

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN DOS
ÁREAS DEL PACIFICO COLOMBIANO (BLOQUES EROGO Y MERAYANA)

ANGÉLICA MARÍA BALLESTEROS PRADA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA

2014

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN DOS
ÁREAS DEL PACIFICO COLOMBIANO (BLOQUES EROGO Y MERAYANA)

ANGÉLICA MARÍA BALLESTEROS PRADA

Trabajo de Grado para optar por el título de
Biólogo

Director
DANIEL RINCÓN
Biólogo Marino

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2014

Como dice el viejo Ruben Blades: "A pesar de los problemas

Familia es familia, y cariño es cariño".

Por eso, cada uno de mis logros están dedicados a ellos.

A mis papas, que son el todo de mi vida;

A Magnito, que es mi apoyo incondicional, la única persona capaz de entenderme;

A Ana Ordoñez, que más que una amiga, es como una hermana;

A mis tíos, porque son un ejemplo que quise y quiero seguir;

A mis abuelos, por enseñarme tantas cosas.

Finalmente, a cada una de esas personas que pasaron por mi vida y en algún

momento hicieron o siguen siendo parte de mi familia.

Los quiero mucho.

Agradecimientos

Agradezco al ICP-Ecopetrol, por darme la oportunidad de realizar este trajo de grado, por facilitarme las instalaciones y el material de trabajo. A mi director Daniel Rincón, por todo lo que me enseñó y por la paciencia que tuvo conmigo. Al grupo de micropaleontología del ICP (Angie, Carolina, Claudia, Daniel, German, Gustavo), por la amistad, la eterna colaboración y los aportes que generaron para la realización de este trabajo.

Agradezco de todo corazón a mis papás y mi hermano, por su apoyo incondicional, por estar siempre ahí para mí y no dejarme perder el rumbo. A mis amigos, que de una u otra forma, mucho o poco, me motivaron a terminar este trabajo. A Fabián por el cariño y todo el apoyo técnico y moral, en esta época tan impórtate de mi vida.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	14
1. ANTECEDENTES	18
1.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	18
1.1.1 Localización geográfica	18
1.1.2 Oceanografía	18
1.1.3 Masas de agua	20
1.1.4 Morfoestructura y batimetría	21
1.1.5 Sedimentación	22
1.2 FORAMINÍFEROS: BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA	23
1.3 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS COMO INDICADORES BATIMÉTRICOS	23
1.4 RELACIÓN DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS CON LA PRODUCTIVIDAD, FLUJO DE NUTRIENTES Y OXIGENACIÓN.....	24
1.5 RELACIÓN DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS CON EL TAMAÑO DE GRANO EN EL SEDIMENTO.....	25
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1 TOMA Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	26
2.2 GRANULOMETRÍA	26
2.3 ANÁLISIS GEOQUÍMICO DEL SEDIMENTO.....	29
2.4 ANÁLISIS FAUNÍSTICO	30
2.4.1 Distribución de foraminíferos epifaunales e infaunales.....	31
2.5 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD	31
2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	33
2.6.1 Diferencia de medias y correlación de Spearman	33
2.6.3 Análisis multivariados	34
3. RESULTADOS.....	36
3.1 BLOQUE EGORÓ	36

3.1.1	Granulometría y geoquímica del sedimento	36
3.1.2	Abundancia y distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos.....	38
3.1.3	Relación de organismos infaunales y epifaunales.....	42
3.1.4	Asociaciones de foraminíferos bentónicos	43
4.1	BLOQUE MERAYANA.....	47
3.2.1	Granulometría y geoquímica del sedimento	47
3.2.2	Abundancia y distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos	48
3.2.3	Relación de organismos infaunales y epifaunales.....	52
3.2.4	Asociaciones de foraminíferos bentónicos	52
3.3	COMPARACIÓN ENTRE EN LOS BLOQUES EGORÓ Y MERAYANA	56
4.	DISCUSIÓN	58
	Ecología de las asociaciones de foraminíferos bentónicos.....	59
5.	CONCLUSIONES.....	62
	BIBLIOGRAFÍA.....	63
	ANEXOS.....	68

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DE PANAMÁ, CORRIENTES SUPERFICIALES, SUBSUPERFICIALES Y PROFUNDAS, ZONAS DE SURGENCIA Y BLOQUES DE MUESTREO EN LA CUENCA DE PANAMÁ (BE: BLOQUE EGORÓ, BM: BLOQUE MERAYANA). NEC Y SEC: CORRIENTES ECUATORIALES DEL NORTE Y DEL SUR, NECC Y SECC: CONTRACORRIENTES ECUATORIALES DEL NORTE Y DEL SUR, CSC: CORRIENTE SUBSUPERFICIAL DE COLOMBIA, CCC: LA CONTRACORRIENTE DEL CHOCÓ. (MODIFICADO DEKESSLER, 2006 Y BETANCUR Y MARTÍNEZ, 2003).....	19
FIGURA 2: DIAGRAMA DE MASAS DE AGUA QUE SE ENCUENTRAN EN LA CPC: (ACC) AGUA COSTERA COLOMBIANA, (ATS) AGUA TROPICAL SUPERFICIAL, (ASE) AGUA SUPERFICIAL ECUATORIAL, (ASSST) AGUA SUBSUPERFICIAL SUBTROPICAL, (AIAT) AGUA INTERMEDIA ANTÁRTICA. (MODIFICADO DE RODRÍGUEZ-RUBIO ET AL., 2007 Y RODRÍGUEZ-RUBIO, 2002)	21
FIGURA 3: FIGURA 3: MODELO TROX: MODIFICADO DE VAN DER ZWAAN ET AL., 1999). EN ÉL SE PUEDE OBSERVAR LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN EL SEDIMENTO, LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO, EL TIPO DE HÁBITAT Y ALGUNOS MORFO-TIPOS DE FORAMINÍFEROS (EPIFAUNAL E INFAUNAL).	25
FIGURA 4: MAPA BATIMÉTRICO Y LOCALIZACIÓN DE LOS PISTON CORE ANALIZADOS EN LOS BLOQUES A) MERAYANA Y B) EGORÓ. C) LOCALIZACIÓN DE LOS BLOQUES EN EL MARGEN CONTINENTAL DEL PACÍFICO COLOMBIANO.....	27
FIGURA 5: RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA EL BLOQUE EGORÓ. EN LA GRÁFICA SE OBSERVAN LOS PORCENTAJES DE PARTÍCULAS FINAS (MENORES A 63MM) Y PARTÍCULAS GRUESAS (MAYORES A 63 MM) PARA CADA UNA DE LOS PC MUESTREADOS EN LOS BLOQUES EGORÓ.....	36
FIGURA 6: GRAFICO DE ISOLÍNEAS EN EL CUAL SE REPRESENTAN LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS Y GEOQUÍMICOS PARA EL BLOQUE EGORÓ. DISTRIBUCIÓN DE LAS PARTÍCULAS FINAS (MENOR A 63 MM). B) DISTRIBUCIÓN DE LOS CARBONATOS (%WT) Y DEL CARBONO ORGÁNICO (%WT) EN EL BLOQUE EGORÓ.....	38
FIGURA 7 MEDIDAS DE DIVERSIDAD (LNS: ÍNDICE DE LA RIQUEZA ESPECÍFICA, H: ÍNDICE SHANNON, LN(1/BP): ÍNDICE DE BERGUER-PARKER) EN RELACIÓN CON LA PROFUNDIDAD (M) DE MUESTREO	39

FIGURA 8 ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRAMO DE SEDIMENTO MUESTREADO EN EL BLOQUE EGORÓ.....	41
FIGURA 9 GRÁFICA DE ISOLÍNEAS QUE REPRESENTA LA DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DE R EN EL BLOQUE EGORÓ. VALORES SUPERIORES AL 50% INDICAN PREDOMINIO DE LOS MORFOTIPOS INFAUNALES, POR EL CONTRARIO, VALORES INFERIORES AL 50 % INDICAN PREDOMINIO DE MORFOTIPOS EPIFAUNALES.....	42
FIGURA 10. DENDROGRAMA DE AGRUPAMIENTO PARA 17 MUESTRAS DEL BLOQUE EGORÓ, BASADO EN LAS ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS ESPECIES MÁS ABUNDANTES (> 5%).....	43
FIGURA 11 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (CCA) ENTRE EL FACTOR 1 (F1) Y EL FACTOR 2 (F2) DEL BLOQUE EGORÓ. CON PUNTOS OSCUROS SE INDICAN LOS PISTON CORE, CON PUNTOS CLAROS SE INDICAN LAS ESPECIES Y EN FLECHAS LAS VARIABLES AMBIENTALES. SE RESALTA EN CÍRCULOS LOS GRUPOS DE MUESTRAS IDENTIFICADOS EN ESTE ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO. LOS NÚMEROS INDICAN LAS ESPECIES ANALIZADAS: 1. CIBICIDOIDES FLORIDANUS VAR DIMINUTA DIMINUTIVUS, 2. CIBICIDOIDES KULLENBERGI, 3. CIBICIDOIDES SP2, 4. HOEGLUNDINA ELEGANS, 5. HOEGLUNDINA SP1, 6. EPISTOMINELLA SMITHI, 7. EPISTOMINELLA SP2, 8. SEUDOPARRELLA CALIFÓRNICA, 9. HANZAWAIA DEPAOLOI, 10 .CASSIDULINA SP1, 11 .CASSIDULINA CARIATA, 12 .CASSIDULINA LEAVIGATA, 13 .CASSIDULINA CALIFÓRNICA, 14. CIBICORBIS CF. C HERRICKI, 15. GLOBOCASSIDULINA SUBGLOBOSA, 16. GYROIDINA ALTIFORMIS, 17. PLANULINA WELLESTORFII, 18. PLANULINA LIMBATA, 19. GLOBOBULIMINA PACIFICA, 20. BULIMINELLA CURTA, 21. BULIMINELLA ELEGANTISSIMA, 22. BULIMINELLA SEMIHISPIDA. 23. EHRENBURGIA PACIFICA, 24. BOLIVINA DADVILLENSIS, 25. BOLIVINA INTERJUNCTA, 26. BOLIVINA IMBRICATA, 27. BOLIVINA CF. B COCHEI, 28. BOLIVINA PLICATA, 29. BOLIVINA SPISSA, 30. BRIZALINA ALATA, 31. BRIZALINA SUBAENARIENSIS, 32. UVIGERINA PEREGRINA, 33. UVIGERINA STRIATA, 34. UVIGERIAN HOLICKI, 35. UVIGERINA DISRUPTAT, 36. UVIGERINA PROBÓSCIDE, 37. ANGULOGERINA ANGULOSA, 38. ANGULOGERINA SP1, 39. MARTINOTTIELLA COMMUNIS, 40. TEXTULARIA SP1.....	45
FIGURA 12. RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA EL BLOQUE EGORÓ. EN LA GRÁFICA SE OBSERVAN LOS PORCENTAJES DE PARTÍCULAS FINAS (MENORES A 63µM) Y PARTÍCULAS GRUESAS (MAYORES A 63 µM) PARA CADA UNA DE LOS PC MUESTREADOS EN EL BLOQUE MERAYANA.	47
FIGURA 13. : GRAFICO DE ISOLÍNEAS EN EL CUAL SE REPRESENTAN LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS Y GEOQUÍMICOS PARA EL BLOQUE EGORÓ. EN LA FIGURA A) SE OBSERVA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PARTÍCULAS FINAS (MENOR A 63 MM). B) DE LOS	

CARBONATOS (%WT) Y DEL CARBONO ORGÁNICO (%WT) EN EL BLOQUE MERAYANA.....	49
FIGURA 14. MEDIDAS DE DIVERSIDAD (LNS: ÍNDICE DE LA RIQUEZA ESPECÍFICA, H: ÍNDICE SHANNON, LN(1/BP): ÍNDICE DE BERGUER-PARKER) EN RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE GRANO. EL EJE HORIZONTAL INDICA EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FINAS ϕ -OBTENIDAS EN LA MUESTRA.	50
FIGURA 15. ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR GRAMO DE SEDIMENTO MUESTREADO EN EL BLOQUE MERAYANA.....	51
FIGURA 16. . GRÁFICA DE ISOLÍNEAS QUE REPRESENTA LA DISTRIBUCIÓN DEL VALOR DE R EN EL BLOQUE MERAYANA. VALORES SUPERIORES AL 50% INDICAN PREDOMINIO DE LOS MORFOTIPOS INFAUNALES, POR EL CONTRARIO, VALORES INFERIORES AL 50 % INDICAN PREDOMINIO DE MORFOTIPOS EPIFAUNALES	52
FIGURA 17. DENDROGRAMA DE AGRUPAMIENTO PARA 10 MUESTRAS DEL BLOQUE MERAYANA, BASADO EN LAS ABUNDANCIAS RELATIVAS DE LAS ESPECIES MÁS ABUNDANTES (> 5%)......	53
FIGURA 18. DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA (CCA) ENTRE EL FACTOR 1 (F1) Y EL FACTOR 2 (F2) DEL BLOQUE MERAYANA. CON PUNTOS OSCUROS SE INDICAN LOS PISTON CORE, CON PUNTOS CLAROS SE INDICAN LAS ESPECIES Y EN FLECHAS LAS VARIABLES AMBIENTALES. SE RESALTA EN CÍRCULOS LOS GRUPOS DE MUESTRAS IDENTIFICADOS EN ESTE ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO. LOS NÚMEROS INDICAN LAS ESPECIES ANALIZADAS: 1: CIBICIDOIDES SP2, 2.HOEGLUNDINA ELEGANS, 3. EPISTOMINELLA SMITHI, 4. EPISTOMINELLA SP2, 5. CASSIDULINA SP1-, 6. CASSIDULINA CARINATA, 7. VALVULINERIA HUMILIS, 8. GLOBOBULIMINA PACIFICA, 9. BULIMINA PAGODA, 10. BULIMINA MEXICANA, 11. BULIMINA INFLATA, 12. BULIMINA STRIATA, 13. CHILOSTOMELLA OVOIDEA, 14. BOLIVINA INCONSPICUA, 15. BOLIVINA INTERJUNCTA,, 16. BOLIVINA IMBRICATA, 17. BOLIVINA SPISSA, 18. BRIZALINA ALATA, 19. BRIZALINA SUBAENARIENSIS, 20. BRIZALINA ALATA1, 21. UVIGERINA PEREGRINA, 22. UVIGERIAN HOLLICKI, 23. UVIGERINA HISPIDA, 24. UVIGERINA PROBÓSCIDE, 25. UVIGERINA SP4, 26. LAGENAMMINA ATLANTICA.	54

