
- Murray, J.W., 1897. On the distribution of the pelagic Foraminifera at the surface and on the floor of the ocean. *Nat Science*, 11, pp. 17–27.

- Murray, J.W., 1991. Ecology and Paleocology of Benthic Foraminifera. Longman Scientific Technical. 397p.
- Murray, J.H., 1995. Microfossil indicators of ocean water masses, circulation and climate. En Bosence, D.W.J. y Allison, P.A. (eds.). Marine paleoenvironmental analysis from fossils, Geological Society Special Publication, 83, pp. 245-264.
- Murray, J.W., 2006. Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. Cambridge University Press, Cambridge. 426p.
- Nagy, G. J., Lopez-Laborde, J., Anastasia, L., 1987. Caracterización de ambientes en el Río de la Plata exterior (salinidad y turbiedad óptica), Investigaciones oceanológicas, 1, pp. 31-56.
- Niebler, H.S., Hubberten, H.W., Gersonde, G., 1999. Oxygen isotope values of planktic foraminifera: a tool for the reconstruction of surface water stratification. In: Fischer, G., Wefer, G. (Eds.), Use of Proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic. Springer-Verlag, Berlin, pp. 165– 189.
- Nittrouer, C.A., Austin, J.A., Field, M.E., Kravitz, J.H., Syvitski, J.P.M., Wiberg, P.L., 2007. Continental Margin Sedimentation: From Sediment Transport to Sequence Stratigraphy. International Association of Sedimentologists. Blackwell Publishing Ltd.
- Olson, B.D., Podestá, G.P., Evans, R.H., Brown, O.B., 1988. Temporal variations in the separation of Brazil and Malvinas currents. Deep-Sea Research, 35, pp. 1971-1990. doi: [https://doi.org/10.1016/0198-0149\(88\)90120-3](https://doi.org/10.1016/0198-0149(88)90120-3)
- Ortega, L., Martínez, A., 2007. Multiannual and Seasonal Variability of Water Masses and Fronts Over the Uruguayan shelf. Journal of Coastal Research, 23, pp. 618-629. doi: <https://doi.org/10.2112/04-0221.1>
- Ottmann, F., Urien, C.M., 1966. Sur quelques problèmes sédimentologiques dans le Río de la Plata. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique 8, pp. 209-224.
- Ottmann, F., Urien, C.M., 1965. Observaciones preliminares sobre la distribución de los sedimentos en la zona externa del Río de la Plata. Academia Brasileira de Ciências, 37, pp. 284-289.
- Paris, R., Lavinge, F., Wasmmer, P., Sartohadi, J., 2007. Coastal sedimentation associated with the December 26, 2004 tsunami in Lhok Nga, west Banda Aceh (Sumatra, Indonesia); Marine Geology, 238, pp 93–106.
- Parker, G., Violante, R.A., Paterlini, C.M., Costa, I.P., Marcolini, S.I., Cavallotto, J.L., 2008. Las secuencias depositacionales del plioceno-cuaternario en la plataforma submarina adyacente al litoral del este bonaerense. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis, 15 (2), pp. 105-124.
- Paytan, A., Kastner, M., 1996. Benthic Ba fluxes in the central Equatorial Pacific, implications for the oceanic Ba cycle. Earth Planet. Science Letters, 142, pp. 439-450. doi: [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(96\)00120-3](https://doi.org/10.1016/0012-821X(96)00120-3)
- Peterson, R.G., 1992. The boundary currents in the western Argentine basin. Deep Sea Res., 39 (3), pp. 623–644.
- Peterson, R.G., Stramma, L., 1991. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. Progress in Oceanography, 26, pp. 1-73.
- Petró, S.M., 2019. Guia para classificação de foraminíferos planctônicos recentes. Sandro Monticelli Petró. - Porto Alegre, IGEO/UFRGS, 79 p.
- Petró, S.M., 2018. Introdução ao estudo dos Foraminíferos. Sandro Monticelli Petró. Porto Alegre: IGEO/UFRGS. 53p.
- Petró, S.M., Burone, L., 2018. Changes in water masses in the Late Quaternary recorded at Uruguayan Continental Slope (South Atlantic Ocean). Journal of Sedimentary Environments, 3(4), pp. 280-289. doi: 10.12957/jse.2018.39156
- Piola, A. R., Gordon, A. L., 1989. Intermediate water in the southwest South Atlantic, Deep Sea Res., 36, pp. 1- 16.
- Piola, A.R, Matano, R.P., 2001. The South Atlantic Western Boundary Currents Brazil/Falkland (Malvinas) Currents. Encyclopedia of Ocean Sciences. edited by: Steele, J. M., Thorpe, S. A., and Turekian, K. K., Academic Press, 1, pp. 340–349. doi: 10.1006/rwos.2001.0358
- Piola, A.R., Campos, E.J.D., Moller Jr., O.O., Charo, M., Martinez, C.M., 2000. Subtropical shelf front of eastern South America. J. Geophys. Res, 105, pp. 6566–6578.
- Piola, A.R., Matano, R.P., Palma, E.D., Jr., O.M., Campos, E.J.D., 2005. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. Geophysical Research Letters, 32, L01603. doi: 10.1029/2004GL021638
- Piola, A.R., O.O., M.J., Guerrero, R.A., Campos, E.J.D., 2008a. Variability of the Subtropical Shelf Front off eastern South America: winter 2003 and summer 2004. Continental Shelf Research, 28, pp. 1579-1588. doi: 10.1016/j.csr.2008.03.013
- Piola, A.R., Romero, S.I., Zajaczkovski, U., 2008b. Space–time variability of the Plata plume inferred from ocean color. Continental Shelf Research 28, pp. 1556-1567. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2007.02.013>
- Pivel, M.A.G., Santarosa, A.C.A., Costa, K.B., Toledo, F.A.L., 2013. The Holocene onset in the southwestern South Atlantic. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 374, pp. doi: 164–172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2013.01.014>
- Pivel, M.A.G., Santarosa, A.C.A., Bariani, L., Costa, K.B., Toledo, F.A.L., 2011. Palaeoproductividade na Bacia de Santos nos últimos 15 mil anos. Paleontologia: Cenários de Vida, pp. 331-341.
- Prahl, F.G., Ertel, J.R., Goni, M.A., Sparrow M.A., Eversmeyer, B., 1994. Terrestrial organic carbon contributions to sediments on the Washington margin. Geochimica. Cosmochimica, 58, pp. 3035– 3048.

- Rathburn, A.E., Corliss, B.H., 1994. The ecology of living (stained) deep-sea benthic foraminifera from the Sulu Sea. *Paleoceanography*, v.9 (1), pp. 87-150.
- Retailleau, S., Howa, H., Schiebel, R., Lombard, F., Eynaud, F., Schmidt, S., Jorissen, F.J., Labeyrie, L., 2009. Planktic foraminiferal production along an offshore-onshore transect in the south-eastern Bay of Biscay. *Cont Shelf Res*, 29, pp. 1123–1135.
- Robinson, R., S., Kienast, M., Luiza Albuquerque, A., Altabet, M., Contreras, S., De Pol Holz, R., Dubois, N., Francois, R., et al., 2012. A review of nitrogen isotopic alteration in marine sediments. *Paleoceanography*, 27 (4), 13p.
- Rodrigues, A.R., Pivel, M.A.G., Schmitt, P., de Almeida, F.K., Bonetti, C., 2018. Infaunal and epifaunal benthic foraminifera species as proxies of organic matter paleofluxes in the Pelotas Basin, south-western Atlantic Ocean. *Marine Micropaleontology*. doi: 10.1016/j.marmicro.2018.05.007
- Rohling, E.J., Sluijs, A., Dijkstra, H.A., Köhler, P., van de Wal, R.S.W., von der Heydt, A.S., Beerling, D.J., Berger, A., et al., 2012. Making sense of palaeoclimate sensitivity. *Nature*, 491, pp. doi: 683–691. doi:10.1038/nature11574
- Rosenbauer, R.J., Swarzenski, P.W., Kendall, C., Orem, W.H., Hostettler, F.D., Rollog, M.E., 2009. A carbon, nitrogen, and sulfur elemental and isotopic study in dated sediment cores from the Louisiana Shelf. *Geo-Mar Lett*, 29, 415p. doi: <https://doi.org/10.1007/s00367-009-0151-9>
- Rühleman, C., Müller, P., J., Schneider, R., R., 1999. Organic carbon and carbonate as paleoproductivity proxies: examples from high and low productivity areas of the Tropical Atlantic. In: Fischer, G. & Wefer, G. (eds.), *Use of proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 315 - 344.
- Saito, Y., Nishimura, A., Matsumoto, E., 1989. Transgressive sand sheet covering the shelf and upper slope off Sendai, Northeast Japan. *Marine Geol.*, 89, pp. 245- 258.
- Saraceno, M., Provost, C. & Piola, A.R., 2005. On the relationship between satellite retrieved surface temperature fronts and chlorophyll a in the western South Atlantic. *Journal of Geophysical Research*, 110, C11016.
- Schiebel, R., Hemleben, C. 2017. *Planktic foraminifers in the modern ocean*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 358 p. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-50297-6>
- Schiebel, R., Hemleben, C., 2005. Extant planktic foraminifera: A brief review. *Palaontologische Zeitschrift*, 79, pp. 135–148.
- Schiebel, R., Waniek, J., Bork, M., & Hemleben, C., 2001. Planktic foraminiferal production stimulated by chlorophyll redistribution and entrainment of nutrients. *Deep-Sea Research Part I*, 48, pp. 721–740.
- Schiebel, R., Hiller, B., & Hemleben, C., 1995. Impacts of storms on Recent planktic foraminiferal test production and CaCO<sub>3</sub> flux in the North Atlantic at 47 degrees N, 20 degrees W (JGOFS). *Marine Micropaleontology*, 26, pp. 115–129.
- Schiebel, R., Bijma, J., Hemleben, C., 1997. Population dynamics of the planktic foraminifer *Globigerina bulloides* from the eastern North Atlantic. *Deep-Sea Res I*, 44, pp. 1701–1713.
- Schmiedl, G., Mackensen, A., 1997. Late Quaternary paleoproductivity and deep water circulation in the eastern South Atlantic Ocean: Evidence from benthic foraminifera. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 130, pp. 43–80.
- Schmiedl, G., Mackensen, A., Miller, P.J., 1996. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: Dependence on food supply and water masses. *Mar. Micropaleontol.*, (submitted).
- Schmiedl, G., de Boveé, F., Buscail, R., Charriere, B., Hemleben, C., Medernach, L., Picon, P., 2000. Trophic Control Of Benthic Foraminiferal Abundance And microhabitat in the bathyal gulf of lions, western Mediterranean Sea. *Mar. Micropaleontol.*, 40(3), pp. 167–188.
- Schmiedl, G., Mitschele, A., Beck, S., Emeis, K. C., Hemleben, C., Schulz, H., Sperling, M., Weldeab, S., 2003. Benthic foraminiferal record of ecosystem variability in the eastern Mediterranean Sea during times of sapropel S5 and S6 deposition. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 190, pp. 139–164. doi: [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(02\)00603-X](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(02)00603-X)
- Schönfeld, J., 2002a. A new benthic foraminiferal proxy for nearbottom current velocities in the Gulf of Cadiz, northeastern Atlantic Ocean. *Deep-Sea Res. I*, 49, pp. 1853–1875.
- Schönfeld, J., 2002b. Recent benthic foraminiferal assemblages in deep high-energy environments from the Gulf of Cadiz (Spain). *Marine Micropaleontology*, 44(3/4), pp. 141-162.
- Sen Gupta, B.K., 2003. *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, 371p.
- Silliman, J.E., Meyers, P.A., Bourbonniere, R.A., 1996. Record of postglacial organic matter delivery and burial in sediments of Lake Ontario. *Organic Geochemistry*, 24 (4), pp. 463-472.
- Soto, M., Morales, E., Veroslavky, G., de Santa Ana, H., Ucha, N., Rodríguez, P., 2011. The continental margin of Uruguay: crustal architecture and segmentation. *Marine and Petroleum Geology*, 28, pp. 1676–1689. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2011.07.001>.
- Stein, R., 1991. Accumulation of organic carbon in marine sediments. Results from the Deep Sea Drilling Project/Ocean Drilling Program. *Lecture Notes in Earth Sciences*, 34, 217p.