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO, RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y GEOQUÍMICO (TOC) REPRESENTADOS EN PORCENTAJE DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA, PORCENTAJE DE ORGANISMOS INFAUNALES Y PIFAUNALES Y PORCENTAJE DE CONCHILLAS AGLUTINADAS, PORCELANACEAS Y HIALINAS	28
TABLA 2. RESUMEN DE LOS VALORES ESTIMADOS POR EL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA PARA LOS DATOS OBTENIDOS EN EL BLOQUE EGORÓ	46
TABLA 3. RESUMEN DE LOS VALORES ESTIMADOS POR EL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA PARA LOS DATOS OBTENIDOS EN EL BLOQUE EGORÓ	55
TABLA 4. VALORES DE LAS PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE NORMALIDAD Y DIFERENCIAS DE MEDIANAS	56
TABLA 5 RESULTADO ESTADÍSTICOS PARA LOS BLOQUE EGORÓ Y MERAYANA.....	57

RESUMEN

TÍTULO: TÍTULO: DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN DOS ÁREAS DEL PACIFICO COLOMBIANO (BLOQUES EROGO Y MERAYANA)

AUTOR: ANGELICA MARIA BALLESTEROS PRADA

PALABRAS CLAVES: *Margen continental, controles ambientales, Pacifico colombiano, foraminíferos bentónicos, Distribución, Abundancia*

Los foraminíferos bentónicos son protistas, que presentan una conchilla de composición calcárea, quitinosa, silíceo, aglutinada o aragonítica, la cual tiene la capacidad de conservar información a través del tiempo. Es por esto se usan ampliamente como herramienta en análisis paleoambientales, paleoceanograficas, paleobatimetricas, entre otros; con el fin de entender las condiciones ambientales de tiempos geológicos pasados. En este trabajo se exploran los principales factores ecológicos que influyen en la distribución y abundancia de los foraminíferos bentónicos para dos áreas en el margen continental del pacifico colombiano, específicamente en el área costa afuera (off shore) de los departamentos de Nariño (Bloque Egoró) y Choco (Bloque Merayana). Para esto se examinaron 31 muestras de piston-core, de las cuales 18 pertenecen al bloque Egoró y 13 al bloque Merayana. Se generó una matriz de abundancia de especies y variables ambientales, las cuales fueron sometidas a análisis de agrupamiento (cluster) y de correspondencia canonica (CCA). Los resultados obtenidos permitieron definir 4 asociaciones de foraminíferos para el bloque Egoró y 3 asociaciones para el bloque Merayana, en las cuales predominaron especies infaunales de los géneros Globobulimina, Bolivina, Uvigerina, Cassidulina y Epistominella, especies indicadoras de zonas, con alta productividad, alto flujo de materia orgánica y baja oxigenación. De esta asociaciones, la asociación en la cual dominan las especies Epistominella smithi y Bolivina spissa, sugiere una estrecha relación con las partículas tamaño lodo y el carbón orgánico.

* Trabajo de grado

** Facultad Ciencias. Escuela Biología. Director
Dr. Daniel Andres Rincon Martinez

RESUMEN

TÍTULO: DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN DOS ÁREAS DEL PACIFICO COLOMBIANO (BLOQUES EROGO Y MERAYANA)

AUTOR: ANGELICA MARIA BALLESTEROS PRADA

Key words: *Continental Margin, Environmental Control, Colombian Pacific, Benthic foraminifera, Distribution, Abundance.*

Benthic foraminifera are protists with a small shell of calcareous, chitinic, silica, bonded or aragonite composition having the ability to retain information over time. For this reason, they are widely used as a tool for paleoenvironmental, paleoceanographic, and paleobatimetric analyses among others in order to understand the environmental conditions of previous geological periods. In this paper, an exploration of the main ecological factors influencing the distribution and abundance of benthic foraminifera in two areas in the continental borders of Colombian Pacific region are studied. Specifically, the exploration is developed in the offshore area of Nariño (Egoró Block) and Choco (Merayana Block). For this purpose, 31 piston-core samples, of which 18 correspond to Egoró Block and 13 correspond to Merayana block, were examined. A matrix of species abundance and environmental variables were generated. Those were subjected to cluster analysis and Canonical Correspondence (CCA). The obtained results allowed to define 4 associations of foraminifers from the Egoró block and 3 associations for Merayana block in which infaunal species of Globobulimina, Bolivia, Uvigerina, Cassidulina and Epistominella genera were predominant with indicator species in areas of high productivity, high flow of organic matter, and low oxygenation. From those associations, the one in which species Epistominella smithi and Bolivina spissa are dominating suggests a close relationship with mud size particles and organic carbon presence.

* Trabajo de grado

** Facultad Ciencias. Escuela Biología. Director Dr.
Daniel Andres Rincon Martinez

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, diversas investigaciones micropaleontológicas se han enfocado en entender la ecología de las especies recientes de foraminíferos, con el objetivo de determinar las variables ambientales y oceanográficas que afectan su distribución y su abundancia en los ambientes marinos (e.g. Phipps et al., 2012, Teodoro et al., 2010, De y Gupta, 2010). De acuerdo con Jorissen et al (1995), van der Zwaan et al. (1999), De y Gupta (2010), entre otros, el porcentaje de nutrientes y oxígeno en el sedimento marino son primordiales en la distribución y abundancia de las especies de foraminíferos bentónicos. De esta forma, compilaciones recientes de rangos batimétricos, han sugerido que la distribución de estos organismos con relación a la profundidad obedece a gradientes locales de productividad. (e.g. Altenbach et al., 1999; De Rijk et al., 2000). Como resultado, se ha encontrado el máximo de abundancias a profundidades específicas, lo que se interpreta como la profundidad más favorable para su existencia. En un escenario más realista, se debe tener en cuenta que la zona de ocurrencia de estos foraminíferos no es puntual sino que corresponde a un rango, en el cual la frecuencia de aparición tiende a disminuir desde el punto de máxima abundancia hacia áreas más someras o más profundas. De allí que algunas especies se encuentran restringidas a rangos batimétricos estrechos, mientras que otras son más tolerantes y presentan rangos amplios (e.g. Schmiedel et al., 1997). Por ejemplo especies como *Uvigerina peregrina* y *Hoeglundina elegans* se registran desde los 50 hasta los 2500 mbnm aproximadamente, lo que indica que su rango de distribución es amplio (Altenbach et al., 1999); por el contrario, especies como *Tetragonostomina rhombiformis* (27 a 72 mbnm), *Nonion fabum*, *Valvulineria bradyana* (140 mbnm), *Reophax helenae*, *Buzasuna ringens* (282 mbnm) y *Melonis pompilioides* (5000 mbnm aproximadamente) se presentan en rangos puntuales (Phipps et al, 2012; Mojtahid et al, 2010 y Altenbach et al, 1999). Adicionalmente, las especies con rangos amplios de distribución se pueden encontrar dentro de una misma cuenca, asociado a cierta profundidad, y al mismo tiempo en otras profundidades asociadas a otro tipo de nichos, como ejemplo de esto se puede mencionar a *Thuramina papillata* quien presenta altas abundancias entre los 1000 y los 2000 metros en una zona mesotrófica y luego reaparece después de los 4000 metros de profundidad en una zona oligotrófica (Phipps et al, 2012).

Autores como De Mello e Sousa et al. (2006) y Armynot du Chatelet et al. (2009) aseguran que más allá de la batimetría y variaciones asociadas a productividad y oxígeno, existen otros factores (e.g. tamaño de grano, velocidad e intensidad de las corrientes oceánicas, salinidad) que pueden ser de mayor importancia en la distribución y

abundancia de estos organismos en zonas de margen continental. Las plataformas continentales son zonas muy dinámicas; con numerosas variaciones no sólo en la productividad, salinidad y temperatura de la columna de aguas sino también en las características del sedimento, ocasionadas por la cercanía al continente y las características geológicas de las cuencas drenantes, es por esto que para la misma especie de foraminífero algunos autores reportan un cierto rango de profundidad en algunas cuencas mientras que en otras áreas puede ser completamente diferente. Por ejemplo *Melonis barleeanum* que presenta su mayor abundancia a profundidades de 1409–3231 en el Océano Índico (De y Gupta, 2010), por el contrario en el golfo de Vizcaya y en el margen portugués su mayor abundancia se reporta a profundidades menores a 1000 metros de profundidad (Mojtahid et al, 2010; Phipps et al, 2012)

Con los argumentos anteriormente expuestos, la distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos y la interpretación de sus nichos a partir de reportes secundarios y conceptos generales como una relación exclusiva con la profundidad, los nutrientes o el porcentaje de oxígeno disuelto deben ser tomadas con precaución. Las diferencias entre ambientes puede que no se reflejen exclusivamente por la presencia de diferentes especies, sino más bien por las variaciones en la abundancia dentro de las asociaciones. Igualmente, la ocurrencia de múltiples hábitats (relacionados con la batimetría) para una misma especie dificulta la interpretación de su nicho (e.g. Altenbach et al., 1999). Por tanto, los análisis modernos deben incluir un enfoque a nivel local, que permita comprender la naturaleza del sedimento y así poder predecir de una forma más acertada su relación con la composición faunística y distribución de estos organismos.

En la cuenca del Pacífico colombiano se han realizado algunos estudios con el objetivo de determinar y entender los factores que influyen en la distribución y abundancia de los foraminíferos bentónicos. Bandy y Arnal (1957) al igual que Golik y Pleger (1977) determinaron en el golfo de Panamá que los foraminíferos bentónicos se distribuyen con respecto a la profundidad, formando. Esta distribución está controlada por la naturaleza de los sedimentos, la turbulencia del agua, la temperatura y el contenido de oxígeno. Kaminski et. al.(1988) analizaron la abundancia y la capacidad de colonización de los foraminíferos bentónicos aglutinados de zonas profundas (3912 mbnm; 5,2 N, 81,6 W. Por otro lado Buzas y Culver (1990) realizaron investigaciones relacionadas con la distribución biogeográfica de los foraminíferos bentónicos a profundidades mayores de 200 m, en la cual determinaron que la zona del pacífico ecuatorial se localiza en la Bioprovincia Panameña y se caracteriza por la presencia de especies como *Bolivina pacifica*, *Bolivina striatula*, *Bolivina vauhani*, *Cancris panamensis*, *Cancris sagra*, *Epistominella exigua*, *Hanzawaia nitidula* y *Nonionella stella*. No obstante, dichos autores sugieren que la extensión geográfica de las provincias de foraminíferos puede estar

relacionada con la distribución de las masas de agua y las principales corrientes oceánicas del Pacífico Norte, además de otras variables bióticas y abióticas no evaluadas.

Trabajos recientes como los de Betancur y Martínez (2003) y el de Patarroyo y Marínez (2013) investigan la relación entre los foraminíferos bentónicos recientes y distintas características oceanográficas (e.g. productividad superficial, intensidad de las corrientes de fondo, los cuales sugieren que para el margen continental del Pacífico colombiano se presenta una asociación dominada por los géneros *Bolivina* y *Globobulimina* y la especie *Casidulina carinata*, los cuales no presentan una relación clara con el contenido de oxígeno disuelto o la profundidad y si una posible relación con la salinidad.