- Stramma, L., 1989. The Brazil current transport south of 23°S. *Deep Sea Res*, 36(4), pp. 639 - 646.
- Stramma, L., England, M., 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 104 (20), 883p. doi: <https://doi.org/10.1029/1999JC900139>
- Sun, S., Zhang, Y., Wu Y., Zhang, G., Zhang, F., Pu, X., 2005. Annual variation of primary productivity in Jiaozhou bay. *Rev. Oceanologia et Limnologia Sinica*.
- Sverdrup, H.U., Johnson, M.W., Fleming, R.H., 1942. *The Oceans: their physics, chemistry and general biology*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., 1087 p.
- Teodoro, A.C., Duleba, W., Gubitoso, S., Prada, S.M., Lamparelli, C.C., Bevilacqua, J.E., 2010. Analysis of foraminifera assemblages and sediment geochemical properties to characterise the environment near Araçá and Saco da Capela domestic sewage submarine outfalls of São Sebastião Channel, São Paulo State, Brazil. *Marine Pollution*, 60, pp. 536 - 553.
- Thiede, J., 1975. Distribution of foraminifera in surface waters of a coastal upwelling area. *Nature* 253, 712 - 714.
- Thompson, S., Eglinton, G., 1978. Fractionation of a Recent Sediment for Organic Geochemical Analysis. *Geochimica Et Cosmochimica*, 42 (2), 199p.
- Thunell, R., Benitez-Nelson, C., Varela, R., Astor, Y., Muller-Karger, F., 2007. Particulate organic carbon fluxes along upwelling-dominated continental margins: Rates and mechanisms: *Global Biogeochemical Cycles*, 21, GB1022. doi: 10.1029/2006GB002793
- Tolderlund, D.S., Bé, A.W.H., 1971. Seasonal distribution of planktonic Foraminifera in the western North Atlantic. *Micropaleontology*, 17, pp. 297–329.
- Tomczak, M., Godfrey, J.S., 1994. *Regional Oceanography: An introduction*. Pergamon Press, 422 p.
- Tyson, R.V., 1994. *Sedimentary Organic Matters, Organic facies and palynofacies*. Chapman e Hall, London, 615 p.
- Urien, C.M., 1967. Los sedimentos modernos del Río de la Plata Exterior. Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, Argentina. *Boletín* 4 (2), pp. 113-213.
- Urien, C.M., Ewing, M., 1974. Recent sediments and environment of southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires, and Rio Negro continental shelf, in: Burk, C.A., Drake, C.L.
- Urien, C.M., Ottmann, F., 1971. Historie del Río de la Plata au Quaternarie. *Quaternaria*, 14, 51-59.
- Urien, C.M., Martins, L.R., 1979. Sedimentación marina en América del Sur Oriental. Memorias del seminario sobre ecología bentónica y sedimentación de la plataforma continental del Atlántico Sur. Parte 1: Geología y Sedimentación. Unesco. Oficina regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, pp. 43-66.
- Urien, C.M., Martins, L.R., Martins, I.R., 1980a. Evolução geológica do Quaternário do litoral atlântico uruguaio, plataforma continental e regiões vizinhas. *Notas Técnicas*, 3, pp. 7-43.
- Urien, C.M., Martins, L.R., Martins, I.R., 1980b. Modelos deposicionais na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Brasil), Uruguai e Buenos Aires. *Notas Técnicas*, 3, pp. 13-25.
- Véneç-Peyré M.T., Caulet, J.P., 2000. Paleoproductivity changes in the upwelling system of Socotra (Somali Basin, NW Indian Ocean) during the last 72,000 years: evidence from biological signatures. *Marine Micropaleontology*, 40, pp. 321-344.
- Vincent, E., Berger W.H., 1981. Planktonic foraminifera and their use in paleoceanography. In: Emiliani, C. (ed.), *The sea*, Wiley-Interscience, New York, pp. 1025-1119.
- Violante, R.A., Paterlini, C.C., Costa, I.P., Hernández-Molina, F.J., Segovia, L.M., Cavallotto, J.L., Marcolini, S., Bozzano, G., Laprida, C., García Chaporí, N., Bickert, T., Spieß, V., 2010. Sismoestratigrafía y evolución geomorfológica del talud continental adyacente al litoral del este bonaerense, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology And Basin Analysis*, 17, pp. 33–62.
- Walton, W., 1952. Techniques for recognition of living foraminifera. *Contrib. Cushman Found. J. Foram. Res.*, 3, pp. 56-60.
- Weatherly, G.L., 1993. On deep-current and hydrographic observations from a mudwave region elsewhere in Argentine basin. *Deep-Sea Res. Part II*, 40(4/5), pp. 939–961.
- Wefer, G., Berger, W.H., Bijma, J., Fischer, G., 1999. Clues to ocean history: A brief overview of proxies, in: G. Fischer, G. Wefer (Eds.), *Use of Proxies in Paleoclimatology: Examples from the South Atlantic*, Springer, Berlin, pp. 1-68.
- Wentworth, C.K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, pp. 377-392. En Suguio, 2003, *Geología Sedimentar*. Ed. Edgar Blücher, São Pablo, Brasil, 400 p., 1° edição.
- Yamashita, C., 2011. Distribuição dos foraminíferos bentônicos vivos no talude continental e Plato de São Paulo, Bacia de Campos (23°12'-24°30' e 39°59'- 41°20'). Tese apresentada como parte de los requisitos para a obtencao do Título de mestre

em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica, Sao Paulo, 180 p.

Yamashita, C., de Mello e Sousa, S.H., Vicente, T. M., Martins, M.V., Nagai, R. H., Frontalini, F., Godoi, S.S., Napolitano, D., Burone, L., et al., 2018. Environmental controls on the distribution of living (stained) benthic foraminifera on the continental slope in the Campos Basin area (SW Atlantic). *Journal of Marine Systems*, 181, pp. 37–52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.01.010>

## Capítulo 8. ANEXOS

ANEXO A. Descripción visual de muestras analizadas total y por fracción. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación	Profundidad (m)	Muestra total	Φ 0,125	Φ 0,063
E22	29	Sedimento fino, muchos bioclastos enteros y rotos.	Presencia de muchos ostrácodos.	Presencia de ostrácodos. Unos pocos individuos rotos.
E20	44	Arena gruesa, restos calcáreos grandes, presenta conchillas enteras en gran número.		Presencia de ostrácodos, tecamebas, tintínidos y radiolarios.
E17	138	Arena fina/pelítica, color oscuro, fragmentos calcáreos.	Alta diversidad de foraminíferos. Muchos caparzones quebrados (alta energía). Presencia ostrácodos.	Cantidad de espículas. Abundancia de Epistominella. Algunos planctónicos no identificados por pequeños.
E15	1646	Sedimento pelítico, color verdoso claro, mucha agua, tubos de posibles poliquetos.	Sedimento espumoso. Presencia de planctónicos en fracción y residuo, dominantes. Muchas espículas y radiolarios.	Sedimento espumoso. Muchos radiolarios y espículas. Hay especímenes muy frágiles, indica baja concentración de CaCO <sub>3</sub> . Ej: <i>Nonionella</i> . Algunos planctónicos no identificados por pequeños y quebrados.
E13	3268	Sedimento pelítico, color oscuro verdoso, bastante plástico, trozos calcáreos (no abundantes).	Muchas espículas, diatomeas y radiolarios. Predominio <i>Uvigerina</i> . Alta cantidad de planctónicos en muestra y residuo.	Importante número de planctónicos, algunos no identificados por pequeños.
E11	3795	Sedimento pelítico, color oscuro. Fragmentos de foraminíferos. Muchas espículas de esponja (sílice). Hay 3 géneros dominantes ( <i>Epistominella</i> , <i>Eponides</i> y <i>Globobulimina</i> )	Sedimento espumoso. Varios especímenes planctónicos y aglutinantes. Restos vegetales y diatomeas. Presencia de abundantes espículas y radiolarios en residuo.	Sedimento espumoso. Importante cantidad de planctónicos. Muchas diatomeas y espículas, restos vegetales. Presencia de aglutinantes.
E70	65	Sedimento pelítico, bastante acuosa, color marrón verdoso, presencia de posibles poliquetos.	Presencia de Ostrácodos, algunos con valvas separadas. Algunos aglutinantes rotos.	Sedimento espumoso.
E68	72	Arena fina, color oscuro, con restos rotos de conchas calcáreas, poco olor.	Predominio de foraminíferos bentónicos del género <i>Bulimina</i> . Presencia de aglutinantes. Ostrácodos en fracción y residuo. Espículas y diatomeas.	Presencia tecamebas
E67	138	Sedimento pelítico/arena muy fina, relativamente acuoso, color marrón oscuro verdoso, presencia poliqueto.	Presencia de diatomeas. Foraminíferos quebrados (alta energía). Presencia de planctónicos y aglutinantes. Ostrácodos en residuo.	Abundancia de diatomeas. Aglutinantes rotos. Algunos planctónicos no identificados por pequeños.
E66	978	Sedimento pelítico	Muchas espículas, radiolarios y diatomeas. Se observan individuos planctónicos y bentónicos. Residuo con alta densidad de aglutinantes, mayormente quebrados.	Presencia de espículas y diatomeas. Algunos individuos rotos.
E65	2079	Sedimento pelítico, color verdoso.	Alta presencia de planctónicos. Ostrácodos en residuo.	Mayormente planctónicos con alta densidad, algunos no identificados por pequeños. Dominio de <i>E. exigua</i> (bentónica). Ostrácodos en residuo.
E61	3545	Sedimento pelítico, color marrón, mucha plasticidad.	Foraminíferos aglutinantes predominan sobre el resto. Muchos radiolarios, diatomeas y espículas. Residuo con muchos aglutinantes quebrados.	Sedimento espumoso. Presencia de espículas y radiolarios.

ANEXO B. Abundancia de foraminíferos bentónicos por estación y fracción clasificados de acuerdo al género y tipo de pared. Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación/género	22	20	17	15	13	11	70	68	67	66	65	61												
$\Phi$ 0,125/ $\Phi$ 0,063																								
Hialinos																								
Alabaminella	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	4	32	0	0	0	0	0	0	
Ammonia	1	18	19	6	0	0	0	544	1	162	0	28	3	12	0	0	0	0	0	0	0	64	0	4
Amphycorina	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	16	0	64	0	0	0	0	0	0
Bolivina	1	94	1	35	0	52	28	2448	1	54	8	24	1	160	36	312	20	1472	8	28	8	192	0	4
Buccella	106	18	61	5	0	0	0	288	0	0	0	0	1	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0
Bulimina	13	68	14	27	252	54	708	1640	5	0	0	0	72	544	3660	1856	792	6048	1920	800	32	96	0	0
Buliminella	0	45	0	2	0	0	24	256	0	0	0	0	0	52	0	16	0	64	4	0	0	0	0	0
Cancris	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	4	4	30	0	36	0	0	0	0	0	0	0
Cassidulina	1	44	0	38	208	116	156	9044	3	414	8	80	0	316	0	384	28	576	0	180	0	480	0	12
Cassidulinoidea	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chilostomella	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	4	0	0	0	0	8	0	0	100	0	32	0	0	0
Chrysalidinella	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cibicides	2	24	5	21	408	1264	92	320	6	72	0	28	1	8	72	144	20	256	16	8	8	64	0	4
Cibicoides	0	7	0	2	8	0	68	32	12	0	0	0	0	0	0	0	24	0	32	0	24	0	0	0
Dentalina	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discorbis	22	160	84	120	11	20	8	164	1	18	0	0	0	0	72	72	12	32	0	4	8	0	0	0
Earlandia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Elphidium	55	12	5	4	0	4	4	64	0	0	0	0	7	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0
Epistominella	1	56	0	63	364	4156	16	13084	5	0	56	644	1	188	60	1096	100	9280	96	4720	16	2688	0	0
Eponides	0	1	0	0	0	8	4	1792	4	684	4	288	0	12	0	24	0	288	0	216	0	0	0	4
Evocassidulina	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissurina	0	3	0	1	0	16	16	328	8	0	0	36	0	12	0	40	0	0	8	8	0	32	0	0
Florilus	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Fursenkoina	0	1	0	7	0	16	256	2700	2	54	4	16	0	44	6	72	0	32	468	256	32	160	0	0
Globobulimina	0	0	0	0	8	0	4	0	9	0	260	4	0	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	0
Glomospira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
Guttulina	1	0	0	0	4	0	8	320	0	18	0	4	0	0	6	16	12	0	40	32	0	0	0	0

Estación/género	22	20	17	15	13	11	70	68	67	66	65	61											
Gyroidina	0	0	0	0	0	8	128	14	36	8	48	0	0	0	0	0	96	0	0	0	32	0	0
Gyroidinoides	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hanzawaia	0	2	0	7	0	8	0	32	0	0	0	1	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0
Haynesina	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heterolepa	0	0	0	0	0	0	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoeglundina	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Hopkinsina	0	13	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	152	0	32	0	8	0	0	0	0
Islandiella	1	0	0	0	0	0	96	5	0	0	4	0	0	0	0	8	96	0	0	0	0	0	0
Laevidentalina	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lagena	3	2	0	0	0	12	12	456	8	72	8	4	1	4	0	16	8	192	8	64	0	0	0
Lenticulina	0	1	0	0	0	0	128	1	0	0	4	1	32	0	40	48	32	20	0	0	0	0	0
Neoeponides	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neolingulina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Nonion	0	1	0	1	0	4	196	0	54	0	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nonionella	2	23	0	10	40	8	40	3616	0	54	0	12	6	52	48	680	0	608	8	72	0	384	0
Melonis	0	0	0	0	0	0	32	1	0	0	4	0	0	0	0	12	0	4	0	0	0	0	0
Oolina	0	0	0	1	0	4	4	0	5	0	0	1	4	0	8	0	32	8	16	8	0	0	0
Oridorsalis	0	3	1	0	0	0	16	512	2	18	0	0	4	0	0	0	4	96	60	0	0	0	0
Orthomorphina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Patellina	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planulina	0	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Polymorphina	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Poroeponides	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Procerolagena	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudononion	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pullenia	0	0	0	0	0	0	12	224	0	0	4	8	0	0	0	4	0	20	0	0	0	0	0
Robertinoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0
Rosalina	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeroidina	0	0	0	0	0	0	0	14	0	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Stainforthia	0	0	0	0	0	0	96	1	1170	0	20	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0
Trifarina	0	0	0	1	36	8	124	3096	3	90	0	4	0	8	6	16	0	800	8	0	0	128	0
Uvigerina	2	3	1	0	144	64	32	2312	379	342	364	104	0	20	6	8	76	1120	328	268	24	192	0
Vaginulina	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Estación/género	22	20	17	15	13	11	70	68	67	66	65	61												
<b>Porcelanáceos</b>																								
Adelosina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cornuspira	0	0	1	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Massilina	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Miliolinella	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrgo	33	0	116	0	0	0	4	0	0	0	0	15	0	36	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Quinqueloculina	31	5	125	2	0	0	0	32	5	36	0	8	13	24	12	24	0	0	0	0	0	0	4	0
Siphonaperta	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spiroloculina	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triloculina	1	2	37	0	0	4	0	0	2	108	4	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Aglutinantes</b>																								
Adercotryma	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	2	4	6	16	0	256	4	48	0	0	24	92	
Ammobaculites	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	16	29	8	18	24	0	0	0	92	0	0	4	8	
Amodiscus	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	4	0	
Ammotium	0	1	0	4	4	16	0	0	0	36	0	20	53	4	0	16	0	96	0	64	0	0	0	0
Arenoparrella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
Bigenerina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavulina	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clavulinoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Conglophragmium	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cystamina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	20	
Earlandamina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
Eggerella	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	4	
Eggereloides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	
Entzia	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	
Gaudryina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	
Haplophragmoides	0	0	0	2	12	12	4	0	0	0	20	0	4	18	8	0	0	16	104	0	32	108	124	
Hormosina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	8	
Hormosinella	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	12	
Hyperamina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	

Estación/género	22		20		17		15		13		11		70		68		67		66		65		61		
Labrospira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	4	24
Lagenammina	0	1	0	0	0	16	0	0	0	18	32	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	44
Martinotiella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	20	0
Miliammina	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paratrochammina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Polychasmina	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protoschista	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psammosphaera	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	16	0	0	28	0	0	0	0	16	0	0	0	0	68	56
Pseudonodosinella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0
Pseudothurammina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Recurvoides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Rhabdammina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
Reophax	0	3	0	3	24	320	8	128	0	0	12	8	0	0	6	352	4	128	0	40	0	0	176	72	
Saccammina	0	0	0	0	4	0	0	32	1	0	28	4	0	12	0	16	4	0	0	0	0	0	12	12	
Siphotrochammina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
Spiroplectammina	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	144	
Textularia	4	2	60	7	0	8	8	64	0	36	0	36	1	52	36	136	8	192	0	12	0	0	0	24	
Tritaxis	0	0	0	0	0	92	16	96	0	0	0	12	5	0	12	24	20	96	24	20	0	0	36	8	
Trochammina	7	26	0	45	48	164	0	192	2	54	4	36	9	4	30	112	16	352	0	340	0	0	380	260	
Trochaminopsis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	
Verneuilina	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ANEXO C. Abundancia de foraminíferos planctónicos por estación y fracción clasificados por especie.  
Estaciones Sur (azul) y Norte (rojo) en orden creciente de profundidad.

Estación/especie	22	20	17	15	13	11	70	68	67	66	65	61
$\Phi$ 0,125/ $\Phi$ 0,063												
Dentigloborotalia anfracta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Globigerina bulloides	0	0	0	0	0	0	0	16	36	4	0	0
Globigerina falconensis	0	0	0	0	4	0	0	3	0	8	0	0
Globigerinella calida	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Globigerinella siphonifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Globigerinita glutinata	0	0	0	0	0	8	36	864	18	504	4	4
Globigerina minuta	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
Globigerinita uvula	0	0	0	0	0	0	96	0	0	0	0	12
Globigerinoides conglobatus	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Globigerinoides ruber	0	0	0	0	0	0	32	3	0	0	0	0
Globigerinoides sacculifer	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	1
Globorotalia crassaformis	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	4	0
Globorotalia inflata	0	0	0	0	0	0	388	0	58	0	200	0
Globorotalia menardii	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Globorotalia hirsuta	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
Globorotalia scitula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Globorotalia truncatulinoides	0	0	0	0	0	0	20	0	1	0	4	0
Globorotalia spp.	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
Globoturborotalita rubescens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Globoturborotalita tenella	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
Neogloboquadrina dutertrei	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Neogloboquadrina incompta	0	0	0	0	12	4	12	512	1	18	4	52
Neogloboquadrina pachyderma	0	3	0	5	8	24	56	1728	4	306	0	0
Neogloboquadrina spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orbulina universa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pulleniatina obliquiloculata	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0
Tenuitella iota	0	0	0	0	0	0	0	64	0	18	0	0
Tenuitella spp.	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0
Trilobatus trilobus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Turborotalita clarkei	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0
Turborotalita quinqueloba	0	0	0	0	0	0	0	160	0	342	0	36

ANEXO D. Caracterización de los foraminíferos bentónicos presentes en las muestras analizadas de acuerdo tipo de sedimento, *microhábitat*, hábito alimenticio, ambiente, profundidad, orden).

Hialinos	Tipo de sedimento	Microhábitat	Hábito alimenticio	Ambiente	Profundidad (m)	Orden	Bibliografía
Alabaminella spp.		epifaunal	A menudo asociado a fitodetrito y/o sobre sedimento. Detritívoro.	océano profundo; frío.		Rotalliida	Murray, 2006
Ammodiscus spp.		epifauna	depositívoro pasivo	batial a abisal		Spirillinida	Kaminski & Gradstein, 2005; Kaminski <i>et al.</i> , 1988; Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Ammonia spp.	arena fangosa	infaunal	herbívoro (y bacterívoro)	plataforma interna; templado cálido	0 - 50	Rotalliida	Murray, 2006
Amphicoryna spp.						Lagenida	
Bolivina spp.	fango	infaunal - epifaunal	detritívoro	plataforma interna a batial; frío-cálido		Rotalliida	Murray, 2006; Fontainer <i>et al.</i> , 2003; Gooday, 1994.
Buccella spp.	fango	infaunal	detritívoro	plataforma interna; frío-templado.	0 - 100	Rotalliida	Murray, 2006
Bulimina spp.	arena fina y fango	infaunal	detritívoro	plataforma interna a batial; frío-templado.		Rotalliida	Murray, 2006; Fontainer <i>et al.</i> , 2003.
Buliminella spp.	fango	infaunal	detritívoro	principalmente de plataforma, también batial superior; templado.		Rotalliida	Murray, 2006
Cancris spp.		epifaunal	detritívoro	plataforma interna; templado-subtropical.	50 - 150	Rotalliida	Murray, 2006
Cassidulina/Globocassidulina spp.	arena y fango	infaunal o epifaunal	detritívoro	plataforma externa a batial; frío-templado.		Rotalliida	Murray, 2006
Cassidulinoides spp.		infauna				Rotalliida	Corliss & Chen, 1988.
Chilostomella spp.	fango	infaunal profundo	detritívoro	plataforma externa a batial		Rotalliida	Murray, 2006; Jorissen <i>et al.</i> , 1998.
Chrysalidinella spp.						Rotalliida	
Cibicides spp.	sustratos duros con alta energía	epifaunal	suspensívoro pasivo	plataforma a batial; frío-cálido.	0 - 2000	Rotalliida	Murray, 2006; Jorissen <i>et al.</i> , 1998; Fontainer <i>et al.</i> , 2003.
Cibicoides spp.	sustratos duros	infaunal - epifaunal	suspensívoro pasivo	plataforma a batial; frío.		Rotalliida	Murray, 2006, 1991; Gooday, 1994

Dentalina spp.		infaunal				Lagenida	Corliss & Chen, 1988.
Discorbis spp.	sustratos duros y arena gruesa	epifaunal	herbívoro	plataforma interna; templado-cálido.	0 - 50	Rotallida	Murray, 2006.
Earlandia spp.						Earlandiida	
Elphidium spp.	arena y vegetación (keeled species; arena y fango (non-keeled species)	epifaunal (keeled species); infaunal (non-keeled species)	herbívoro	plataforma interna (keeled species); plataforma interna y marismas salobres o lagunas hipersalinas (non-keeled species); templado-cálido.	0 - 50	Rotallida	Murray, 2006.
Epistominella spp.	fango	epifaunal a infaunal superficial	detritívoro (fitodetrítos)	plataforma batial; templado-frío.		Rotallida	Murray, 2006; Gooday, 1994; Altenbach <i>et al.</i> , 1999.
Eponides spp.	sedimento o sustratos duros	epifaunal	detritívoro	plataforma abisal; frío-templado.		Rotallida	Murray, 2006.
Eubuliminella spp.				plataforma batial		Rotallida	
Evolocassidulina spp.						Rotallida	Stigter <i>et al.</i> , 1998; Jorissen, 1999.
Fissurina spp.		infaunal		plataforma interna a batial		Lagenida	Corliss & Chen, 1988; Fontainer <i>et al.</i> , 2002.
Florilus spp.				plataforma interna		Rotallida	Murray, 2006.
Fursenkoina spp.	fango	infaunal	detritívoro	plataforma a batial superior		Rotallida	Murray, 2006.
Globobulimina spp.	fango	infaunal profundo	detritívoro	plataforma a batial superior; frío-templado.		Rotallida	Murray, 2006; Kurbjeweit <i>et al.</i> , 2000.
Glomospira spp.		epifaunal	detritívoro	Principalmente batial a abisal pero puede ocurrir a profundidades más bajas		Spirillinida	Kaminski <i>et al.</i> 1996; Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Guttulina spp.	fango					Lagenida	Murray, 2006.
Gyroidina spp.	fango	epifaunal	detritívoro	plataforma a batial; frío.		Rotallida	Murray, 2006.
Gyroidinoides spp.		infaunal		plataforma batial		Rotallida	Rathburn & Corliss, 1994.
Hanzawaia spp.	sustratos duros	epifaunal	suspensívoro pasivo	plataforma interna;		Rotallida	Murray, 2006.

				templado-cálido.			
Haynesina spp.	fango y limo	infaunal	herbívoro	marismas, lagunas, plataforma interna; frío-templado.		Rotaliida	Murray, 2006.
Heterolepa spp.	sustratos duros	epifaunal	suspensívoro pasivo	plataforma a batial; frío-templado.		Rotaliida	Murray, 2006.
Hoeglundina spp.	fango	infaunal	detritívoro	plataforma externa a batial; frío.		Robertinida	Murray, 2006.
Hopkinsina spp.		infaunal		plataforma interna, áreas de baja turbulencia y sedimento rico en MO		Rotaliida	Murray, 2006.
Islandiella spp.	fango y limo	infaunal	detritívoro	plataforma a batial superior	>20 m	Rotaliida	Murray, 2006.
Laevidentalina spp.		epifaunal		batial		Lagenida	Corliss, 1985; Corliss & Chen 1988.
Lagena spp.		infaunal				Lagenida	Corliss & Chen 1988.
Lenticulina spp.	fango	epifaunal	detritívoro	plataforma externa a batial; frío.		Lagenida	Murray, 2006.
Neoeponides spp.		epifaunal		plataforma a batial		Rotaliida	Corliss & Chen 1988; Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Neolingulina spp.						Lagenida	Corliss & Chen 1988.
Nonion spp.	fango y limo	infaunal	herbívoro	plataforma; frío-cálido.	0 - 180	Rotaliida	Murray, 2006.
Nonionella spp.	fango	infaunal	detritívoro, herbívoro	plataforma a batial superior; templado-cálido.	10 -1000	Rotaliida	Murray, 2006; Murray, 1991.
Melonis spp.	fango y limo	infaunal	detritívoro	plataforma a batial; frío.		Rotaliida	Murray, 2006.
Oolina spp.		infaunal				Lagenida	Corliss & Chen 1988; Murray, 1991.
Oridorsalis spp.	fango	epifaunal	detritívoro	batial		Rotaliida	
Orthomorphina spp.						Lagenida	
Patellina spp	sustratos duros	epifaunal	herbívoro, carnívoro	plataforma interna; frío-cálido.	0 -100	Spirillinida	Murray, 2006.
Planulina spp.	sustratos duros	epifaunal	suspensívoro pasivo	plataforma a batial; frío-cálido.		Rotaliida	Murray, 2006.
Polymorphina spp.						Lagenida	