El presente trabajo pretende contribuir con el conocimiento de la relación entre la distribución (composición y abundancia) de foraminíferos bentónicos y la batimetría, las variables geoquímicas (i.e. contenido de carbono orgánico, y los carbonatos), o granulométricas (tamaño de grano) para el margen pacífico colombiano. Para esto, se utilizó como objeto de estudio, el sedimento colectado en dos zonas específicas de la plataforma continental del Pacífico colombiano (Bloque Egoró y Bloque Merayana). De dicho material se identificaron taxonómicamente los foraminíferos presentes, se realizaron análisis de conglomerados (análisis cluster) modo-Q y análisis de correspondencia canónica (CCA) sobre las asociaciones de foraminíferos bentónicos, identificados al nivel de especie. Hacia futuro, los resultados de este estudio permitirán aumentar el conocimiento sobre distribución de los foraminíferos recientes en márgenes continentales, con el fin de refinar esta herramienta ampliamente utilizada en análisis paleoambientales en Colombia.

1. ANTECEDENTES

1.1 ÁREA DE ESTUDIO

1.1.1 Localización geográfica

Los Bloques Egoró y Merayana se localizan en la cuenca del Pacífico colombiano (CPC), entre los 6° 9'25.77"N hasta los 4°34'58.79"N en la zona costa afuera (off shore) del departamento de Nariño (Bloque Egoró), y desde los 2°35'34.49"N hasta los 1°36'48.57"N en la zona costa afuera (off shore) del departamento de Chocó (Bloque Merayana) (Figura 1). Esta zona hace parte de la franja conocida como la ensenada de Panamá (Panama Bight), en la cual se incluyen las aguas marítimas de Ecuador, Colombia y Panamá (Devis-Morales, 2009). Geográficamente, la CPC limita al Norte con las aguas del golfo de Panamá; al Este, con el litoral occidental de Colombia integrado; al Sur, con las aguas de la costa ecuatoriana y la cordillera submarina de Carnegie; y al Oeste, con la cordillera submarina de Cocos generando una estructura semicerrada por fronteras líquidas y solidas (CCCP, 2002; Devis-Morales, 2009).

1.1.2 Oceanografía

La CPC oceanográficamente se localiza en el extremo este del sistema de corrientes ecuatoriales, formando un conjunto único de corrientes superficiales, subsuperficiales y profundas. Las corrientes superficiales que influyen en la CPC son: 1) Las corrientes ecuatoriales del Norte y del Sur (NEC y SEC, por sus siglas en inglés), que fluyen hacia el oeste entre los 10°N y 25°N y los 4°N y 10°S respectivamente, 2) Las contracorrientes ecuatoriales del Norte y del Sur (NECC y SECC, por sus siglas en inglés), que fluyen hacia el este y 3) la corriente del Perú o Humboldt, que viaja en dirección norte a lo largo del margen continental y se desvía hacia el Oeste aproximadamente entre los 5°S - 10°S, alimentando la (SEC)

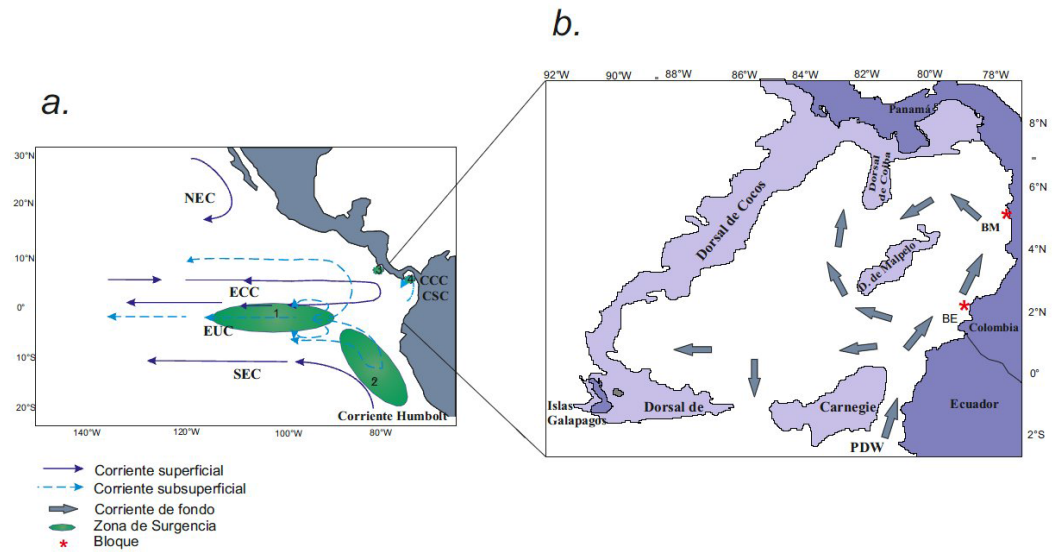


Figura 1: Delimitación Geográfica de la cuenca de Panamá, Corrientes superficiales, subsuperficiales y profundas, zonas de surgencia y bloques de muestreo en la cuenca de Panamá (BE: Bloque Egoró, BM: Bloque Merayana). NEC y SEC: corrientes ecuatoriales del Norte y del Sur, NECC y SECC: contracorrientes ecuatoriales del Norte y del Sur, CSC: Corriente subsuperficial de Colombia, CCC: la contracorriente del Chocó. (Modificado de Kessler, 2006 y Betancur y Martínez, 2003)

(Correa y Restrepo, 2002; Betancur y Martínez, 2003; Morales, 2003; Fiedler y Taller, 2006; Kessler, 2006 ;Figura 1). Entre las corrientes subsuperficiales que circulan en la CPC se encuentran: 1) La subcorriente ecuatorial (EUC) o corriente de Cromwell, que corre a lo largo del Ecuador desde los 140° W hasta las islas Galápagos con una profundidad que varía entre los 200 m y 40 m en el este del océano Pacífico y 2) La corriente ecuatorial intermedia (EIC), que transporta aguas a profundidades entre 300 y 1200 m, circulan bajo la subcorriente Ecuatorial en el mismo sentido de esta, y se relaciona con las contracorrientes ecuatoriales del norte y del sur (Correa & Restrepo, 2002; Betancur y Martínez, 2003; Morales, 2003; Figura 1).

Las corrientes de fondo provienen del sur como agua profunda del Pacífico (por sus siglas en inglés PDW) y se introducen en la Cuenca de Panamá a través de la fosa del Ecuador (Figura 1), la cual tiene una profundidad mínima de 2920 m. Desde allí se desplazan a lo largo de la Fosa de Colombia e invaden progresivamente la Cuenca de Panamá, viajando en el sentido contrario a las manecillas del reloj. El agua de fondo un poco más somera,

fluye hacia el interior de la Cuenca de Panamá a través de la parte central de la dorsal de Carnegie (Correa y Restrepo, 2002). Además de las corrientes mencionadas, se presentan dos corrientes características en el margen continental de la CPC: 1) la corriente subsuperficial de Colombia (CSC), que viaja hacia el norte y 2) la contracorriente del Chocó (CCC), localizada frente al departamento de Chocó y con dirección de desplazamiento sur-norte (Rodríguez y Bastidas, 2008; figura 1).

1.1.3 Masas de agua

Las masas de agua se definen como volúmenes de agua que se localizan a diferentes profundidades en el océano y tienen una relación única entre la temperatura y la salinidad. En la CPC se observan 5 masas de agua diferentes: 1) masa de agua costera colombiana (ACC), se localiza entre los 0 y los 100 m de profundidad, y transporta las aguas más cálidas y con menor salinidad de la zona, 2) masa de agua tropical superficial (ATS), ubicada al norte del ecuador entre la superficie y los 100 m de profundidad, 3) masa de agua superficial ecuatorial (ASE) que se distribuye a lo largo del Ecuador, esta es más fría y salada que la ATS y se observa más claramente al sur del Pacífico colombiano, 4) masa de agua subsuperficial subtropical (ASSST), la cual se extiende desde el sur del continente y su penetración podría presentar variación estacional relacionada con el proceso de divergencia ecuatorial, por último la 5) masa de agua intermedia antártica (AIAT), la cual es la más profunda descrita para la CPC y se encuentra desde los 500 m hasta los 1200 m de profundidad (Figura 2; Rodríguez-Rubio, 2002, Rodríguez-Rubio et al., 2007 en: DIMAR-CCCP y UAESPNN-DTISO, 2007).

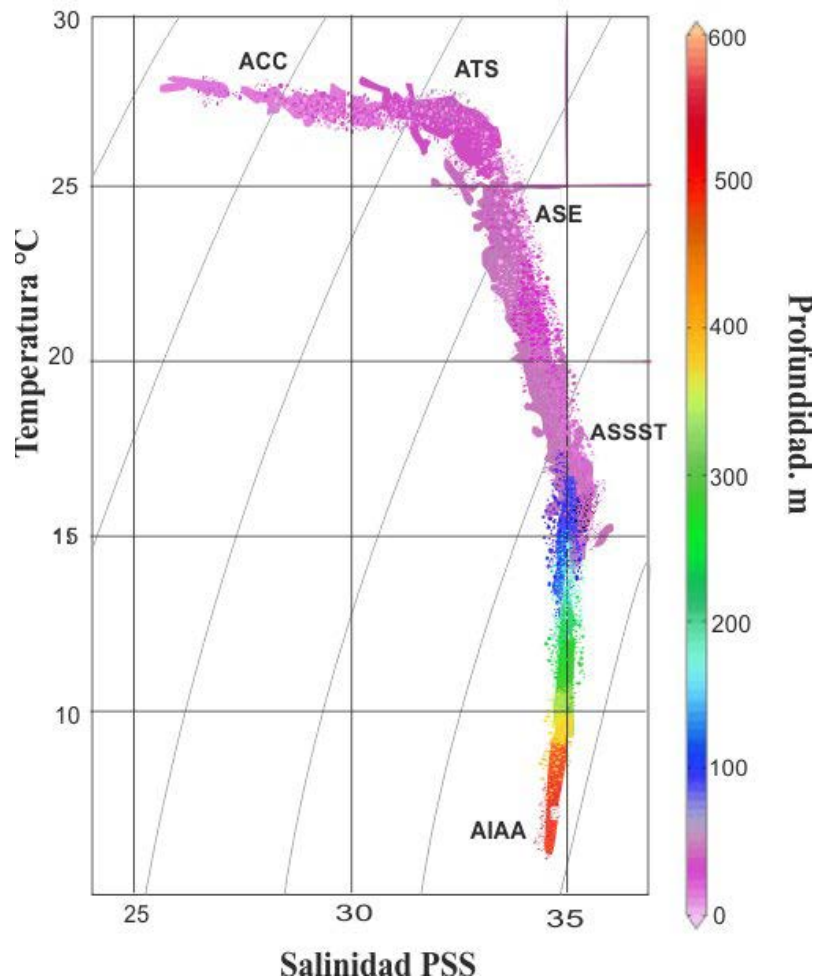


Figura 2: Diagrama de masas de agua que se encuentran en la CPC: (ACC) agua costera colombiana, (ATS) agua tropical superficial, (ASE) agua superficial ecuatorial, (ASSST) agua subsuperficial subtropical, (AIAT) agua intermedia antártica. (Modificado de Rodríguez-Rubio et al., 2007 y Rodríguez-Rubio, 2002)

1.1.4 Morfoestructura y batimetría

La morfoestructura en los bloques Egoro y Merayana incluye zonas planas, entre 0 y 200 metros bajo el nivel del mar denominada como plataforma continental. Por debajo de 200 mbnm, se logra seguir una franja de ancho variable con pendiente pronunciada denominada talud continental, caracterizado por el emplazamiento de densos sistemas de canales submarinos. A lo largo de la margen en ambas áreas, se observan sistemas de

cañones submarinos, abanicos submarinos proximales y abanicos submarinos distales perpendiculares al talud continental y localmente controlados por el desarrollo de pliegues recientes (López, 2009).

1.1.5 Sedimentación

Basado en lo reportado por Correa y Restrepo (2002), las tasas de sedimentación calculadas a partir de las velocidades de sedimentación para el pleistoceno tardío-holoceno, indican que el espesor de los sedimentos holocénicos varían entre 10 a 50cm aproximadamente. Las velocidades más altas de sedimentación ($> 40\text{cm/ka}$) ocurren en las proximidades al continente y al este de las islas Galápagos. En las cercanías al continente, las mayores velocidades de acumulación resultan de los aportes de sedimentos terrígenos. El alto aporte de agua dulce y sedimento terrígeno son únicos en el margen del pacífico colombiano y son responsables en gran medida del transporte de partículas tamaño limo y arcilla hacia la CPC (Correa y Restrepo, 2002). Sobre el margen continental de Colombia, específicamente frente a la desembocadura del río San Juan, se observa el predominio de tamaño de grano menor a $63\ \mu\text{m}$ y disminuye sobre las dorsales de Cocos y Carnegie. La fracción tamaño arcilla, que incluye tanto material biogénico (algas cocolitoforales) como material terrígeno, abundan principalmente en la plataforma continental de Colombia.

1.1.1 Hidrografía

La red de drenaje del Pacífico colombiano está conformada por aproximadamente 200 ríos cortos, cuyo gran caudal es generado por la alta tasa de precipitación en la zona. Estos ríos desembocan en el margen continental de la CPC, aumentando la cantidad de sedimento terrígeno que llega desde la costa (Posada et al., 2009). En conjunto, los ríos del margen del Pacífico colombiano descargan de 254 a $350 \times 10^9\ \text{m}^3/\text{año}$ de agua y aportan de 30 a 35×10^6 toneladas de sedimento terrígeno a la cuenca (Correa & Restrepo, 2002; Restrepo y López, 2008). Son de gran importancia los ríos Mira y Patía, que fluyen en la zona norte y centro del Pacífico colombiano, y desembocan en la costa del departamento de Nariño, lugar donde se ubica el bloque Egoró. Los ríos Baudo, Nuqui y San Juan, se localizan en la zona sur y desembocan en la costa del departamento del Chocó, donde se ubica el bloque Merayana.

1.2 FORAMINÍFEROS: BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Los foraminíferos pertenecen al reino Protista, infrareino Rhizaria (Cavalier, 2003), phylum Granuloreticulosa (Margulis y Schwartz, 2000). Estos organismos como todos los protozoarios son unicelulares, con pseudópodos adaptados para la locomoción, captura de alimento, excreción, asociación con simbiosis y otras funciones vitales. Según Loeblich y Tappan (1988) el orden Foraminiferida se divide en 11 subórdenes que contienen tanto organismos fósiles como organismos recientes, con más de 60.000 especies, 2.455 géneros y 296 familias; siendo más numerosos en especies los organismos bentónicos. Morfológicamente se caracterizan por la presencia de una conchilla que protege al citoplasma del estrés físico, químico y biológico. Dicha conchilla puede ser de composición calcárea, quitinosa, silíceo, aglutinada o aragonítica (Loeblich y Tapan, 1988; Murray, 1991; Armstrong & Brasier, 2005; Murray, 2006). Están adaptados a múltiples ambientes marinos y algunos pocos lacustres, además, tienen un rango de distribución geográfico amplio. Su forma de vida y tipo de reproducción permiten que se presenten poblaciones de gran tamaño (Armstrong & Brasier, 2005). Debido a todas las características anteriores y sumada a su capacidad de fosilización, son organismos útiles en análisis paleoambientales, paleoecológicos, paleoclimáticos y paleoceanográficos (Murray, 1991; Armstrong y Brasier, 2005; Murray, 2006), como indicadores de la profundidad del suelo oceánico, de la productividad biológica y del flujo de carbono, oxígeno y nutrientes al fondo marino (Danne y Gupta, 1989; Betancur y Martínez, 2003; Licari y Mackensen, 2005; De Mello e Sousa, 2006; De y Gupta, 2010). Se ha observado que los factores abióticos (temperatura, luz, oxígeno y nutrientes) son determinantes en la asociación de especies, la diversidad, la abundancia y la delimitación de zonas biogeográficas (Murray, 1991).

1.3 ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS COMO INDICADORES BATIMÉTRICOS

Los estudios paleobatimétricos son de gran importancia en el análisis de cuencas sedimentarias y en la reconstrucción de curvas de nivel del mar (Van der Zwaan et al., 1990). Sin embargo, para entender estos eventos, es necesario tener en cuenta que la interpretación del registro fósil, depende en gran medida de un estudio detallado del medio ambiente moderno y la ecología de los organismos actuales (Murray, 2006). Los foraminíferos bentónicos son usados como indicadores batimétricos y paleobatimétricos, debido a que son sensibles a las variaciones de los parámetros ambientales como la productividad superficial, el flujo de nutrientes hacia el suelo oceánico, la oxigenación del

agua de fondo y el tamaño de grano del sedimento marino (Jorinssen et al., 1995; Havach y Collins, 1997; Van der Zwaan et al., 1999; Altenbach et al., 1999; Armstrong y Brasier, 2005; Murray, 2006). Van der Zwaan et al. (1990) sugiere que la biomasa de foraminíferos bentónicos, incrementa en número cerca a la costa y decrece rápidamente hacia la zona batial, siguiendo el patrón global de distribución del carbono orgánico en el sedimento.

1.4 RELACIÓN DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS CON LA PRODUCTIVIDAD, FLUJO DE NUTRIENTES Y OXIGENACIÓN

La disponibilidad de oxígeno y nutrientes en el fondo marino son considerados como uno de los principales limitantes en la distribución y abundancia de los foraminíferos bentónicos. Jorissen et al., 1995; Van der Zwaan et al., 1999; De y Gupta, 2010). Corliis y Chen (1988) sugieren que la morfología de las conchillas está directamente relacionada con el flujo de carbono orgánico al fondo marino. Basado en esta premisa Jorissen et al (1995) plantearon el modelo TROX para explicar la presencia y abundancia de los taxones de foraminíferos bentónicos con relación al aumento o disminución de la cantidad de oxígeno y nutrientes (Figura 3).

Los foraminíferos bentónicos se encuentran tanto en la interface agua-sedimento (epifaunales) como dentro del sedimento (infaunales). La morfología de las conchillas permite diferenciar entre especies infaunales y epifaunales. Las especies epifaunales presentan conchillas redondeadas, plano convexas o biconvexas con enrollamiento trocoesprial, con grandes poros que pueden estar ausentes o restringidos a un lado de la conchilla. En las especies infaunales someras las conchillas son generalmente redondeadas planoespirales, cilíndricas globulares u ovaladas, ovoides aplanadas y con enrollamiento uniserial, triserial o planiespiral y con poros distribuidos en toda la superficie de la conchilla. Las especies infaunales profundas poseen principalmente conchillas aglutinadas (Corliis y Chen, 1988; Betancur & Martinez, 2003).

En ambientes oligotróficos, las especies epifaunales e infaunales someras son escasas. En ambientes mesotróficos aumenta la abundancia de foraminíferos y se presentan especies epifaunales, infaunales someras e infaunales profundas. En ambientes eutróficos los primeros que desaparecen son los organismos epifaunales y aumenta la abundancia de organismos infaunales profundos (Van der Zwaan et al., 1999).

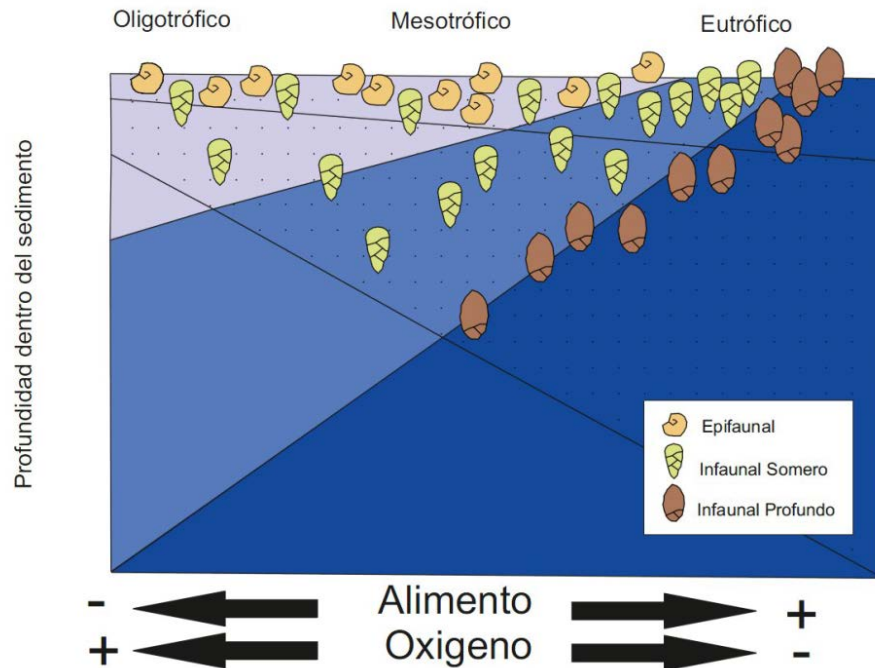


Figura 3: Figura 3: Modelo TROX: Modificado de Van der Zwaan et al., 1999). En él se puede observar la relación que existe entre la concentración de nutrientes en el sedimento, la concentración de oxígeno, el tipo de hábitat y algunos morfo-tipos de foraminíferos (epifaunal e infaunal).

1.5 RELACIÓN DE LOS FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS CON EL TAMAÑO DE GRANO EN EL SEDIMENTO.

Los foraminíferos bentónicos son organismos asociados exclusivamente al sedimento del fondo marino, por lo cual, el tamaño de grano es una variable de análisis importante, ya que afecta en gran medida el hábitat donde se desarrollan. El flujo de oxígeno y nutrientes está ligado a la permeabilidad del sustrato. Sin embargo, el efecto de esta variable en la diversidad, la distribución y la abundancia de los organismos bentónicos no es claro. Diz et al. (2004) sugiere que sustratos con tamaño de grano muy grueso son favorables para los foraminíferos bentónicos y otros autores como Debenay et al. (2001) sugieren que sedimentos con partículas predominantemente finas son óptimos para la supervivencia de los foraminíferos bentónicos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 TOMA Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Para el desarrollo de este trabajo se seleccionaron 31 muestras de piston-core (PC) colectadas por la empresa GEMS-HRT (López, 2009) en las áreas de evaluación técnica (TEA's) de Egoró y Merayana (Tabla 1; Figura 4). De estas muestras, 18 pertenecen al bloque Egoró y se distribuyen desde la plataforma continental (76 mbnm) hasta el talud continental (353-958 mbnm). Las 13 muestras restantes que pertenecen al bloque Merayana, se localizan igualmente desde la plataforma continental (66 -94 mbnm) hasta el talud continental (353 – 2830 mbnm). Debido a que durante la campaña de adquisición GEMS-HRT desechó los core-tops, los cuales contenían las muestras de interface agua-sedimento, se optó por tomar muestras más profundas de los núcleos recuperados.

2.2 GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico se realizó mediante tamizaje, basado en la metodología planteada por Fork y Ward (1957). Se liofilizaron y pesaron 10 cm³ de sedimento, luego se tamizaron en húmedo utilizando un tamiz de 63µm con el fin de separar la fracción gruesa (grava y arena) de la fracción fina (limo y arcilla)- El material retenido en el tamiz se filtró y se dejó secar a temperatura ambiente por 3 días y finalmente se registró el peso total de la fracción gruesa. Estos valores se expresaron como porcentaje del peso total (Anexo 1).

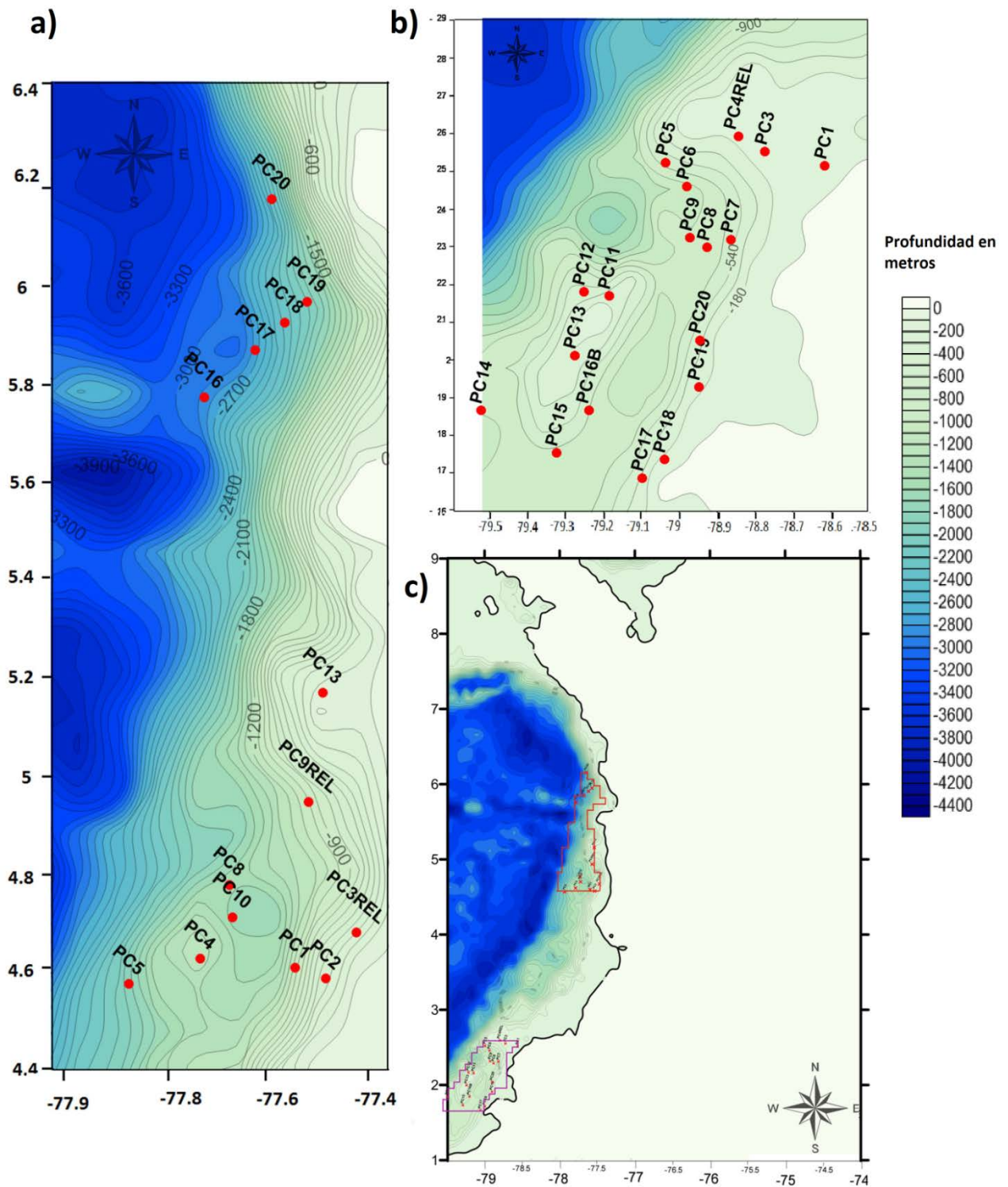


Figura 4: Mapa Batimétrico y localización de los piston core analizados en los bloques a) Merayana y b) Egoró. c) Localización de los bloques en el margen continental del Pacífico colombiano.