Poroeponides spp.	sustratos duros	epifaunal	herbívoro, suspensívoro pasivo	plataforma interna; templado-cálido.		Rotaliida	Murray, 2006.
Procerolagena spp.		epifaunal o infaunal				Rotaliida	Corlis, 1985; Corliss & Chen 1988.
Pseudononion spp.		epifaunal	detritívoro			Rotaliida	
Pullenia spp.	fango	infaunal	detritívoro	plataforma externa a batial; frío.		Rotaliida	Murray, 2006.
Robertinoides spp.		infaunal				Robertinida	Corlis, 1985; Corliss & Chen 1988.
Rosalina spp.	sustratos duros	epifaunal	omnívoro, herbívoro	lagunas, plataforma interna a media; templado-cálido.	0 - 100	Rotaliida	Murray, 2006; 1991.
Sphaeroidina spp.		infaunal				Rotaliida	Corliss & Chen 1988; Jorissen <i>et al.</i> , 1998.
Stainforthia spp.	fango	infaunal	detritívoro	plataforma		Rotaliida	Murray, 2006.
Trifarina spp.	arena y fango	infaunal	detritívoro	plataforma a batial superior; frío-templado.	0 - 400	Rotaliida	Murray, 2006.
Uvigerina spp.	sedimento fangoso	principalmente infaunal, algunos epifaunales	detritívoro	plataforma a abisal; frío.	100 - 4500	Rotaliida	Fontainer <i>et al.</i> , 2002; Gooday, 1994; Bubenshshicova <i>et al.</i> , 2008.
Vaginulina spp.						Lagenida	
Porcelanáceos							
Adelosina spp.		epifaunal				Miliolida	Corliss, 1991.
Cornuspira spp.		infaunal o epifaunal		plataforma		Miliolida	Murray, 2006; Corlis, 1985; Corliss & Chen 1988.
Massilina spp.	plantas	epifito	herbívoro	plataforma interna; templado-cálido.		Miliolida	Murray, 2006.
Miliolinella spp.	plantas y sustratos duros	epifaunal	herbívoro	lagunas normales e hipersalinas, marismas y plataforma interna, algunos registros en océano profundo. 10 - 30 °C	0 - 100	Miliolida	Murray, 2006.
Pyrgo spp.	plantas o sedimento	epifaunal	herbívoro o detritívoro	plataforma interna (templado-cálido) o plataforma batial		Miliolida	Murray, 2006; Gooday, 1994; Corliss & Chen 1988;

				(frío).			Bubenshscicova et al., 2008.
Quinqueloculina spp.	plantas o sedimento	epifaunal	herbívoro	lagunas hipersalinas, marismas marinos y plataforma, raramente batial.		Miliolida	Murray, 2006.
Siphonaperta spp.		epifaunal				Miliolida	Murray, 2006.
Spiroloculina spp.	plantas o sedimento	epifaunal	herbívoro	plataforma interna, lagunas; templado-cálido.		Miliolida	Murray, 2006.
Triloculina spp.	fango, arena, plantas	epifaunal	herbívoro, detritívoro	principalmente lagunas hipersalinas o plataforma interna marina (templado a cálido), algunas especies batiales (frío).		Miliolida	Murray, 2006.
<b>Aglutinantes</b>							
Adercotryma spp.	arena fina	epifaunal o infaunal	detritívoro (fitodetritos)	plataforma a abisal; frío.		Lituolida	Murray, 2006.
Ammobaculites spp.	sedimento fangoso	infaunal	detritívoro, depositívoro activo	marismas y lagunas salobres, plataforma interna a batial superior (templado a tropical)		Lituolida	Murray, 2006; Kaminski & Gradstein, 2005; Fontainer <i>et al.</i> , 2005.
Ammotium spp.	sedimento fangoso	infaunal	detritívoro	Marismas, lagunas salobres y estuarios, mares salobres cerrados.		Lituolida	
Arenoparrella spp.	sedimento fangoso	epifaunal - infaunal	herbívoro	principalmente intermareal en marismas, algunos en plataforma a batial superior (o - 30°C)		Lituolida	Murray, 2006.
Bigenerina spp.	sedimento	epifaunal	omnívoro	plataforma; templado-cálido.		Textulariida	Murray, 2006; 1991.
Clavulina spp.		infaunal	depositívoro activo	batial a abisal		Textulariida	Holbourn et al., 2013; Nagy et al., 1995; Van den Akker et al., 2000.

Clavulinoides spp.				batial a abisal		Textulariida	Holbourn et al., 2013.
Conglophragmium spp.		epifaunal		batial a abisal		Lituolida	Holbourn et al., 2013; Cetean et al., 2011.
Cystamina spp.		infaunal	detritívoro, depositívoro activo	batial a abisal		Lituolida	Murray, 1991; Kaminski & Gradstein, 2005; Fontainer et al., 2002; Holbourn et al., 2013.
Earlandamina spp.						Lituolida	
Eggerella spp.	limo, arena fina	infaunal o epifaunal	detritívoro	plataforma a laguna exterior; frío-templado.		Textulariida	Murray, 2006; Fontainer et al., 2002.
Eggereloides spp.	arena	infaunal	detritívoro	plataforma; templado.		Textulariida	Murray, 2006.
Gaudryina spp.	sustratos duros	epifaunal	suspensívoro pasivo, depositívoro activo	plataforma a batial; templado	50 - 500	Lituolida	Murray, 2006; Cetean et al., 2011.
Haplophragmoides spp.	fango-arena	epifaunal a infaunal superficial	detritívoro, depositívoro activo	marismas a batial; frío-templado.		Lituolida	Murray, 2006; Kaminski & Gradstein, 2005; Corlis, 1985; Corliss & Chen 1988.
Hormosina spp.	fango	infaunal	detritívoro	batial a abisal; frío.		Lituolida	Murray, 2006.
Hormosinella spp.		infaunal o epifaunal	depositívoro activo	batial a abisal		Lituolida	Kaminski & Gradstein, 2005; Szarek et al., 2007; Holbourn et al., 2013.
Hyperamina spp.		epifaunal	detritívoro	plataforma a abisal		Astrorhizida	Murray, 2006; Kaminski & Gradstein, 2005; Holbourn et al., 2013.
Entzia spp.	fango, limo	epifaunal	herbívoro o detritívoro	marisma alta intermareal (0 - 30°C)		Lituolida	Murray, 2006.
Labrospira spp.						Lituolida	
Lagenamina spp.	sedimento	infaunal	detritívoro; suspensívoro y/o	plataforma a batial; frío-templado.		Astrorhizida	Murray, 2006; Kaminski &

			depositívoro pasivo				Gradstein, 2005.
Martinottiella spp.	fango	epifaunal	detritívoro	plataforma externa a batial; frío.	>120 m	Textulariida	Murray, 2006.
Miliammina spp.	fango, limo, vegetación en descoposición	infaunal o epifaunal	detritívoro	marismas a batial superior (0 - 30°C)		Textulariida	Murray, 2006.
Paratrochammina spp.		epifaunal	depositívoro activo y pasivo	batial a abisal		Lituolida	Akker <i>et al.</i> , 2000; Kaminski, 1995; Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Polychasmina spp						Lituolida	
Protoschista spp.						Textulariida	
Psammosphaera spp.		epifaunal	suspensívoro y/o depositívoro pasivo	Plataforma a abisal		Astrorhizida	Gooday <i>et al.</i> , 1996; Mojtahid <i>et al.</i> , 2010; Cetean <i>et al.</i> , 2011; Kaminski & Gradstein, 2005; Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Pseudonodosinella spp.				batial a abisal		Lituolida	Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Pseudothurammina spp.						Astrorhizida	Murray, 2006.
Recurvoides spp.	sedimento	epifaunal	detritívoro	plataforma a batial; frío.		Lituolida	Murray, 2006.
Rhabdammina spp.		epifaunal	suspensívoro	batial a abisal		Astrorhizida	Kaminski & Gradstein, 2005; Schoder & Rooyen 2010; Akker <i>et al.</i> , 2000; Holbourn <i>et al.</i> , 2013.
Reophax spp.	fango, arena	infaunal	detritívoro, depositívoro activo	plataforma a batial, lagunas; frío-templado.		Lituolida	Murray, 2006; Kaminski & Gradstein, 2005.
Saccamina spp	arena	infaunal	detritívoro, suspensívoro y/o depositívoro pasivo	plataforma interna a media	0 - 100	Astrorhizida	Murray, 2006; Kaminski & Gradstein, 2005.
Siphotrochammina spp.		epifaunal, a veces epifitos en raíces de manglares		marismas y manglares; cálido (tropical)		Lituolida	Murray, 2006.

Spiroplectammina spp.				batial a abisal		Lituolida	Holbourn et al., 2013.
Textularia spp.	sustratos duros, sedimento	epifaunal	detritivoro	plataforma a batial, lagunas; frío-cálido.	0 - 500	Textulariida	Murray, 2006; Corlis, 1985; Corliss & Chen 1988.
Tritaxis spp.		epifaunal	depositivoro activo			Lituolida	Koho et al., 2008; Akker et al., 2000.
Trochammina spp.	sedimento	epifaunal o infaunal	herbívoro/detritívoro, depositívoro activo	intermareal a abisal (0 - 30°C)	0 - 6000	Lituolida	Murray, 2006; Kaminski & Gradstein, 2005.
Trochaminopsis spp.		epifaunal	depositívoro activo			Lituolida	Murray, 1991; Akker et al., 2000.
Verneuilina spp.						Lituolida	

ANEXO E. Caracterización de los foraminíferos planctónicos presentes en las muestras analizadas de acuerdo a su provincia latitudinal, temperatura y profundidad. Tomado de Schiebel y Hemleben (2017) y Kucera *et al.* (2005).

Especies	Provincia latitudinal	Temperatura	Profundidad	Rango temperatura aprox en °C (superficie del mar)	Rango temperatura aprox en °C con mayor abundancia
Dentigloborotalia anfracta	tropical a templado (subtropical)				
Globigerina bulloides	transicional	tropical a subpolar	superficie a subsuperficie	5 a 29	6 a 22
Globigerina falconensis	subtropical			11,5 a 29	17 a 27
Globigerinella calida	subtropical	tropical a subtropical	superficie	11 a 29	13 a 29
Globigerinella siphonifera	subtropical	tropical a templado	superficie a subsuperficie	11 a 29	15 a 29
Globigerinita glutinata	transicional	tropical a subpolar	superficie a subsuperficie	6 a 29	9 a 29
Globigerinita minuta	tropical a subtropical				
Globigerinita uvula	transicional	templado a polar			
Globigerinoides conglobatus	subtropical	subtropical	superficie a subsuperficie	18 a 29	19 a 29
Globigerinoides ruber (blanca)	subtropical	tropical a templado	superficie	12 a 29	15 a 29
Globigerinoides sacculifer	tropical	tropical a templado	superficie	16 a 29	18 a 29
Globorotalia crassaformis	tropical	tropical a subtropical	subsuperficie	14 a 29	18 a 29
Globorotalia inflata	transicional	templado	subsuperficie	6 a 29	7 a 26
Globorotalia menardii	tropical	tropical a subtropical	superficie a subsuperficie	13 a 29	17 a 29
Globorotalia hirsuta	subtropical	subtropical a templado	subsuperficie a aguas profundas		10 a 28
Globorotalia scitula	transicional	subpolar a tropical	subsuperficie	0 a 29	10 a 23
Globorotalia truncatulinoides	subtropical	tropical a templado	aguas profundas	0 a 29	13 a 29
Globorotalia spp.					
Globoturborotalita rubescens	subtropical	tropical a subtropical	superficie	9 a 29	15 a 29
Globoturborotalita tenella	subtropical	tropical a subtropical	superficie		
Neogloboquadrina dutertrei	subtropical	tropical a subtropical	superficie a subsuperficie	6,5 a 29	12 a 29
Neogloboquadrina incompta	subpolar	subtropical a polar	superficie a subsuperficie	0 a 29	5 a 26
Neogloboquadrina pachyderma	polar	subtropical a polar	superficie a subsuperficie	0 a 29	0 a 20
Neogloboquadrina spp.					
Orbulina universa	subtropical	tropical a templado	superficie	9 a 29	15 a 29
Pulleniatina obliquiloculata	tropical	tropical a subtropical	superficie	1 a 29	16,5 a 29
Tenuitella iota	subtropical (?)	subtropical a templado	superficie		
Tenuitella spp.					
Trilobatus trilobus	tropical	tropical a templado (o subtropical)		3 a 29	19 a 29
Turborotalita clarkei					
Turborotalita quinqueloba	subpolar	tropical a polar	superficie a subsuperficie	0 a 28,5	0 a 21

ANEXO F. Correlaciones de Pearson entre datos abióticos y bióticos para la transecta Sur.

linear r/statistic p	Prof.	P/B	Planct	Bent	Hial	Porcel	Aglut	Dt bent	Dt planct	Dtot	Ab tot	Ab 0,125	Ab 0,063	MO	CaCO <sub>3</sub>	Corg	Ntot	C/N	δ <sup>13</sup> C	δ <sup>15</sup> N	Grava	AMG	AG	AM	AF	AMF	Total Arenas	LG	LM	LF	LMF	Total Limos	ArcG	ArcM	ArcF	Arc MF	Total Arcillas	
Prof		<b>0.0447</b>	<b>0.0273</b>	0.0816	0.4367	0.3330	0.9583	0.9319	0,0000	0.9024	0.9024	0,0000	0.9073	0.1355	0.1525	0.7771	0.6451	0.1097	0.3342	0.5003	0.4087	0.3553	0.1498	0,0000	<b>0,0000</b>	0,0000	<b>0,0000</b>	<b>0,0134</b>	<b>0,0382</b>	0,0523	0,0731	<b>0,0271</b>	0,0949	0,0749	<b>0,0424</b>	1	0,0805	
P/B	<b>0.8218</b>		<b>1.9921 E-05</b>	<b>0.0073</b>	0.4389	0.4849	0.5424	0.9950	0.5688	0.9561	0.9561	0.8717	0.9531	0.3061	0.2517	0.5259	0.4916	0.4649	0.9561	0.4290	0.4933	0.4452	0.2482	0.3126	0.0875	0.4027	0.0542	<b>0,0373</b>	0,0855	0,0955	0,0640	0,0576	<b>0,0474</b>	0,0562	<b>0,0438</b>	1	<b>0,0491</b>	
Planct	<b>0.8617</b>	<b>0.9963</b>		<b>0.0086</b>	0.4044	0.4384	0.5481	0.9268	0.5145	0.8884	0.8884	0.9492	0.8864	0.2424	0.2169	0.5023	0.4564	0.3927	0.9034	0.3853	0.4632	0.4129	0.2105	0.2750	0.0591	0.4296	<b>0,0000</b>	<b>0,0211</b>	0,0569	0,0655	<b>0,0445</b>	<b>0,0359</b>	<b>0,0342</b>	<b>0,0390</b>	<b>0,0277</b>	1	<b>0,0343</b>	
Bent	0,0000	<b>-0.9291</b>	<b>-0.9229</b>		0.9083	0.9581	0.8280	0.9146	0.6455	0.9538	0.9538	0.7243	0.9596	0.4637	0.4328	0.5023	0.4564	0.3927	0.9034	0.3853	0.3276	0.3210	0.4122	0.7052	0.0800	0.2925	0.1117	0,0824	0,1456	0,1592	0,1227	0,1108	0,1011	0,1153	0,0879	1	0,1032	
Hial	0.3962	0.3945	0.4220	-0.0611		<b>0.0032</b>	0.1254	0.2857	0.2495	0.2800	0.2800	0.2607	0.2853	0.1089	0.1672	0.1694	0.2506	0,0000	0,2050	0.3670	0.9369	0.9328	0.1655	<b>0.0084</b>	0,0000	0.9073	0.1954	0,2410	0,2101	0,2015	0,1927	0,2184	0,1955	0,1851	0,2264	1	0,1947	
Porc	-0.4819	-0.3587	-0.3948	0.0278	<b>-0.9530</b>		0.3772	0.4473	0.4421	0.4447	0.4447	0.2349	0.4572	0.1010	0.0795	0.7365	0.7262	0.7011	0.9996	0.6752	0.8982	0.7660	0.0890	<b>0.0006</b>	0.5519	0.7234	0.2454	0,2643	0,2537	0,2600	0,2821	0,2590	0,3053	0,2737	0,2945	1	0,2927	
Aglut	-0.0277	-0.3154	-0.3112	0.1151	-0.6948	0,0000		0.1809	0.1061	0.1712	0.1712	0.6190	0.1635	0.4419	0,0000	0.0891	0.1666	0.9159	0.2091	0.2660	0.5832	0.6459	0.7880	0,0000	0.5997	0,0000	0.3366	0,4521	0,3680	0,3204	0,2377	0,3836	0,1973	0,2318	0,3200	1	0,2207	
Dt bent	0.0453	0.0032	0.0487	0.0569	0.5241	0,0000	-0.6289		<b>0.0041</b>	<b>2.4902 E-07</b>	<b>2.4893 E-07</b>	<b>0.0444</b>	<b>1.2136 E-06</b>	0.1096	0.5049	0.3027	0.3403	0.8855	0.4803	0.4294	0.6141	0.5753	0.4109	0.4636	0.4417	0.3094	0,0000	0.4078	0,2469	0,2137	0,2217	0,3079	0,2404	0,2297	0,2950	1	0,2420	
Dt planct	0.2657	0.2960	0.3363	-0.2409	0.5583	-0.3919	0,0000	<b>0.9467</b>		<b>0.0029</b>	<b>0.0029</b>	0.1368	<b>0.0025</b>	0.0672	0,0000	0.0968	0.1183	0.6560	0.5014	0.1838	0.5737	0.5314	0.3511	0.4100	0.1917	0.1515	0,0000	0,1724	0,0859	0,0668	0,0605	0,1142	0,0644	0,0639	0,0973	1	0,0670	
Dtot	0.0651	0.0292	0.0744	0.0307	0.5294	-0.3899	-0.6397	<b>0.9995</b>	<b>0.9555</b>		<b>1.3167 E-19</b>	<b>0.0489</b>	<b>6.5735 E-08</b>	0.1033	0.4975	0.2813	0.3177	0.8650	0.4795	0.4052	0.6089	0.5697	0.4032	0.4567	0.4145	0.2913	0.2589	0.3818	0,2274	0,1955	0,2016	0,2854	0,2186	0,2092	0,2716	1	0,2205	
Abtot	0.0651	0.0292	0.0744	0.0307	0.5294	-0.3899	-0.6397	<b>0.9995</b>	<b>0.9555</b>	<b>1</b>		<b>0.0489</b>	<b>6.5588 E-08</b>	0.1033	0.4975	0.2813	0.3177	0.8650	0.4795	0.4052	0.6089	0.5697	0.4032	0.4567	0.4145	0.2913	0.2589	0.3819	0,2274	0,1955	0,2016	0,2854	0,2186	0,2092	0,2717	1	0,2205	
Ab 0,125	0.0935	-0.0857	-0.0338	0.1859	0.5475	0,0000	0,0000	<b>0.8225</b>	0.6804	<b>0.8134</b>	<b>0.8134</b>		0.0552	0.0784	0.1560	0.8321	0.8823	0,0000	0.6092	0,0000	0.2937	0.2506	0.1249	0.2302	0.6947	0.8570	0.4315	0,5368	0,3939	0,3828	0,4354	0,4590	0,4795	0,4354	0,4843	1	0,4648	
Ab 0,063	0.0618	0.0312	0.0758	0.0269	0.5245	-0.3801	-0.6485	<b>0.0000</b>	<b>0.9583</b>	<b>0.9997</b>	<b>0.9997</b>	0.8014		0.1086	0,0000	0.2710	0.3070	0.8558	0.4784	0,0000	0.6250	0.5864	0.4202	0.4702	0.4110	0.2794	0.2590	0.3824	0,2277	0,1951	0,2000	0,2855	0,2163	0,2078	0,2706	1	0,2186	
MO	0.6821	0.5056	0.5651	-0.3751	0,0000	-0.7277	-0.3921	0.7157	0.7799	0.7245	0.7245	0.7615	0.7172		<b>0.0407</b>	0.2403	0.1816	0.3067	0.9984	0.1699	0.2692	0.2088	<b>0.0241</b>	0.0603	0.0844	0.6622	<b>0.0191</b>	<b>0.0313</b>	<b>0.0141</b>	<b>0.0147</b>	<b>0.0271</b>	<b>0.0211</b>	<b>0.0431</b>	<b>0.0281</b>	<b>0.0299</b>	1	<b>0.0357</b>	
CaCO <sub>3</sub>	-0.6613	-0.5561	-0.5907	0.3993	-0.6443	0.7598	0.1018	-0.3435	-0.3898	-0.3491	-0.3491	-0.6572	0,0000	<b>-0.8302</b>		0.1665	0.1828	0.6794	0.5513	0.2480	0.1315	0.0862	<b>2.7039 E-05</b>	<b>0.0272</b>	0.3275	0.9913	0.1334	0.1333	0,1477	0,1673	0,1861	0,1438	0,1993	0,1727	0,1617	1	0,1850	
Corg	0.2228	0.4740	0.4976	-0.4976	0.8305	0.2634	-0.9108	0.6972	0.9031	0.7186	0.7186	0.1678	0.7289	0.7596	0.8334		<b>0.0128</b>	0.5124	0.5321	0.0513	1	1	0.3118	0.3118	0.3097	0.0827	0.1482	0,2649	0,1714	0,1393	0,0822	0,1932	0,0647	0,0764	0,1370	1	0,0743	
Ntot	0.3548	0.5083	0.5435	-0.5435	0.7493	0.2737	-0.8333	0.6596	0.8816	0.6822	0.6822	0.1177	0.6929	0.8183	0.8171	<b>0.9871</b>		0.3801	0.6791	0.0136	1	1	0.2083	0.2083	0.2066	0.1497	0.0823	0,1775	0,0938	0,0696	<b>0.0368</b>	0,1145	<b>0.0379</b>	<b>0.0366</b>	0,0781	1	<b>0.0397</b>	
C/N	-0.8902	-0.5350	-0.6072	0,0000	0.0119	-0.2988	0.0840	-0.1144	-0.3440	-0.1349	0.1349	0.2729	-0.1441	0.6932	-0.3205	-0.4875	-0.6198		0.4577	0.2615	1	1	<b>0.0364</b>	<b>0.0364</b>	<b>0.0372</b>	0,0000	0,0000	0,0857	0,1078	0,1359	0,2253	0,1035	0,3079	0,2489	0,1744	1	0,2719	
δ <sup>13</sup> C	0.6657	0.0438	0.0965	-0.0965	-0.7950	0.0003	0.7908	-0.5196	-0.4985	-0.5204	-0.5204	-0.3907	-0.5215	-0.0015	-0.4486	-0.4678	-0.3209	-0.5422		0.8343	1	1	0.6922	0.6922	0.6950	0,0000	0,0000	0,7942	0,8957	0,9537	0,89457	0,8757	0,7893	0,8632	0,9950	1	0,8360	
δ <sup>15</sup> N	-0.4996	-0.5709	-0.6146	0.6146	-0.6329	-0.3247	0.7339	-0.5705	-0.8161	-0.5947	-0.5947	-0.0183	-0.6061	-0.8300	-0.7520	-0.9486	-0.9863	0.7384	0.1656	3	1	1	0.1185	0.1185	0.1172	0,0000	<b>0,0000</b>	0,0981	<b>0,0368</b>	<b>0,0225</b>	<b>0,0090</b>	0,0507	<b>0,0240</b>	<b>0,0125</b>	<b>0,0319</b>	1	<b>0,0188</b>	
Grava	-0.4185	-0.3523	-0.3754	0.4866	0.0420	0.0679	-0.2855	-0.2633	-0.2925	-0.2670	-0.2670	-0.5168	-0.2555	-0.5395	0.6871	0	0	0	0	0	0	0	<b>2.5058 E-05</b>	0.1137	0.6578	0.4146	0,0000	0.3825	0.3812	0,3877	0,4151	0,4397	0,3903	0,4495	0,4271	0,3889	1	0,4342
AMG	0,0000	-0.3895	0,0000	0.4924	-0.0447	0.1572	-0.2406	-0.2913	-0.3236	-0.2954	-0.2954	-0.5572	-0.2832	-0.5991	0.7496	0	0	0	0	0	0	<b>0.9959</b>	0.0726	0.5374	0.3809	0.6767	0.3237	0.3237	0.3302	0.3567	0.3811	0.3324	0.3919	0.3681	0.3340	1	0,3764	
AG	-0.6646	-0.5596	-0.5973	0.4158	-0.6462	0.7452	0.1422	-0.4168	-0.4663	-0.4230	-0.4230	-0.6955	-0.4093	<b>-0.8702</b>	<b>0.9957</b>	-0.6881	-0.7916	<b>0.9635</b>	-0.3077	0.8814	0.7103	0.7709		<b>0.0322</b>	0.2751	0.9106	0.1021	0,1074	0,1122	0,1273	0,1440	0,1119	0,1571	0,1334	0,1260	1	0,1446	
AM	-0.5939	-0.4998	-0.5341	0.1991	<b>-0.9237</b>	<b>0.9798</b>	0.4058	-0.3751	-0.4175	-0.3805	-0.3805	-0.5773	-0.3700	-0.7921	<b>0.0000</b>	-0.6881	-0.7916	<b>0.0000</b>	-0.3077	0.8814	0.2322	0.3192	<b>0.8495</b>	0.4158	0.8498	0.1517	0.1616	0.1658	0.1754	0.1882	0.1641	0,2023	0,1781	0,1879	1	0,1916		
AF	<b>-0.8707</b>	-0.7475	-0.7942	0.7590	-0.3401	0.3084	0.2736	0,0000	-0.6172	-0.4139	-0.4139	-0.2064	0,0000	-0.7523	0.4867	-0.6902	-0.7933	<b>0.9627</b>	-0.3049	0.8827	0,0000	0.4413	0.5339	0.4129		0.4417	<b>0,0000</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0041</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0103</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,0192</b>	<b>0,0132</b>	<b>0,0058</b>	1	<b>0,0148</b>	
AMF	-0.0218	-0.4234	-0.4018	0.5179	-0.0618	-0.1865	0.6260	-0.5027	-0.6625	-0.5190	-0.5190	-0.0956	-0.5299	-0.2291	-0.0057	-0.9172	-0.8502	0.1666	0.7247	0.7718	0,0000	0.2190	0.0596	-0.1004	0.3922		0,0000	0,4763	0,4193	0,3784</								