Tabla 1: Coordenadas de los puntos de muestreo, resultados del análisis granulométrico y geoquímico (TOC) representados en porcentaje del peso total de la muestra, porcentaje de organismos infaunales y epifaunales y porcentaje de conchillas aglutinadas, porcelanaceas y hiainas

Bloque	PC	Profundidad (m)	Coordenadas		Porcentaje Granulometría (%)		Carbono		LnS	H	Ln(L/FP)	Morfotipos		Tipo de conchilla (%)			
			este	norte	arenas (>63µm)	lodos (<63µm)	Orgánico	Carbonatos				Epifaunales	Aglutinados	Porcelanaceas	Hialinas		
Egrot	PC1	76	2,51031209	-78,6096213	17,08	82,60	1,24	2,89	3,64	2,58	1,02	87,54	12,46	7,47	0,31	92,24	
	PC3	210	2,54848662	-78,7684087	98,29	1,34	0,23	38,56	2,94	1,78	0,67	28,14	71,86	12,55	3,60	84,41	
	PC9REL	857	2,58924843	-78,8388099	13,31	86,58	1,56	7,39	3,74	3,35	1,99	79,40	20,60	0,00	0,51	99,50	
	PC5	653	2,51969468	-79,0325216	40,56	58,80	1,30	21,94	4,06	3,57	1,94	73,94	26,06	0,00	1,07	98,94	
	PC6	948	2,46565179	-78,9770089	33,64	65,43	1,09	10,31	3,66	3,23	2,24	75,09	24,91	0,00	0,69	99,32	
	PC7	768	2,31432843	-78,8591568	4,88	91,24	1,97	4,05	3,76	3,23	1,70	72,38	27,62	0,00	0,00	100,00	
	PC8	814	2,29314907	-78,9220643	4,69	94,95	1,79	5,06	3,93	3,43	2,18	62,65	37,35	9,36	3,68	87,43	
	PC9	958	2,31896595	-78,9683632	7,16	92,75	2,16	7,27	3,74	3,11	1,80	59,35	40,65	2,98	0,48	96,56	
	PC11	394	2,16374827	-79,1825427	79,41	20,33	0,72	19,92	3,61	2,67	1,25	45,15	54,85	0,91	0,92	98,19	
	PC12	591	2,1744453	-79,2505165	11,60	88,04	1,79	5,04	3,89	3,25	2,04	66,38	33,62	6,53	1,54	92,05	
	PC13	566	2,00538098	-79,2744095	63,50	36,45	1,17	21,41	3,81	3,10	1,75	76,27	23,73	8,47	0,75	90,85	
	PC14	797	1,85930654	-79,5242774	20,35	79,43	2,15	15,28	3,69	3,18	1,87	66,12	33,88	2,86	2,59	94,69	
	PC15	839	1,74604825	-79,3330023	22,41	77,31	1,89	7,28	3,85	3,34	2,10	64,67	35,33	21,78	2,16	76,57	
	PC16B	686	1,85971558	-79,236413	51,24	48,74	1,57	11,10	3,83	3,11	1,65	57,88	42,12	0,32	0,32	99,36	
	PC17	572	1,67923912	-79,0946479	6,66	93,21	1,63	4,02	3,64	3,30	2,54	80,19	19,81	0,00	0,00	100,00	
	PC18	435	1,72814664	-79,0358949	20,52	79,37	1,59	3,26	3,18	2,25	1,16	94,07	5,93	0,30	0,00	99,70	
	PC19	353	1,92117405	-78,9440213	46,05	53,86	0,91	12,28	3,33	2,58	1,26	84,27	15,73	0,00	0,00	100,00	
	PC20	664	2,0460524	-78,9412163	11,50	88,38	1,00	3,92	3,69	2,87	1,15	86,67	13,33	0,00	0,00	99,72	
	Merayana	PC1	560	4,615766	-77,5427	4,40	95,53	1,56	3,14	3,69	3,01	1,42	87,11	12,89	0,28	0,00	99,72
		PC2	94	4,594176	-77,479782	6,69	93,21	1,50	4,57	3,37	2,44	1,02	83,97	16,03	0,43	0,42	98,73
PC3REL		1256	4,686801	-77,416724	3,23	96,18	1,72	3,13	3,50	2,72	1,45	71,15	28,85	0,38	4,90	89,87	
PC4		1468	4,634065	-77,737671	9,18	90,75	1,71	4,87	3,64	3,09	1,97	72,61	27,39	0,52	0,00	79,00	
PC5		1534	4,583212	-77,884359	9,69	89,95	1,93	6,09	3,53	3,13	2,15	61,29	38,71	0,36	2,50	97,14	
PC9REL		721	4,948822	-77,515047	4,65	95,22	1,86	3,78	3,33	2,73	1,36	61,19	38,81	0,53	1,00	95,52	
PC10		1189	4,717231	-77,671366	38,85	61,15	1,06	8,95	3,74	3,11	2,14	83,46	16,54	0,25	3,05	96,95	
PC13		66	5,170014	-77,485702	3,02	96,77	1,54	2,19	3,33	2,67	1,80	80,87	19,13	0,45	0,00	98,26	
PC16		2830	5,765276	-77,729337	4,84	95,00	1,68	2,37	2,64	2,55	1,85	73,68	26,32	5,26	5,26	94,74	
PC17		2513	5,860528	-77,624815	1,55	97,71	1,61	2,38	2,77	2,26	1,15	73,02	26,98	1,68	1,59	88,89	
PC18		2158	5,915906	-77,564022	30,43	69,34	1,73	7,26	3,58	3,16	2,20	81,46	18,54	0,50	0,00	98,54	
PC19		1764	5,957893	-77,517919	3,02	96,98	2,06	3,48	3,00	2,45	1,30	71,43	28,57	1,10	3,30	96,70	
PC20	1351	6,16468	-77,590736	3,78	96,01	1,67	5,84	3,40	2,76	1,39	76,17	23,83	0,39	3,52	96,09		

2.3 ANÁLISIS GEOQUÍMICO DEL SEDIMENTO

Los análisis geoquímicos fueron realizados por el laboratorio de geoquímica del ICP-Ecopetrol. El porcentaje de carbono total (C-tot.) fue determinado mediante combustión a 1300 °C con un equipo analizador elemental para carbono LECO CR-12. Para el análisis de carbono orgánico (C-org.) primero se eliminaron los carbonatos mediante acidificación de las muestras con HCl 1:1, y el carbono orgánico remanente fue determinado en el LECO CR-12. El contenido de carbono orgánico y carbonato se calculó teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones (Bernard et al):

Contenido de Carbono (MG)

$$\text{Carbono (g)} = (b)(A) + a$$

Dónde:

b = pico de la línea de la curva de calibración (g por unidad de área)

A = área bajo la curva

a = intercepción de la curva de calibración

Nota: cuando las muestras han sido acidificadas el carbono orgánico (g) reemplaza al carbono (g) en la ecuación anterior.

Porcentaje de Carbono Total (TC)

$$\%TC = \frac{\text{Carbono (g)}}{W(g)}$$

Dónde:

W (g) = peso seco del sedimento a analizar.

Porcentaje de Carbono Orgánico Total (TOC)

$$\%TOC = \frac{\text{Carbono orgánico (g)}}{W(g)}$$

Porcentaje de Carbonato de Calcio (CaCO₃)

$$\%CaCO_3 = (TC - TOC) * 8.33$$

2.4 ANÁLISIS FAUNÍSTICO

Las muestras liofilizadas y pesadas se tamizaron en seco a través de tamices de 125 µm y 63 µm de ancho de malla, separando en dos fracciones la muestra (> 125 µm y 63–125 µm). Esta separación se realizó con el fin de recobrar foraminíferos pequeños (63–125 µm), ya que en ambientes deficientes de oxígeno o con alto porcentaje de materia orgánica, estos tienden a ser más abundantes (Shepherd et al., 2007). En total, entre las dos fracciones se seleccionaron e identificaron entre 100 y 300 foraminíferos bentónicos por muestra. Las muestras que presentaron bajo recobro (menor a 100 individuos) no se utilizaron para los análisis multivariados, debido a que esta cantidad no es significativa para análisis estadísticos de las especies más representativas (>5% del ensamble; Fatela y Taborda, 2002). Los resultados de los conteos en cada muestra se expresaron como el número de individuos por gramo de sedimento.

El análisis de los caracteres diagnósticos necesarios para la identificación taxonómica se realizó utilizando un estereoscopio Wild con aumentos de hasta 100X. La identificación

taxonómica se contrastó con los géneros reportados por Loeblich y Tapan (1988) y las especies reportadas en los trabajos de Phleger et al. (1953), Coulbourn (1980), Resig (1981), Hermelin (1989), Finger (1990), Betancur & Martínez (2003), Burke et al. (1993), Bolli et al. (1994), Ujicie (1995), Zapata y Gutierrez (1995), Hess (1996), Bornmalm (1996), Finger (1992), Scott et al. (2000), Holbourn y Henderson (2002), Figueroa et al. (2005), y Abu-Zied, et al. (2011). Cuando fue posible la identificación se confirmó con los especímenes almacenados en la colección de foraminíferos del laboratorio de Micropalantología del ICP-Ecopetrol.

2.4.1 Distribución de foraminíferos epifaunales e infaunales

Se clasificaron y contaron los organismos infaunales y epifaunales, de acuerdo con las características morfológicas de sus conchillas, teniendo en cuenta lo planteado por Corliss y Chen, (1988). Se calculó la relación de organismos infaunales – epifaunales (R) en cada una de las muestras y se graficó en un mapa de isoclinas para determinar su distribución en cada uno de los bloques.

$$R = (e/i)$$

Dónde:

e: abundancia de organismos Infaunales

i: abundancia de organismos Infaunales + Abundancia de organismos Epifaunales

2.5 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

Con el objetivo de determinar si la dominancia, la riqueza y la equidad de las especies se ven influenciadas por factores batimétricos, geoquímicos o granulométricos, se estimaron los valores de diversidad alfa utilizando métodos basados en la cuantificación de especies (Riqueza específica) y en la estructura de la comunidad (Dominancia y Equidad); } [Moreno, 2001,] [Walker et al., 2011]}. Los valores de los índice de riqueza específica,

equidad de Shannon-Wiener y dominancia de Berger-Parker para cada PC se calcularon con el programa PAST (Hammer et al., 2001). Estas tres medidas, en conjunto proporcionan información fácil de interpretar sobre la diversidad de las áreas estudiadas (Hayek y Buzas, 2013). Los resultados se graficaron en escala logarítmica con el fin de reducirlos a un rango más manejable y con menor redundancia (Hayek y Buzas, 2013).

La riqueza de especies hace referencia al número de especies que integran la comunidad. Para evaluar este parámetro se calculó la Riqueza específica (S), la cual toma el número de especies presentes (Abundancia relativa) en el área, sin tener en cuenta el valor de importancia de las mismas. Este se calculó tomando el número total de especies obtenido en el censo de la comunidad (Moreno, 2001).

La dominancia es un parámetro inverso al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Para evaluarla se toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2001). La dominancia en cada uno de los PC se calculó basado en el índice de Berger-Parker usando la siguiente formula:

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde Nmax es el número de individuos en la especie más abundante. Un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia (Magurran, 1988).

Los índices de Equidad expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 2004). El índice de Shannon-Wiener asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 2004). Este índice se calculó de la siguiente manera:

$$H' = - \sum p_i - \ln p_i$$

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

2.6.1 Diferencia de medias y correlación de Spearman

Con el fin de definir si existen diferencias entre los resultados geoquímicos, granulométricos y faunísticos obtenidos en los bloques Egoró y Merayana, se realizó una prueba de diferencias de medianas. Para esto, se determinó inicialmente si los datos presentaban una distribución normal aplicando una prueba de normalidad (Prueba de Shapiro-Wilk). Debido a que algunos de los datos no presentaron una distribución normal, se realizó una prueba no paramétrica (Prueba de U de Mann-Whitney) para determinar si las medianas de los datos en los dos grupos (bloque Egoró y Merayana) son iguales o no. Además se evaluó la relación entre las variables ambientales a partir de un análisis de correlación de Spearman.