ANEXO G. Correlaciones de Pearson entre datos abióticos y bióticos para la transecta Norte.

linear r/statistic p	Prof	P/B	Planct	Bent	Hial	Porcel	Aglut	Dt bent	Dt planct	Dtot	Ab tot	Ab 0,125	Ab 0,063	MO	CaCO <sub>3</sub>	Corg	Ntot	C/N	δ <sup>13</sup> C	δ <sup>15</sup> N	Grava	AMG	AG	AM	AF	AMF	Total Arenas	LG	LM	LF	LMF	Total Limos	ArcG	ArcM	ArcF	ArcMF	Total Arcillas	desg y/o retrab		
Prof		0,5537	0,5922	0,5921	0,0732	0,3477	0,0661	0,3167	0,6465	0,4485	0,4483	0,6968	0,4803	0,6047	0,9173	0,8627	0,8720	0,8007	0,7535	0,9849	1	1	0,4183	0,4570	0,4216	0,4136	0,2068	0,1125	0,1361	0,2782	0,4363	0,1646	0,5304	0,4325	0,3816	0,9785	0,4864	0,4053		
P/B	0,3072		5,76E-06	5,70E-06	0,5573	0,5573	0,5721	0,6833	0,0006	0,7908	0,7915	0,9295	0,7841	0,8811	0,5389	0,0305	0,0377	0,1071	0,2261	0,1747	1	1	0,6049	0,6771	0,6598	0,4002	0,3586	0,7378	0,2919	0,2077	0,2329	0,3729	0,2304	0,2795	0,2909	0,1447	0,2482	0,0054		
Planct	0,2791	0,9980		2,73E-16	0,5227	0,5378	0,5381	0,7642	0,0001	0,7083	0,7090	0,9463	0,6976	0,8040	0,5405	0,0349	0,0414	0,1152	0,2370	0,1886	1	1	0,5866	0,6593	0,6479	0,4670	0,3892	0,7769	0,3207	0,2316	0,2563	0,4052	0,2524	0,3050	0,3158	0,1535	0,2714	0,0051		
Bent	-0,2792	-0,9981	-1		0,5228	0,5379	0,5381	0,7640	0,0001	0,7085	0,7092	0,9463	0,6979	0,8042	0,5405	0,0348	0,0414	0,1151	0,2369	0,1885	1	1	0,5866	0,6593	0,6479	0,4668	0,3891	0,7768	0,3206	0,2315	0,2562	0,4051	0,2524	0,3049	0,3157	0,1534	0,2714	0,0051		
Hial	-0,7702	0,3046	0,3302	-0,3301		0,8408	0,7945	0,4158	0,4745	0,2895	0,2887	0,4276	0,3496	0,6409	0,5791	0,6174	0,5659	0,9689	0,2963	0,6506	1	1	0,9152	0,8185	0,8389	0,5151	0,8246	0,8718	0,8078	0,6420	0,4833	0,7360	0,4370	0,4781	0,4791	0,3527	0,4511	0,8830		
Porc	-0,4694	-0,3045	-0,3190	0,3189	0,1065		0,4160	0,5056	0,2988	0,2983	0,5003	0,3439	0,4453	0,5281	0,3686	0,3573	0,2047	0,5085	0,3218	1	1	0,6665	0,7378	0,7152	0,6650	0,5593	0,2228	0,4090	0,6507	0,8158	0,4169	0,9332	0,7947	0,6872	0,5188	0,8692	0,8961			
Aglut	0,7821	-0,2937	-0,3188	0,3187	-0,9995	-0,1379		0,9444	0,0059	0,0059	0,6848	0,0095	0,1353	0,6283	0,7704	0,8252	0,6846	0,9649	0,7743	1	1	0,8296	0,9053	0,8155	0,0059	0,1353	0,1558	0,0996	0,0968	0,1050	0,0953	0,1194	0,1052	0,1021	0,2990	0,1127	0,6558			
Dt bent	-0,4963	-0,2144	-0,1585	0,1587	0,4276	-0,4129	-0,4128		0,5424	0,5432	0,9795	0,5249	0,6577	0,5778	0,0564	0,0613	0,1568	0,2703	0,2388	1	1	0,5530	0,6276	0,6291	0,6264	0,4660	0,8563	0,3883	0,2959	0,3244	0,4815	0,3206	0,3785	0,3847	0,1965	0,3411	0,0057			
Dt planct	0,2403	0,9808	0,9909	-0,9909	0,3561	-0,3668	-0,3431	-0,0371		1,29E-11	0,6934	0,0002	0,0999	0,7931	0,8432	0,7943	0,9837	0,7683	0,9353	1	1	0,9994	0,9566	0,9568	0,0561	0,2936	0,2170	0,2684	0,2945	0,2967	0,2355	0,3188	0,2794	0,2730	0,6027	0,3622	0,8402			
Dtot	-0,3870	0,1404	0,1971	-0,1969	0,5309	-0,5208	-0,5123	0,9366	0,3156		1	0,6920	0,0002	0,0996	0,7942	0,8427	0,7938	0,9832	0,7667	0,9339	1	1	0,9993	0,9560	0,9575	0,0558	0,2937	0,2171	0,2677	0,2936	0,2960	0,2350	0,3181	0,2788	0,2721	0,6017	0,3615	0,8419		
Abtot	-0,3871	0,1399	0,1965	-0,1964	0,5314	-0,5215	-0,5128	0,9368	0,3150	1		0,6920	0,0002	0,0996	0,7942	0,8427	0,7938	0,9832	0,7667	0,9339	1	1	0,9993	0,9560	0,9575	0,0558	0,2937	0,2171	0,2677	0,2936	0,2960	0,2350	0,3181	0,2788	0,2721	0,6017	0,3615	0,8419		
Ab 0,125	-0,2050	0,0470	0,0358	-0,0358	0,3613	-0,4035	-0,3470	0,2134	0,0137	0,2074	0,2084		0,9169	0,4828	0,3208	0,3152	0,2716	0,4722	0,0421	0,1564	1	1	0,0480	0,1024	0,1105	0,9974	0,2005	0,1372	0,1779	0,2064	0,1479	0,2095	0,1716	0,1425	0,4140	0,1898	0,8058			
Ab 0,063	-0,3624	0,1449	0,2044	-0,2043	0,4893	-0,4677	-0,4726	0,9193	0,3285	0,9882	0,9880	0,0555		0,0561	0,9070	0,9088	0,8645	0,9662	0,8815	0,9696	1	1	0,8093	0,7871	0,8768	0,0505	0,3958	0,3168	0,3729	0,3987	0,4041	0,3402	0,4260	0,3881	0,3872	0,6979	0,4110	0,7940		
MO	-0,2701	0,0795	0,1315	-0,1313	0,3988	-0,2442	-0,3895	0,6824	0,2324	0,7295	0,7299	-0,3604	0,7999		0,3425	0,9600	0,9972	0,9865	0,9992	0,9479	1	1	0,2123	0,1691	0,2113	0,0843	0,9402	0,9834	0,8469	0,8524	0,9014	0,8966	0,9441	0,9486	0,8914	0,9439	0,9405	0,9668		
CaCO <sub>3</sub>	-0,0552	0,3181	0,3170	-0,3170	0,3182	0,2886	-0,3262	-0,2532	0,2896	-0,1389	-0,1381	-0,4926	-0,0621	0,4738		0,4287	0,4527	0,1444	0,6541	0,3050	1	1	0,1205	0,0890	0,0772	0,8175	0,1069	0,2523	0,2901	0,2224	0,1536	0,2182	0,1179	0,1171	0,1859	0,1324	0,1229	0,7725		
Corg	0,1081	0,9128	0,9046	-0,9046	0,5320	-0,3053	-0,5205	-0,1813	0,8681	0,1235	0,1238	0,5706	0,0717	-0,0314	0,4662		8,28E-05	0,0205	0,0539	0,0187	1	1	0,8895	0,9135	0,6305	0,4806	0,4941	0,9255	0,6110	0,4813	0,4840	0,6709	0,4508	0,5118	0,5975	0,3082	0,4807	0,1753		
Ntot	0,1007	0,8995	0,8929	-0,8929	0,5438	-0,3481	-0,5309	-0,1377	0,8604	0,1623	0,1627	0,6130	0,1066	0,0022	0,4450	0,9983		0,0257	0,0407	0,0156	1	1	0,8352	0,8568	0,6829	0,5321	0,5462	0,8774	0,6692	0,5407	0,3561	0,7318	0,5113	0,5747	0,6639	0,3556	0,5426	0,1945		
C/N	-0,1572	0,7961	0,7857	-0,7858	0,6835	0,0244	-0,6820	-0,2503	0,7354	0,0128	0,0132	0,4280	-0,0266	-0,0106	0,7498	0,9332	0,9224	0,1522	0,0276	1	1	0,8665	0,8947	0,5773	0,4403	0,4531	0,9140	0,6404	0,4420	0,3751	0,6551	0,3152	0,3835	0,4940	0,1524	0,3495	0,3248			
δ <sup>13</sup> C	-0,1949	-0,6593	-0,6481	0,6481	-0,4169	0,5887	0,3967	0,0276	-0,6143	-0,1830	-0,1843	-0,8916	-0,0932	0,0006	-0,2752	-0,8720	-0,8941	-0,7408		0,0189	1	1	0,3902	0,4086	0,8397	0,7509	0,7642	0,8347	0,9736	0,9257	0,9676	0,9823	0,9393	0,9772	0,9125	0,8219	0,9653	0,5046		
δ <sup>15</sup> N	-0,0118	-0,7149	-0,6995	0,6995	-0,5750	0,2781	0,5642	0,1783	-0,6462	-0,0509	-0,0520	-0,7358	0,0239	0,0409	-0,5803	-0,9373	-0,9445	-0,9184	0,9367	1	1	0,5023	0,5300	0,6601	0,5564	0,5698	0,9009	0,8207	0,6900	0,6662	0,8361	0,6119	0,6664	0,8003	0,4613	0,6452	0,4687			
Grava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
AMG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
AG	-0,4109	-0,2700	-0,2832	0,2832	0,2253	0,0566	-0,2262	0,1141	-0,3078	0,0004	0,0005	0,8154	-0,1278	-0,5955	-0,7013	0,0869	0,1298	0,1051	-0,5007	-0,4020	0	0				0,0005	0,0008	0,8832	0,0685	0,0675	0,1194	0,1657	0,1815	0,0949	0,1938	0,1482	0,1561	0,4163	0,1753	0,5391
AM	-0,3803	-0,2187	-0,2313	0,2312	0,1735	0,1216	-0,1767	0,0632	-0,2537	-0,0290	-0,0294	0,7259	-0,1429	-0,6422	-0,7454	0,0680	0,1127	0,0828	0,4841	-0,3784	0	0	0,9813			0,0000	0,7787	0,0852	0,0809	0,1869	0,2507	0,2657	0,1449	0,2729	0,2145	0,2437	0,5198	0,2518	0,6860	
AF	-0,4083	-0,2309	-0,2393	0,2393	0,1895	0,1078	-0,1922	0,1237	-0,2527	0,0288	0,0283	0,7147	-0,0823	-0,5966	-0,7637	-0,2945	-0,2518	-0,3386	0,1263	0,2703	0	0	0,9763	0,9976		0,8629	0,0625	0,0606	0,1577	0,2177	0,2324	0,1177	0,2394	0,1830	0,2133	0,4910	0,2192	0,68115		
AMF	-0,4147	-0,4256	-0,3726	0,3727	0,2389	-0,3359	-0,2273	0,9364	-0,2545	0,7999	0,8004	0,0017	0,8105	0,7525	-0,1223	-0,4207	-0,3766	-0,4559	0,1969	0,3561	0	0	-0,0781	-0,1487	-0,0916		0,2681	0,3934	0,1713	0,1300	0,1390	0,1974	0,1507	0,1626	0,1535	0,2264	0,1532	0,391		
Total Arenas	-0,6012	-0,4600	-0,4346	0,4347	0,3080	-0,1175	-0,3031	0,6824	-0,3733	0,5170	0,5169	0,6079	0,4291	-0,0399	-0,7197	-0,4090	-0,3647	-0,4446	0,1863	0,3448	0	0	0,7780	0,7512	0,7882	0,5406		0,0062	0,0036	0,0080	0,0127	0,0010	0,0169	0,0067	0,0112	0,1532	0,0126	0,36614		
LG	0,7119	0,1767	0,1498	-0,1499	-0,																																			

ANEXO H. Correlación de Pearson entre microhábitats de foraminíferos bentónicos y variables abióticas.

linear r/statistic p	Prof (m)	Epifauna (%)	Infauna (%)	Epifauna/Infauna (%)	NC (%)	MO (%)	CaCO3 (%)	Corg (%)	Ntot (%)	Grava (%)	AMG (%)	AG (%)	AM (%)	AF (%)	AMF (%)	Tot Arenas (%)	LG (%)	LM (%)	LF (%)	LMF (%)	Tot Limos (%)	ArcG (%)	ArcM (%)	ArcF (%)	ArcMF (%)	Tot Arcillas (%)
Prof (m)		0,6857	0,4217	0,3949	0,1006	0,5351	0,2106	0,7128	0,6580	0,3969	0,3520	0,0878	0,1719	<b>0,0329</b>	0,3954	<b>0,0078</b>	<b>0,0009</b>	<b>0,0047</b>	<b>0,0293</b>	0,0718	<b>0,0038</b>	0,1136	0,0616	<b>0,0421</b>	0,8508	0,0873
Epifauna (%)	-0,1306		0,2170	0,0585	0,8765	<b>0,0316</b>	<b>0,0033</b>	0,1756	0,1050	0,4098	0,2805	<b>0,0230</b>	<b>0,0003</b>	0,1743	0,2617	0,1532	0,3000	0,2199	0,1993	0,1997	0,2275	0,1993	0,1853	0,2220	0,3055	0,1956
Infauna (%)	-0,2561	-0,3846		0,0741	0,5170	0,9479	0,5036	0,9217	0,7398	0,9648	0,9667	0,7464	0,6583	0,9307	0,6830	0,9113	0,9378	0,7738	0,8281	0,9900	0,8729	0,9031	0,9636	0,9989	0,8818	0,9322
Epifauna/Infauna (%)	0,2706	-0,5597	-0,5334		0,8451	<b>0,0325</b>	0,1145	0,3509	0,4284	0,4630	0,3819	<b>0,0204</b>	<b>0,0283</b>	0,2338	0,5153	0,2039	0,3924	0,2211	0,2118	0,2876	0,2740	0,3231	0,2869	0,3226	0,3713	0,3094
nc (%)	0,4965	-0,0504	-0,2078	0,0633		0,6657	0,5345	0,3738	0,4573	0,7076	0,6808	0,4962	0,5672	0,4523	0,9299	0,4276	0,3363	0,2941	0,4231	0,5997	0,3456	0,7292	0,5915	0,4788	0,5972	0,6600
MO (%)	0,1991	<b>-0,6198</b>	-0,0212	<b>0,6171</b>	-0,1394		0,0520	0,6258	0,4791	0,1891	0,1449	<b>0,0066</b>	<b>0,0228</b>	<b>0,0128</b>	0,1179	0,0914	0,1150	0,1711	0,2380	0,2438	0,1467	0,2480	0,1957	0,2353	0,7100	0,2299
CaCO3 (%)	-0,3897	<b>0,7714</b>	-0,2143	-0,4798	-0,1994	-0,5719		0,1282	0,1279	<b>0,0084</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0004</b>	0,1550	0,4580	0,0899	0,1064	0,1262	0,1669	0,1856	0,1151	0,1968	0,1588	0,1533	0,5668	0,1792
Corg (%)	0,1434	-0,4949	0,0385	0,3534	-0,3379	0,1893	0,5462		<b>1,45E-06</b>	1	1	0,9717	0,7686	0,3379	0,2053	0,1044	0,4066	0,1666	0,1173	0,1068	0,1956	0,0903	0,1073	0,1743	0,2545	0,1018
Ntot (%)	0,1721	-0,5754	0,1295	0,3028	-0,2850	0,2719	0,5465	<b>0,9847</b>		1	1	0,8896	0,7548	0,1655	0,3101	0,0731	0,3260	0,1346	0,1009	0,0958	0,1552	0,0840	0,0933	0,1519	0,2728	0,0920
Grava (%)	-0,2695	0,2625	0,0143	-0,2346	-0,1211	-0,4071	<b>0,7190</b>	0	0		<b>9,52E-12</b>	<b>0,0151</b>	0,3296	0,2197	0,8428	0,2411	0,2615	0,2813	0,3336	0,3565	0,2717	0,3648	0,3271	0,3018	0,6765	0,3452
AMG (%)	-0,2950	0,3394	-0,0135	-0,2778	-0,1328	-0,4472	<b>0,7786</b>	0	0,0000	<b>0,9959</b>		<b>0,0068</b>	0,2082	0,1887	0,7943	0,1928	0,2134	0,2328	0,2833	0,3051	0,2229	0,3140	0,2757	0,2552	0,6473	0,2946
AG (%)	-0,5134	<b>0,6467</b>	0,1046	<b>-0,6564</b>	-0,2179	<b>-0,7338</b>	<b>0,8893</b>	0,0139	0,0543	<b>0,6793</b>	<b>0,7318</b>		<b>0,0004</b>	<b>0,0197</b>	0,6589	<b>0,0086</b>	<b>0,0141</b>	<b>0,0165</b>	<b>0,0292</b>	<b>0,0364</b>	<b>0,0138</b>	<b>0,0420</b>	<b>0,0257</b>	<b>0,0262</b>	0,3971	0,0344
AM (%)	-0,4219	<b>0,8586</b>	-0,1426	<b>-0,6295</b>	-0,1839	<b>-0,6476</b>	<b>0,8533</b>	-0,1148	-0,1219	0,3083	0,3915	<b>0,8560</b>		0,0968	0,4789	<b>0,0359</b>	0,0501	0,0610	0,0860	0,0957	0,0528	0,1040	0,0753	0,0858	0,5042	0,0923
AF (%)	<b>-0,6161</b>	0,4198	0,0282	-0,3719	-0,2401	<b>-0,6914</b>	0,4374	-0,3623	-0,5050	0,3826	0,4074	<b>0,6591</b>	0,5014		0,8046	<b>0,0003</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0013</b>	<b>0,0037</b>	<b>0,0056</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0077</b>	<b>0,0032</b>	<b>0,0034</b>	0,3078	<b>0,0054</b>
AMF (%)	-0,2703	-0,3521	0,1318	0,2086	-0,0285	0,4759	-0,2372	-0,4668	-0,3821	-0,0642	-0,0844	-0,1424	-0,2266	-0,0801		0,2913	0,3341	0,1945	0,1658	0,1527	0,2182	0,1513	0,1710	0,1825	0,5404	0,1605
Arenas (%)	<b>-0,7239</b>	0,4391	0,0361	-0,3949	-0,2530	-0,5084	0,5106	-0,5762	-0,6229	0,3666	0,4039	<b>0,7176</b>	<b>0,6083</b>	<b>0,8662</b>	0,3323		<b>1,47E-06</b>	<b>7,08E-08</b>	<b>6,24E-06</b>	<b>1,76E-05</b>	<b>1,88E-09</b>	<b>4,69E-05</b>	<b>2,89E-06</b>	<b>7,60E-06</b>	0,1958	<b>1,85E-05</b>
LG (%)	<b>0,8282</b>	-0,3267	-0,0253	0,2720	0,3043	0,4792	-0,4893	0,3165	0,3707	-0,3523	-0,3874	<b>-0,6845</b>	-0,5757	<b>-0,8362</b>	-0,3056	<b>-0,9542</b>		<b>1,21E-05</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,0017</b>	<b>6,92E-07</b>	<b>0,0032</b>	<b>0,0007</b>	<b>0,0007</b>	0,6356	<b>0,0018</b>
LM (%)	<b>0,7531</b>	-0,3824	-0,0930	0,3815	0,3305	0,4226	-0,4666	0,5040	0,5386	-0,3388	-0,3727	<b>-0,6728</b>	-0,5551	<b>-0,8123</b>	-0,4026	<b>-0,9752</b>	<b>0,9296</b>		<b>1,15E-07</b>	<b>4,41E-06</b>	<b>9,53E-11</b>	<b>3,32E-05</b>	<b>2,11E-06</b>	<b>9,15E-07</b>	0,1615	<b>1,12E-05</b>
LF (%)	0,6265	-0,3986	-0,0703	0,3886	0,2554	0,3689	-0,4264	0,5595	0,5810	-0,3059	-0,3375	<b>-0,6266</b>	-0,5159	<b>-0,7650</b>	-0,4274	<b>-0,9385</b>	<b>0,8335</b>	<b>0,9727</b>		<b>1,52E-09</b>	<b>1,53E-06</b>	<b>1,73E-07</b>	<b>1,15E-08</b>	<b>9,13E-10</b>	<b>0,0299</b>	<b>3,49E-08</b>
LMF (%)	0,5370	-0,3983	0,0041	0,3347	0,1689	0,3647	-0,4100	0,5730	0,5881	-0,2924	-0,3234	<b>-0,6070</b>	-0,5028	<b>-0,7436</b>	-0,4396	<b>-0,9240</b>	<b>0,8025</b>	<b>0,9427</b>	<b>0,9886</b>		<b>1,13E-05</b>	<b>1,67E-11</b>	<b>7,31E-12</b>	<b>4,03E-11</b>	<b>0,0147</b>	<b>2,52E-13</b>
Limos (%)	<b>0,7643</b>	-0,3767	-0,0518	0,3437	0,2987	0,4455	-0,4791	0,4757	0,5159	-0,3453	-0,3802	<b>-0,6857</b>	-0,5705	<b>-0,8348</b>	-0,3837	<b>-0,9881</b>	<b>0,9607</b>	<b>0,9934</b>	<b>0,9538</b>	<b>0,9305</b>		<b>5,17E-05</b>	<b>3,10E-06</b>	<b>2,29E-06</b>	0,2096	<b>1,83E-05</b>
ArcG (%)	0,4808	-0,3986	0,0395	0,3122	0,1119	0,3617	-0,4006	0,5960	0,6055	-0,2875	-0,3179	<b>-0,5934</b>	-0,4922	<b>-0,7245</b>	-0,4410	<b>-0,9070</b>	<b>0,7733</b>	<b>0,9134</b>	<b>0,9703</b>	<b>0,9954</b>	<b>0,9051</b>		<b>1,43E-10</b>	<b>6,19E-09</b>	<b>0,0096</b>	<b>1,81E-14</b>
ArcM (%)	0,5540	-0,4103	0,0148	0,3352	0,1727	0,4016	-0,4339	0,5723	0,5917	-0,3098	-0,3426	<b>-0,6376</b>	-0,5316	<b>-0,7728</b>	-0,4227	<b>-0,9474</b>	<b>0,8378</b>	<b>0,9507</b>	<b>0,9828</b>	<b>0,9961</b>	<b>0,9467</b>	<b>0,9929</b>		<b>1,39E-10</b>	<b>0,0259</b>	<b>1,31E-12</b>
ArcF (%)	<b>0,5930</b>	-0,3808	-0,0005	0,3126	0,2266	0,3709	-0,4391	0,4962	0,5194	-0,3255	-0,3566	<b>-0,6360</b>	-0,5162	<b>-0,7706</b>	-0,4126	<b>-0,9360</b>	<b>0,8373</b>	<b>0,9584</b>	<b>0,9897</b>	<b>0,9945</b>	<b>0,9499</b>	<b>0,9848</b>	<b>0,9929</b>		<b>0,0250</b>	<b>3,99E-10</b>
ArcMF (%)	-0,0609	-0,3232	0,0482	0,2838	-0,1701	0,1201	-0,1841	0,4247	0,4102	-0,1347	-0,1475	-0,2694	-0,2140	-0,3218	-0,1965	-0,4015	0,1527	0,4313	0,6246	0,6815	0,3904	0,7108	0,6371	0,6400		<b>0,0137</b>
Arcillas (%)	0,5141	-0,4017	0,0276	0,3208	0,1419	0,3749	-0,4155	0,5798	0,5936	-0,2989	-0,3301	-0,6122	-0,5073	-0,7450	-0,4323	-0,9232	0,7992	0,9307	0,9785	0,9980	0,9233	0,9988	0,9972	0,9913	0,6862	

ANEXO I. Correlaciones de Pearson entre hábitos alimenticios de foraminíferos bentónicos y variables abióticas.