Prueba de Shapiro-Wilk

$$w = \frac{D_2}{nS_2}$$

S_2 : Media y la varianza maestra.

D: Suma de las diferencias corregidas.

n: Tamaño de la muestra.

Hipótesis:

H_0 = La muestra proviene de una población normalmente distribuida.

H_a = La muestra proviene de una población no normalmente distribuida

Nivel de significancia. Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0.05, se acepta H_a y se rechaza H_0 . $H_a = P\text{-value} \leq 0; 05$.

Zona de rechazo. Para todo valor de probabilidad mayor que 0.05, se acepta H_0 y se rechaza H_a . $H_0 = P\text{-value} > 0; 05$

Prueba de U de Mann-Whitney

$$U_1 = n_1 \times n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

$$U_2 = n_1 \times n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

n_1 y n_2 : Tamaño de la muestra 1 y 2

R_1 y R_2 : Suma de los rangos de cada uno de los rangos de los datos para cada grupo.

U_1 y U_2 : Estadístico U. se escoge el valor más grande entre los dos estadísticos y ese se toma como el valor de U_{cal}

Hipótesis:

H_0 = No Existe diferencia entre las Medianas de los dos grupos considerados.

H_a = Existe diferencia entre las Medianas de los dos grupos considerados.

Nivel de significancia. Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0.05, se acepta H_a y se rechaza H_0 . $H_a = P\text{-value} \leq 0; 05$

Zona de rechazo. Para todo valor de probabilidad mayor que 0.05, se acepta H_0 y se rechaza H_a . $H_0 = P\text{-value} > 0; 05$

2.6.3 Análisis multivariados

Se realizó un análisis de conglomerados (análisis clúster) modo-Q, por el método de Ward utilizando como índice de disimilitud la distancia euclidiana. Para esto se utilizó una matriz de abundancias relativas de las especies que se presentaron en más del 10% de las muestras y sus abundancias correspondían a más del 5% de la asociación total. En el análisis de correspondencia canónica se basó en una matriz compuesta por la abundancia relativa de las especies más abundantes (matriz utilizada en el análisis de

conglomerados) y una matriz compuesta por los valores de profundidad, carbono orgánico total (TOC), carbonatos, porcentaje de lodos y porcentaje de arenas.

3. RESULTADOS

3.1 BLOQUE EGORÓ

3.1.1 Granulometría y geoquímica del sedimento

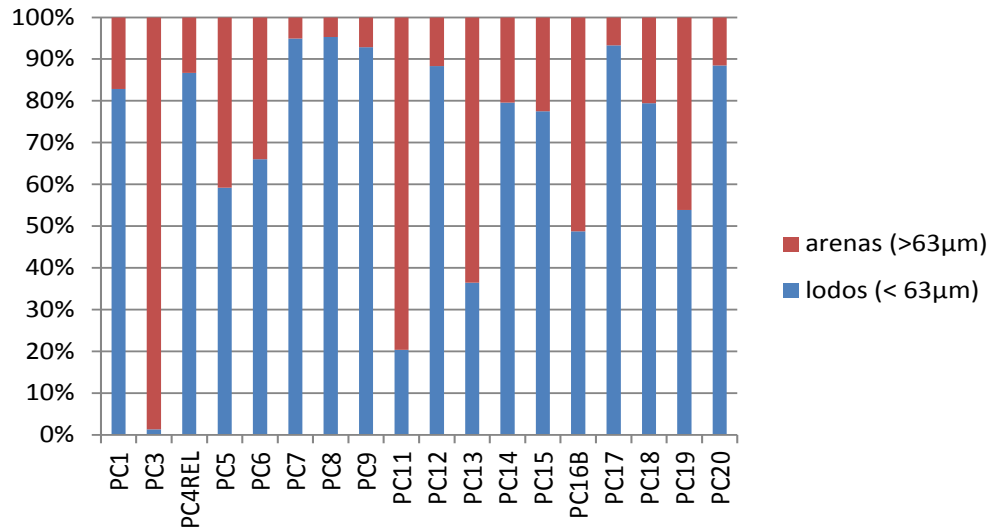


Figura 5: Resultados del análisis granulométrico para el bloque Egoró. En la gráfica se observan los porcentajes de partículas finas (menores a 63µm) y partículas gruesas (mayores a 63 µm) para cada una de los PC muestreados en los bloques Egoró

El análisis granulométrico indicó que el sedimento del bloque Egoró está compuesto principalmente por partículas menores a 63 µm (lodos), excepto los piston core (PC) 3, 11, 13, 16, y 19, los cuales presentan porcentajes menores o cercanos a 50% (Figura 5). La composición granulométrica del PC 3 muestra diferencias en comparación a los demás PC del bloque. Para el PC3, el porcentaje de partículas mayores a 63 µm (arenas) es mayor al 90% presentando abundantes conchas de bivalvos, ostrácodos, restos de equinoideos y fragmentos óseos.

Los porcentajes más altos de partículas tamaño lodo se localizaron entre los 79°y 78. 8°W y los 2.1° y 2.4° N, específicamente en el área donde se agruparon los PC 7, 8 y 9. Los porcentajes más bajos para este tamaño de grano se localizaron en dos puntos: 1) entre los 79,8 y 79,9°W y los 2,5 y 2,6°N compuesto por los PC 11 y 13 y 2) en la parte norte del bloque Egoró (79,3 y 79,1°W y los 2 y 2,2°N) donde se localizó el PC 3 (Figura 6a).

El porcentaje de carbonato de calcio varió entre 2 y 38 %Wt, siendo el valor más alto entre los 78.8°W y los 2.6°N (PC 3), seguido de tres puntos comprendidos por los PC 5, PC11 y PC 13 (Figura 6b). Basado en la clasificación propuesta por Vernet (1982), se pudo identificar dos tipos de sedimento: 1) sedimentos litoclásticos (cuando el porcentaje de carbonato de calcio es menor al 15 %) distribuidos por todo el margen continental y 2) sedimentos litobioclásticos (cuando el porcentaje de carbonato de calcio está entre el 15% y el 50 %) en la zona media y norte del bloque Egoró. El porcentaje de carbonato de calcio presente en el sedimento tiene una relación positiva con tamaños de grano mayores a 63 μ m ($r = 0.744$).

Las concentraciones de carbono orgánico en el bloque Egoró oscilan entre 0,23 y 2,16 %Wt. Los porcentajes más altos se presentaron en los PC 9,14, 7, 12 y 8 respectivamente. Los valores más bajos se presentaron en los PC 3 y 11 (Figura 6c).

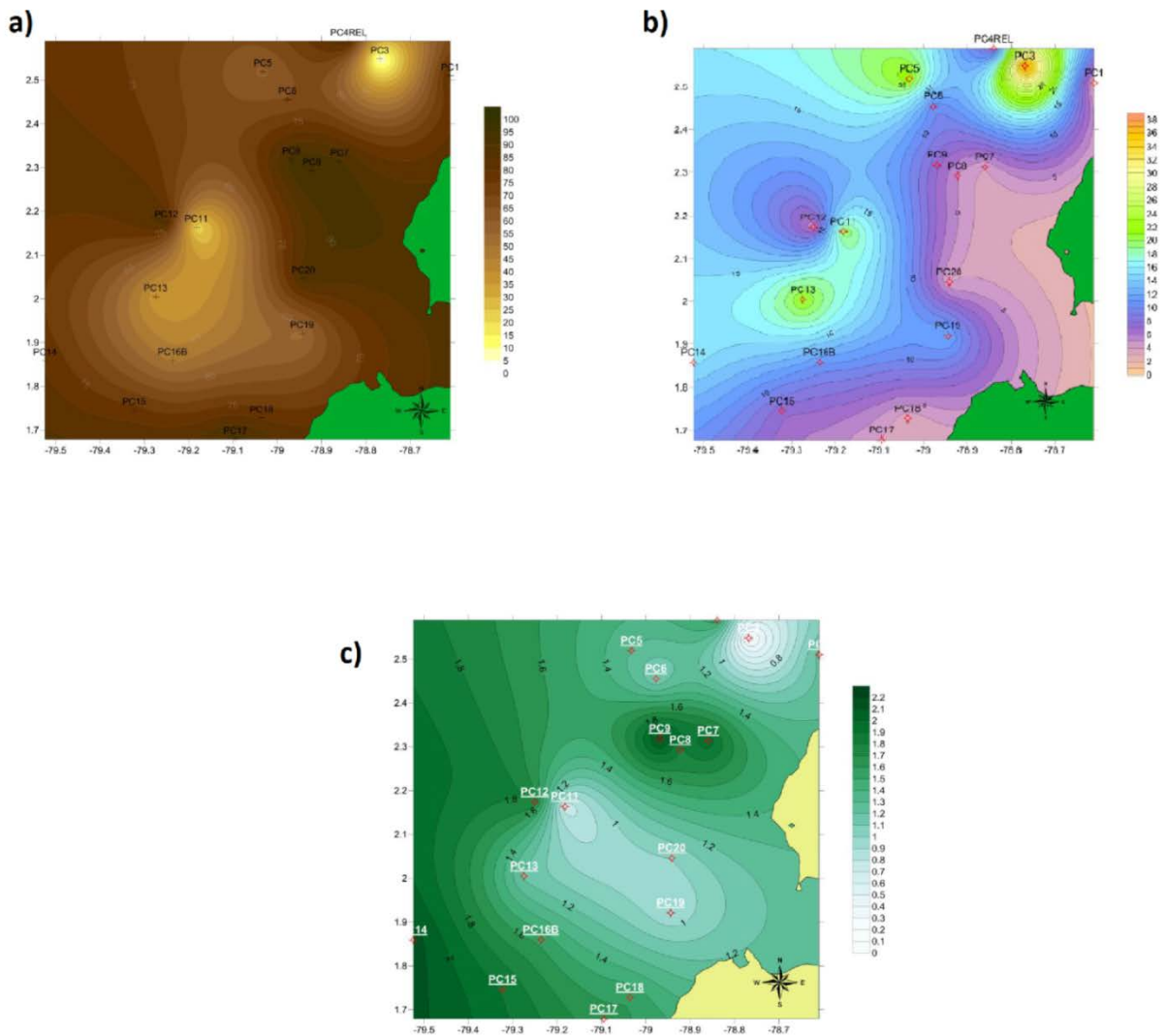


Figura 6: Grafico de isolíneas en el cual se representan los valores obtenidos de los resultados granulométricos y geoquímicos para el bloque Egoró. Distribución de las partículas finas (menor a $63 \mu\text{m}$). b) distribución de los carbonatos (%Wt) y del carbono orgánico (%Wt) en el bloque Egoró.

3.1.2 Abundancia y distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos

- 4 Se identificaron un total 140 especies, agrupadas en 46 géneros. En todos los puntos de muestreo predominaron las conchillas hialinas ($< 70\%$). Las conchillas aglutinadas y porcelanáceas no se presentaron en todas las muestras, Sin embargo, cuando se identificaron organismos con estos tipos de conchilla, el porcentaje de aglutinados fue más alto que el porcentaje de porcelanáceos. Las especies más abundantes en este bloque fueron principalmente morfotipos infaunales detritívoros como *Epistominella*

smithi, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina hollicki*, *Bolivina spissa*, *Globobulimina pacifica* y *Hoeglundina elegans* (Figura 8 Anexo 2). Los coeficientes de correlación de Spearman indican que existe un relación positiva entre la profundidad y los valores de equidad, dominancia y riqueza de especies (coef correlacion, $H= 0.652$ $Bp =0.639$ y $S= 0.585$). En la figura 7 se observa que después de la plataforma continental (200 mbnm) los valores de los índices ecológicos calculados tienden a ser mayores con el aumento de la profundidad. El PC5 (653 mbnm) presenta el mayor número de especies (58), con una distribución más equitativa de sus abundancias y el PC 3 se caracteriza por poseer la menor riqueza de especies (19), con los valores de dominancia más altos (210 mbnm).

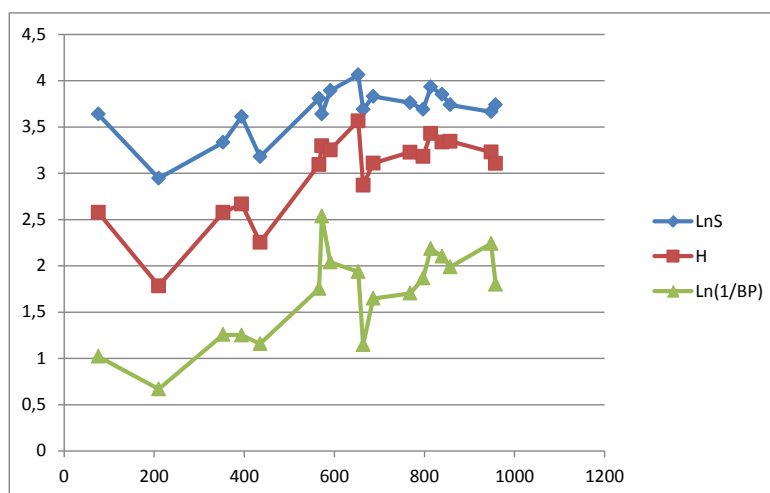


Figura 7 Medidas de diversidad (LnS: Índice de la riqueza específica, H: Índice Shannon, Ln(1/BP): Índice de Berguer-Parker) en relación con la profundidad (m) de muestreo

La carta de distribución (Anexo 3) nos dio una visión de la distribución batimétrica de las especies más abundantes en el bloque. En ella se pudo observar que *Uvigerina pacifica* y *Globobulimina pacifica* están presentes en un porcentaje alto de muestras y su distribución fue amplia a lo largo del gradiente batimétrico, Sin embargo, *U. pacifica* presento su máximo de abundancia en el talud continental y *G. pacifica* en la plataforma continental (> 200 metros de profundidad). El número de especies identificadas en la plataforma continental fue menor que las identificadas en el talud continental (Anexo 3). Especies como *Uvigerina striata*, *Angulogerina sp2*, *Carpenteria balaniformis*, *Hanzawaia mississippiensis*, *Pullenia inglei*, *Uvigerina hootsi*, *Valvulineria sp1*, *Buliminella curta*, *Cassidulina carinata*, *Cassidulina leavigata*, *Gyroidina altiformis*, *Brizalina subaenariensis*,

Bulimina sp1, Bulimina sp2, Cassidulina californica, Globobulimina sp1, Uvigerina disrupta, Cibicidoides kullenbergi, Cibicidoides sp1, Cibicidoides sp2, Melonis barleanus, Melonis pompiloides, Oridorsalis umbonatus, Globobulimina affinis, Hoeglundina sp1, Uvigerina hispidocostata, Gyroidina soldani, Textularia sp1, Martinottiella communis se reportaron exclusivamente para el talud continental del bloque Egoró.

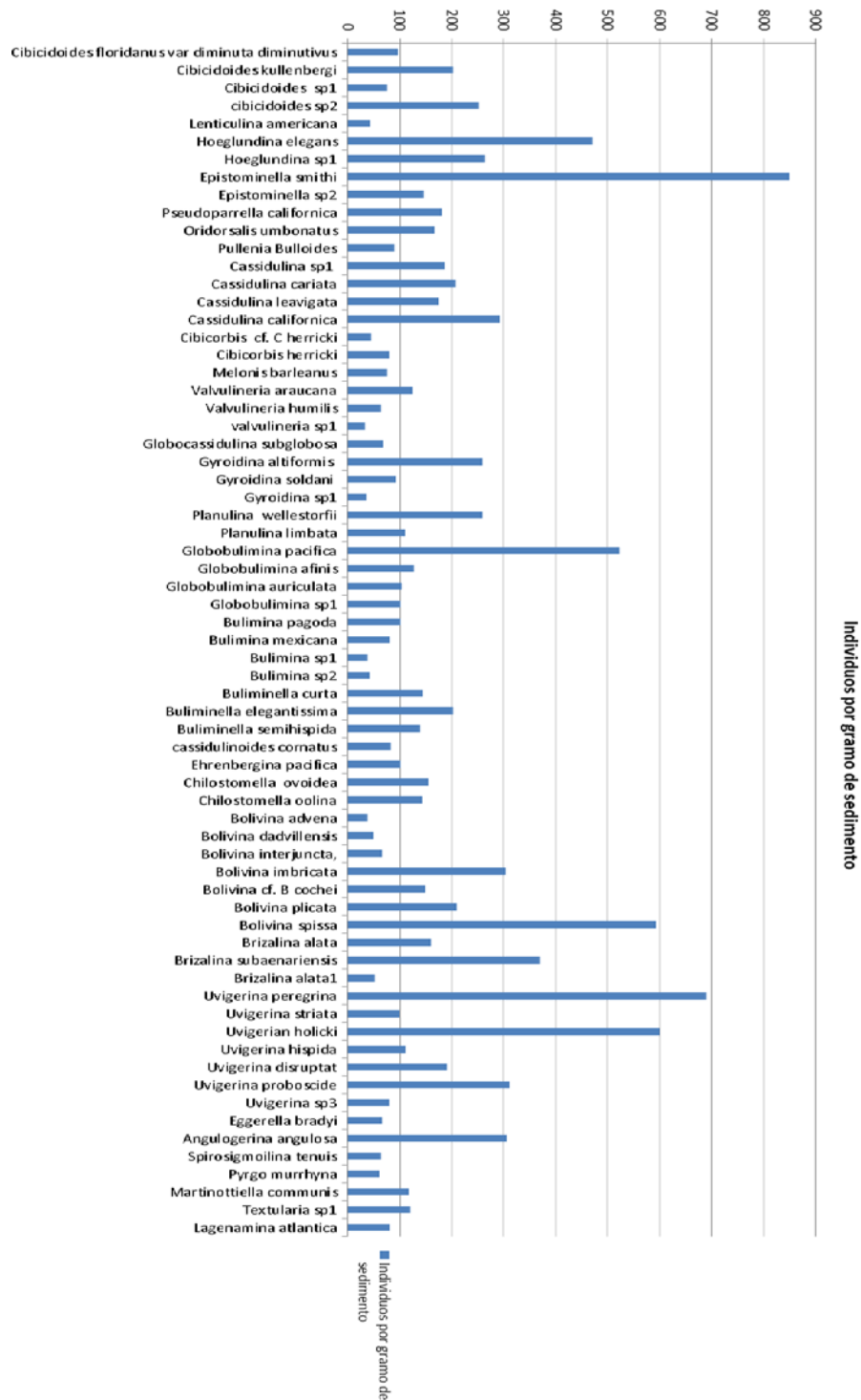


Figura 8 Abundancia de individuos por gramo de sedimento muestreado en el bloque Egoró.

3.1.3 Relación de organismos infaunales y epifaunales

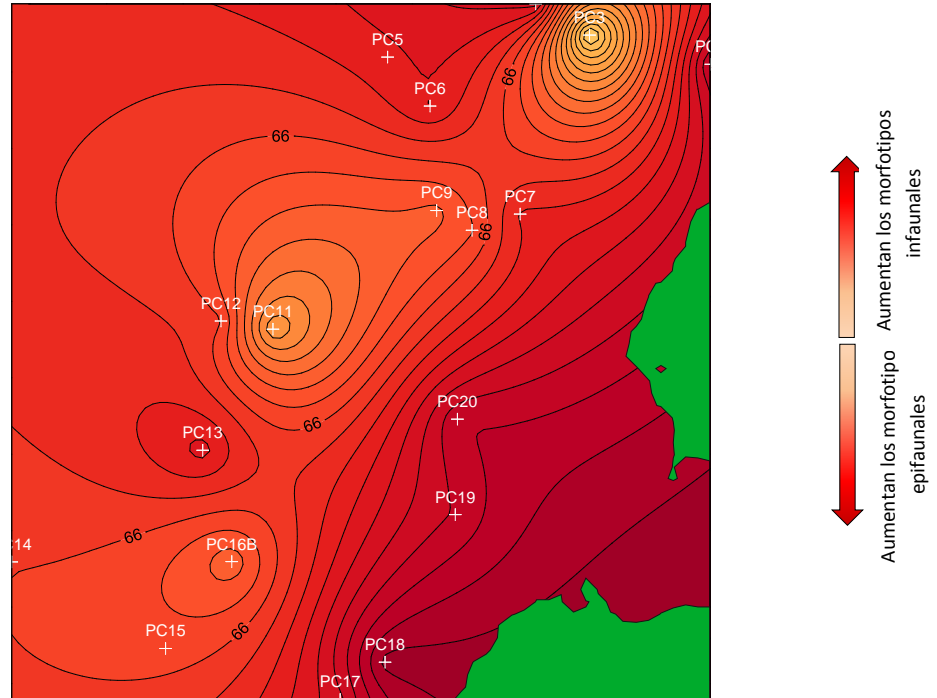


Figura 9 Gráfica de isolíneas que representa la distribución del valor de R en el Bloque Egoró. Valores superiores al 50% indican predominio de los morfotipos infaunales, por el contrario, valores inferiores al 50 % indican predominio de morfotipos epifaunales..

En el bloque Egoró el porcentaje de foraminíferos bentónicos infaunales recobrados fue mayor al 50 % excepto en los PC 3 y 11 (28% y 45% respectivamente). Como se observa en la figura 9 las formas infaunales fueron dominantes (> 80%) en las zonas más cercanas al continente, donde la descarga de material terrígeno es alta. A medida que se aumenta la distancia a la costa, el porcentaje de foraminíferos disminuyó levemente.

3.1.4 Asociaciones de foraminíferos bentónicos

El resultado del análisis de conglomerado (clúster) para bloque Egoró permitió definir 4 asociaciones (figura 10).

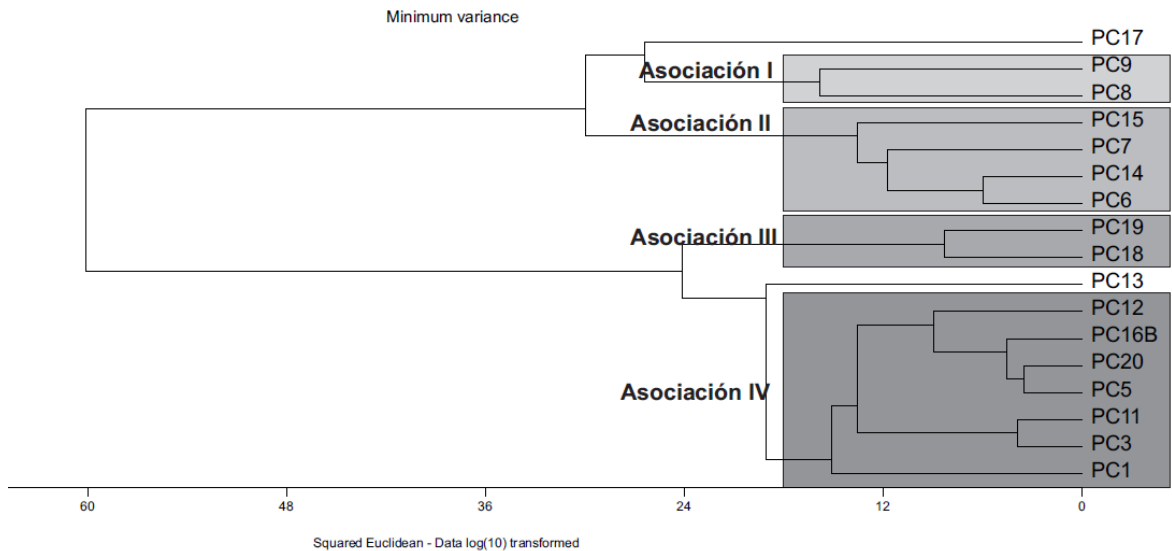


Figura 10. Dendrograma de agrupamiento para 17 muestras del bloque Egoró, basado en las abundancias relativas de las especies más abundantes (> 5%).

Asociación I: Está representada por las especies *Epistominella smithi* y *Bolivina spissa*, en ella se agruparon los PC 9 y 8, los cuales se localizan entre los 814 y 958 metros de profundidad, Igualmente, poseen los valores más altos de partículas tamaño lodo .