linear r/static p	Dt (%)	H (%)	Sp (%)	Dpa (%)	Dpp (%)	Dpa - Dpp (%)	Sp - Dpp (%)	Dt - H (%)	Dt - Dpa (%)	H - Dt - Dpa (%)	H - Sp (%)	Dt - Sp (%)	Dt - Sp - Dpp (%)	Dt - Sp - Dpa (%)	Sp - Dpa - Dt (%)	Omn (%)	Omn - H (%)	H - Carn (%)	nc (%)	MO (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Corg (%)	Ntot (%)	Grava (%)	AMG	AG	AM	AF	AMF	Arenas (%)	LG	LM	LF	LMF	Limos (%)	ArcG	ArcM	ArcF	ArcM F	Arcillas (%)
Dt (%)		0,0959	0,6822	0,1765	0,0886	<b>0,0089</b>	<b>0,0253</b>	0,2614	<b>0,0107</b>	<b>0,0015</b>	0,5774	<b>0,0281</b>	<b>0,0070</b>	0,5911	0,4214	0,5189	0,5774	0,1429	<b>0,0141</b>	<b>0,0211</b>	0,1097	0,2342	0,2434	0,4255	0,3500	0,1668	0,0899	0,3939	0,4155	0,4250	0,5585	0,6695	0,6208	0,5018	0,5821	0,4278	0,4609	0,5781	0,4056	0,4515
H (%)	-0,5025		0,9880	0,2393	0,3701	0,6091	0,5060	<b>0,0100</b>	0,4490	0,8876	0,6989	0,5065	0,6058	0,6498	0,5961	0,6065	0,6989	<b>0,0079</b>	0,6276	<b>0,0321</b>	<b>0,0000</b>	0,5122	0,5529	<b>0,0356</b>	<b>0,0155</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,00003</b>	0,1608	0,3573	0,0977	0,1275	0,1366	0,1780	0,2074	0,1310	0,2259	0,1789	0,1830	0,5877	0,2054
Sp (%)	-0,1322	-0,0049		0,9165	0,3869	0,7585	0,5862	0,5754	0,8911	0,8634	0,6958	0,6473	0,8243	0,6745	0,7329	0,6448	0,6958	0,9653	0,5434	0,4610	0,9770	0,4208	0,2141	0,9456	0,9422	0,9807	0,9768	<b>0,0223</b>	0,8139	0,1564	0,1583	0,1800	0,2009	0,2103	0,1610	0,2292	0,2045	0,1938	0,5868	0,2169
Dpa (%)	-0,4179	-0,3680	0,0340		<b>0,0134</b>	<b>0,0101</b>	<b>0,0004</b>	0,3394	<b>0,0060</b>	<b>0,0177</b>	0,6283	<b>0,0267</b>	<b>0,0115</b>	0,7750	0,7519	0,7220	0,6283	0,4872	<b>0,0025</b>	0,6612	0,2251	0,0636	0,0796	0,4256	0,3863	0,3415	0,3616	0,8207	0,8346	0,6986	0,7099	0,5647	0,5221	0,5516	0,6016	0,6065	0,5598	0,4564	0,6216	0,5723
Dpp (%)	-0,5122	-0,2845	0,2751	<b>0,6880</b>		<b>0,0149</b>	<b>0,0454</b>	0,6866	<b>0,0020</b>	<b>0,0172</b>	0,6033	<b>0,0475</b>	<b>0,0151</b>	0,6620	0,6033	0,5472	0,6033	0,6033	<b>0,0220</b>	0,1623	0,3464	0,1608	0,1385	0,6033	0,5686	0,9286	0,7174	0,2373	0,9742	0,4904	0,5945	0,6903	0,6209	0,5041	0,6041	0,4368	0,4743	0,5844	0,4375	0,4618
Dpa - Dpp (%)	<b>-0,7315</b>	-0,1647	-0,0995	<b>0,7073</b>	<b>0,6803</b>		<b>7,16E-06</b>	0,6653	<b>7,73E-08</b>	<b>3,24E-09</b>	0,7787	<b>2,75E-05</b>	<b>9,76E-13</b>	0,7674	0,7787	0,7452	0,7787	0,7787	<b>1,51E-06</b>	0,5775	0,6252	0,3342	0,4119	0,7787	0,7581	0,5716	0,6542	0,4968	0,9377	0,4898	0,4012	0,3350	0,4475	0,6183	0,3931	0,7443	0,6191	0,4941	0,6765	0,6785
Sp - Dpp (%)	<b>-0,6388</b>	-0,2131	-0,1751	<b>0,8547</b>	<b>0,5856</b>	<b>0,9368</b>		0,5125	<b>7,10E-05</b>	<b>4,47E-05</b>	0,6870	<b>0,00012125</b>	<b>1,13E-05</b>	0,9459	0,6787	0,9117	0,6870	0,6787	<b>5,14E-07</b>	0,6813	0,5019	0,2150	0,2893	0,6787	0,6496	0,4054	0,5077	0,3122	0,9236	0,3084	0,2707	0,2016	0,2376	0,3231	0,2307	0,4064	0,3248	0,2337	0,8281	0,3591
Dt - H (%)	-0,3523	<b>0,7079</b>	-0,1801	-0,3024	-0,1303	-0,1396	-0,2099		0,4977	0,7760	0,5736	0,4391	0,6272	0,3838	0,5627	0,3219	0,5736	<b>0,0018</b>	0,6079	0,1249	<b>0,0257</b>	<b>0,0151</b>	<b>0,0152</b>	0,7874	0,6179	<b>0,0279</b>	<b>0,0008</b>	0,4087	0,1291	0,4093	0,3170	0,5910	0,7487	0,7833	0,4952	0,8046	0,6826	0,7082	0,8073	0,7576
Dt - Dpa (%)	<b>-0,7035</b>	-0,2418	0,0444	<b>0,7396</b>	<b>0,7950</b>	<b>0,9748</b>	<b>0,8986</b>	-0,2172		<b>2,83E-07</b>	0,6649	<b>4,22E-05</b>	<b>1,46E-07</b>	0,8788	0,6907	0,8290	0,6649	0,6865	<b>3,10E-05</b>	0,4762	0,4684	0,2359	0,2753	0,6669	0,6388	0,5450	0,5786	0,7946	0,9611	0,7161	0,5924	0,5355	0,6802	0,8889	0,6086	0,9736	0,8903	0,7490	0,5396	0,9563
H - Dt - Dpa (%)	<b>-0,8066</b>	-0,0458	-0,0557	0,6677	0,6697	<b>0,9867</b>	<b>0,9079</b>	-0,0921	<b>0,9672</b>		0,6505	<b>6,49E-05</b>	<b>9,07E-09</b>	0,7449	0,7493	0,7204	0,6505	0,9667	<b>1,18E-05</b>	0,4051	0,9016	0,2651	0,3327	0,9300	0,9328	0,8396	0,9460	0,6875	0,9804	0,7428	0,6010	0,5688	0,7198	0,9158	0,6328	0,9541	0,9119	0,7737	0,4891	0,9776
H - Sp (%)	0,1792	-0,1249	-0,1263	-0,1560	-0,1673	-0,0909	-0,1301	0,1809	-0,1398	-0,1461		0,7030	0,7729	0,7674	0,7787	0,7452	<b>7,88E-50</b>	0,7787	0,8821	0,2471	0,8586	0,3294	0,3282	0,7787	0,7581	0,5716	0,6542	0,4968	0,2952	0,2449	0,2503	0,2241	0,3217	0,3546	0,2469	0,3940	0,3241	0,4137	0,6765	0,3776
Dt - Sp (%)	-0,6302	-0,2129	-0,1475	0,6344	0,5813	0,9167	0,8867	-0,2469	0,9090	0,9005	-0,1231		<b>4,32E-05</b>	0,3274	0,7030	0,3494	0,7030	0,7030	<b>7,85E-05</b>	0,7223	0,5188	0,2382	0,3110	0,7030	0,6760	0,4402	0,5422	0,3539	0,9816	0,3796	0,2191	0,2328	0,3807	0,6017	0,2651	0,7750	0,6047	0,4486	0,5705	0,6859
Dt - Sp - Dpp (%)	-0,7306	-0,1662	-0,0719	0,6987	0,6796	0,9974	0,9305	-0,1565	0,9713	0,9836	-0,0933	0,9085		0,7325	0,7521	0,7083	0,7729	0,7455	<b>1,16E-06</b>	0,5698	0,6115	0,3304	0,3980	0,7888	0,7651	0,5438	0,6214	0,5059	0,8723	0,4612	0,3632	0,3172	0,4362	0,5974	0,3670	0,7165	0,5922	0,4726	0,6426	0,6519
Dt - Sp - Dpa (%)	0,1729	-0,1464	-0,1355	-0,0925	-0,1410	-0,0957	-0,0220	-0,2768	-0,0494	-0,1052	-0,0957	0,3097	-0,1105		0,7674	<b>3,67E-09</b>	0,7674	0,7674	0,9184	0,7075	0,6398	0,5865	0,6161	0,7674	0,7458	0,5996	0,6620	0,5493	0,8044	0,6373	0,3386	0,5588	0,7523	0,9462	0,5136	0,9125	0,9554	0,8357	0,6604	0,9795
Sp - Dpa - Dt (%)	0,2563	-0,1706	-0,1103	-0,1022	-0,1673	-0,0909	-0,1337	-0,1860	-0,1285	-0,1034	-0,0909	-0,1231	-0,1021	-0,0957		0,8475	0,7787	0,7787	0,6035	<b>0,0392</b>	0,6436	0,4885	0,6161	0,7787	0,7581	0,6099	0,6582	0,6081	<b>0,0012</b>	0,5059	0,5485	0,4597	0,4158	0,4217	0,4675	0,4294	0,4364	0,4704	0,6765	0,4356
Omn (%)	0,2068	-0,1658	-0,1486	-0,1150	-0,1933	-0,1051	-0,0359	-0,3130	-0,0700	-0,1156	-0,1051	0,2965	-0,1209	0,9863	0,0623		0,7452	0,7452	0,8593	0,4689	0,6085	0,5109	0,5589	0,7452	0,7217	0,5176	0,6046	0,4504	0,5239	0,6685	0,3590	0,6006	0,8087	0,9958	0,5515	0,8561	0,9925	0,8831	0,6292	0,9250
Omn -	0,1792	-0,1249	-0,1263	-0,1560	-0,1673	-0,0909	-0,1301	0,1809	-0,1398	-0,1461	1	-0,1231	-0,0933	-0,0957	-0,0909	-0,1051		0,7787	0,8821	0,2471	0,8586	0,3294	0,3282	0,7787	0,7581	0,5716	0,6542	0,4968	0,2952	0,2449	0,2503	0,2241	0,3217	0,3546	0,2469	0,3940	0,3241	0,4137	0,6765	0,3776

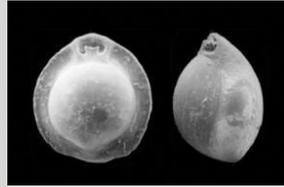


ANEXO J. Foraminíferos bentónicos representativos de los distintos sub ambientes del MCU. (A) Plataforma interna (paleocosta Sur); (B) Plataforma media-externa, y Talud superior; (C) Talud medio e inferior: i. Cañones submarinos, ii. Talud inferior Norte.

(A)



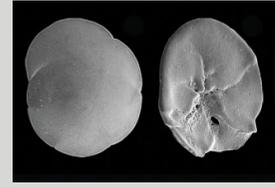
*Quinqueloculina*  
*spp.*



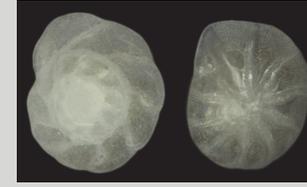
*Pyrgo* *spp.*



*Textularia* *spp.*



*Discorbis williamsoni*

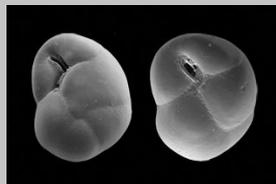


*Buccella peruviana*

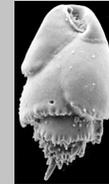
(B)



*Epistominella exigua*



*Globocassidulina*  
*subglobosa*

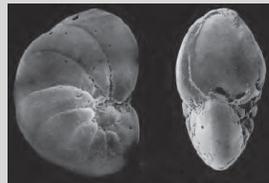


*Bulimina*  
*marginata*



*Uvigerina*  
*peregrina*

(C) i.



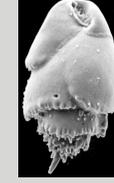
*Nonionella* *spp.*



*Fursenkoina*  
*spp.*



*Bolivina* *spp.*



*Bulimina*  
*marginata*



*Uvigerina*  
*peregrina*

(C) ii.



*Trochammina inflata*



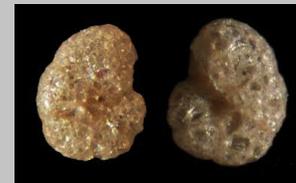
*Reophax* *spp.*



*Lagenammina*  
*spp.*



*Psammosphaera*  
*fusca*



*Haplophragmoides* *spp.*



*Textularia* *spp.*