Asociación II: Se compone por los PC 15, 7, 14 y 6, los cuales se distribuyen desde los 797 hasta los 948 metros de profundidad, El porcentaje de partículas tamaño lodo es mayor al 65 %- y las especies representativas para esta asociación fueron *Cibicidoides sp2* *Uvigerina peregrina*, *Cassidulina carinata*, *Uvigerina holicki*

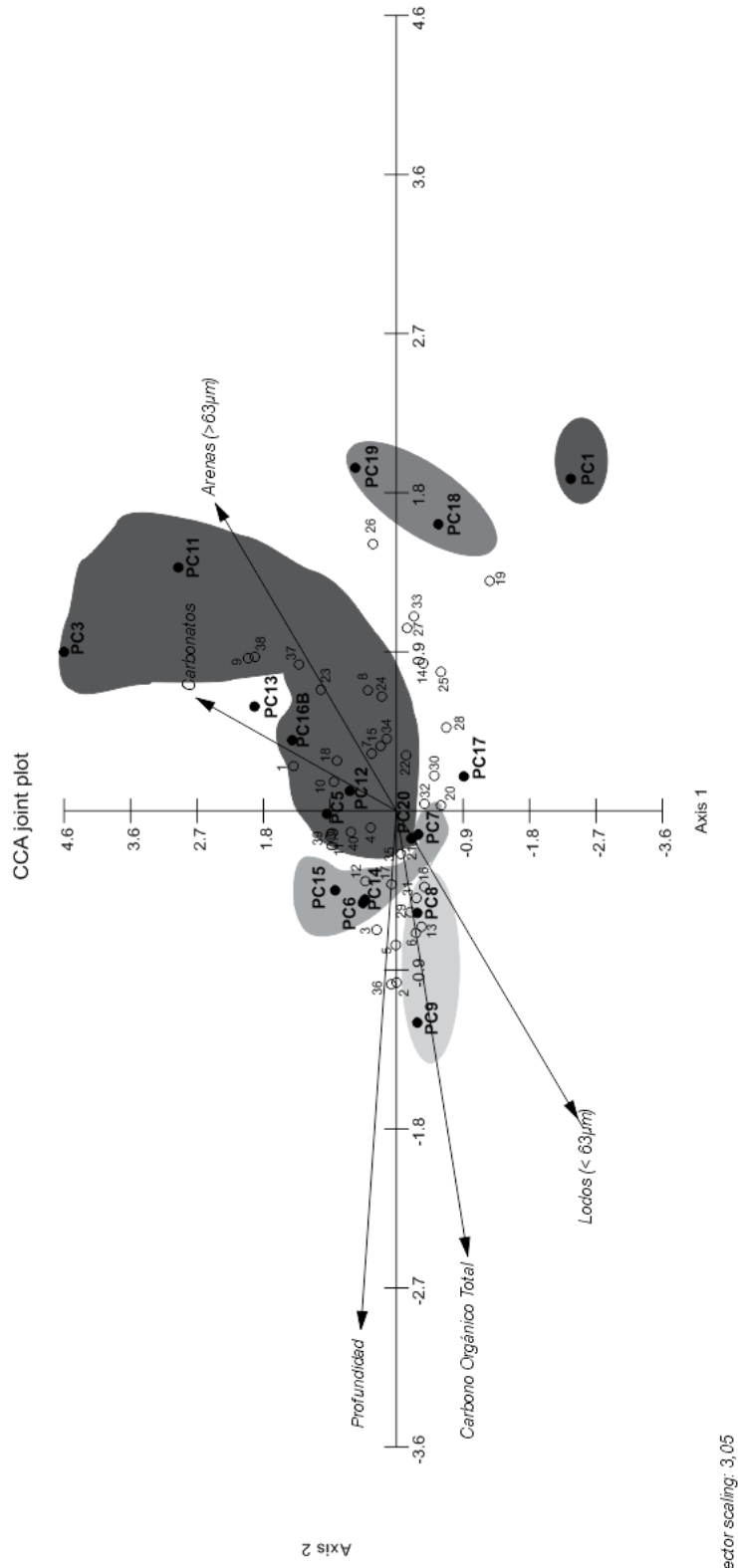
Asociación III: Está representada por las especies *Bolivina imbricata* *Uvigerina holicki* y *Uvigerina striata*. En esta asociación se agruparon los PC 18 y 19, las cuales se localizan a 353 y 435 metros de profundidad.

Asociación IV: En esta asociación se agrupan el mayor número de muestras, con una distribución batimétrica que se extiende desde los 76 hasta los 686 metros de

profundidad. Las especies que caracterizan este grupo son *Globobulimina pacifica* y *Uvigerina peregrina*.

Los porcentajes acumulados obtenidos en el análisis de correspondencia canónica indican que los ejes 1 y 2 explican el 15% y el 10% del total de la varianza respectivamente (Tabla 2). La correlación especie – variables ambientales es de 0,97 y 0,93 para el eje 1 y 2 respectivamente (Tabla 2). Basados en el índice de correlación interpretamos el primer eje como una relación con la profundidad (-0,758) y el carbono orgánico (- 0,817); el segundo eje se interpretó como una relación con los carbonatos (0,84) el porcentaje de sedimento tipo arena >63µm (-0,76), y el sedimento tipo lodo < 63µm (-,761). El coeficiente canónico mostro una relación estrecha entre la abundancia de las especies y el porcentaje de partículas mayores a 63µm. Las abundancias relativas de las especies *Cassidulina californica*, *Epistominella smithi*, *Boivina spissa*, *Brizalina subaeranensis*, *Gyroidina altiformis* presentan una aparente relación con el porcentaje de carbono orgánico total; Las especies *Cibicidoides sp1*, *Cibicidoides sp2* *Cibicidoides kullenbergi* y *Uvigerina probocide* se relacionan con la profundidad; A su vez, *Cassidulina sp1* y *Cibicidoides floridanus* se relacionan con el porcentaje de carbonatos; En contraste, las especies *Ehrenbergina pacifica*, *Epistominella sp2* y *Angulogerina angulosa* se relacionan con el porcentaje de partículas de sedimento mayores a 63µm.

La distribución de las muestras en el análisis de correspondencia canónica sugiere una distribución similar a la propuesta en el análisis de conglomerados. Las muestras de la asociación I que se localiza a lo largo del eje I, se relacionan posiblemente con las variables profundidad y carbono orgánico total; En contraste, un gran número de muestras que componen las asociaciones II y III se localizan en la parte central del diagrama y no muestran ninguna relación a lo largo de las variables analizadas (figura 11). Por tanto, este conjunto no puede ser explicado por ninguna de las variables analizadas. Finalmente, las muestras que componen la asociación IV se localizan en el subespacio del eje 1 y 2, estas muestras no presentan una relación directa con ninguna de las variables ambientales analizadas.



Vector scaling: 3,05

Figura 11 Diagrama del análisis de correspondencia canónica (CCA) entre el Factor 1 (F1) y el Factor 2 (F2) del bloque Egoró. Con puntos oscuros se indican los piston core, con puntos claros se indican las especies y en flechas las variables ambientales. Se resalta en círculos los grupos de muestras identificados en este análisis de agrupamiento. Los números indican las especies analizadas: 1. *Cibicoides floridanus* var *diminuta* diminutivus, 2. *Cibicoides kullenbergi*, 3. *cibicoides* sp2, 4. *Hoeglundina elegans*, 5. *Hoeglundina* sp1, 6. *Epistominella smithi*, 7. *Epistominella* sp2, 8. *Seudoparrella californica*, 9. *Hanzawaia depaoloi*, 10. *Cassidulina* sp1, 11. *Cassidulina carinata*, 12. *Cassidulina leavigata*, 13. *Cassidulina californica*, 14. *Cibicorbis* cf. *C herricki*, 15. *Globocassidulina subglobosa*, 16. *Gyroidina altiformis*, 17. *Planulina wellestorffii*, 18. *Planulina limbata*, 19. *Globobulimina pacifica*, 20. *Bulimina* curta, 21. *Bulimina elegantissima*, 22. *Bulimina semihispida*, 23. *Ehrenbergina pacifica*, 24. *Bolivina interjuncta*, 25. *Bolivina dadvillensis*, 26. *Bolivina imbricata*, 27. *Bolivina* cf. *B cochei*, 28. *Bolivina plicata*, 29. *Bolivina spissa*, 30. *Brizalina alata*, 31. *Brizalina subaenariensis*, 32. *Uvigerina peregrina*, 33. *Uvigerina striata*, 34. *Uvigerina holiccki*, 35. *Uvigerina disruptat*, 36. *Uvigerina proboscide*, 37. *Angulogerina angulosa*, 38. *Angulogerina* sp1, 39. *Martinottella communis*, 40. *Textularia* sp1.

Tabla 2. Resumen de los valores estimados por el análisis de correspondencia canónica para los datos obtenidos en el bloque Egoró

Análisis de correspondencia canónica	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Autovalores	0,46	0,335	0,136	0,094	0,057
Correlación especies-ambiente	0,979	0,935	0,846	0,683	0,614
Porcentaje	15,069	10,969	4,443	3,072	1,854
Porcentaje acumulado	15,069	26,038	30,481	33,553	35,407
Coeficientes de regresión/canónicos para las variables analizadas					
	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Profundidad	-0,758	0,599	0,094	1,117	-0,736
Arenas (>63 μ m)	-0,934	-0,675	-7,91	-12,481	-24,376
Lodos (< 63 μ m)	-1,456	-1,599	-4,878	-13,393	-24,251
Carbono Orgánico Total	-0,041	-0,017	-1,658	-1,009	0,944
Carbonatos	-0,355	0,163	2,127	-1,408	0,532
Correlación de las variables ambientales					
	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Profundidad	-0,953	0,149	-0,063	0,099	-0,01
Arenas (>63 μ m)	0,565	0,76	-0,003	-0,051	-0,028
Lodos (< 63 μ m)	-0,566	-0,761	-0,001	0,038	0,01
Carbono Orgánico Total	-0,817	-0,298	-0,265	-0,14	0,152
Carbonatos	0,207	0,84	0,18	-0,216	0,037

4.1 BLOQUE MERAYANA

3.2.1 Granulometría y geoquímica del sedimento

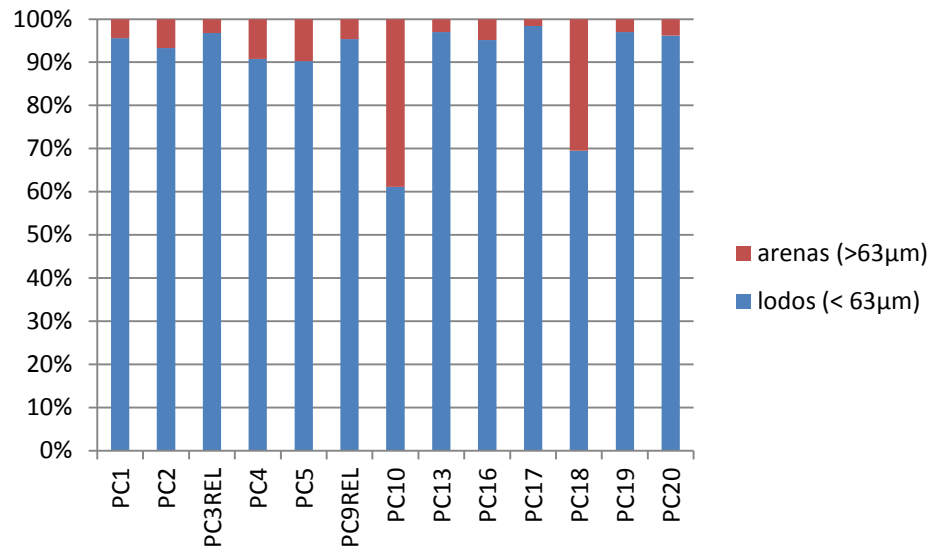


Figura 12. Resultados del análisis granulométrico para el bloque Egoró. En la gráfica se observan los porcentajes de partículas finas (menores a $63\mu\text{m}$) y partículas gruesas (mayores a $63\mu\text{m}$) para cada una de los PC muestreados en el bloque Merayana.

Los resultados del análisis granulométrico realizado para el bloque Merayana, (figura 12) indicaron que la fracción menor a $63\mu\text{m}$ fue la más abundante. El sedimento de 11 de los PC analizados presento porcentajes mayores al 90% de partículas de este tamaño y los 2 PC restantes presentaron porcentajes menores al 70 % (PC10 y PC18)

El porcentaje de carbonato de calcio fue muy constantes en todos los puntos de muestreo (entre 2 y 9 %Wt), Sin embargo, los PC 10 y 18 localizados en la zona sur y norte de este bloque registraron los valores más altos, contrario a los valores registrados en la zona media del bloque, donde están los PC 13 y 16 (Figura 13b). Basado en la clasificación propuesta por Vernette (1982), el bloque Merayana está constituido en su totalidad por sedimentos de tipo litoclástico. Los valores de carbono orgánico total (TOC) se distribuyeron de forma diferente en la zona sur y norte del bloque. La zona norte presento un gradiente que va de mayor en la zona costera a menor en la zona oceánica, Por el contrario, en la zona sur se observó un patrón que va de menor concentración en la zona

costera (aproximadamente 1.4 %Wt) a mayor concentración en la zona oceánica. Para estas tres variables solo se observó una relación positiva entre el porcentaje de carbonatos y las fracciones pequeñas de sedimento ($r = -0.758$).

3.2.2 Abundancia y distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos

Las especies más abundantes en este bloque fueron *Globobulimina pacifica*, *Uvigerina proboscidea*, *Uvigerina peregrina*, *Brizalina subarenensis*, *Cibicoides sp2* y *Epistominella smithi* (Figura15). En la carta de distribución (Anexo 3) se observó que el mayor número de especies se localizó en el talud continental. *Brizalina subaenariensis*, *Bulimina pagoda* y *Uvigerina sp3*, se presentaron exclusivamente en la plataforma continental del bloque Merayana. A su vez, *Globobulimina pacifica* exhibió un amplio rango batimétrico, si bien es más abundante en la plataforma continental. Las especies *Buliminella curta*, *Buliminella semihispida*, *Cassidulina californica*, *Cassidulina carinata*, *Cassidulina leavigata*, *Chilostomella oolina*, *Cibicorbis cf. C herricki*, *Epistominella sp2*, *Gyroidina orbicularis*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina sp4*, *Bulimina inflata*, *Bulimina spicata*, *Bulimina striata*, *Epistominella smithi*, *Gyroidina sp1*, *Uvigerian holicki*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicoides kullenbergi*, *Cibicoides sp2*, *Hoeglundina sp1*, *Cibicoides floridanus*, *Uvigerina sp6*, *Lagenammia atlantica*, *Martinottiella communis* y *Discammina compressa* se presentaron exclusivamente en el talud continental.

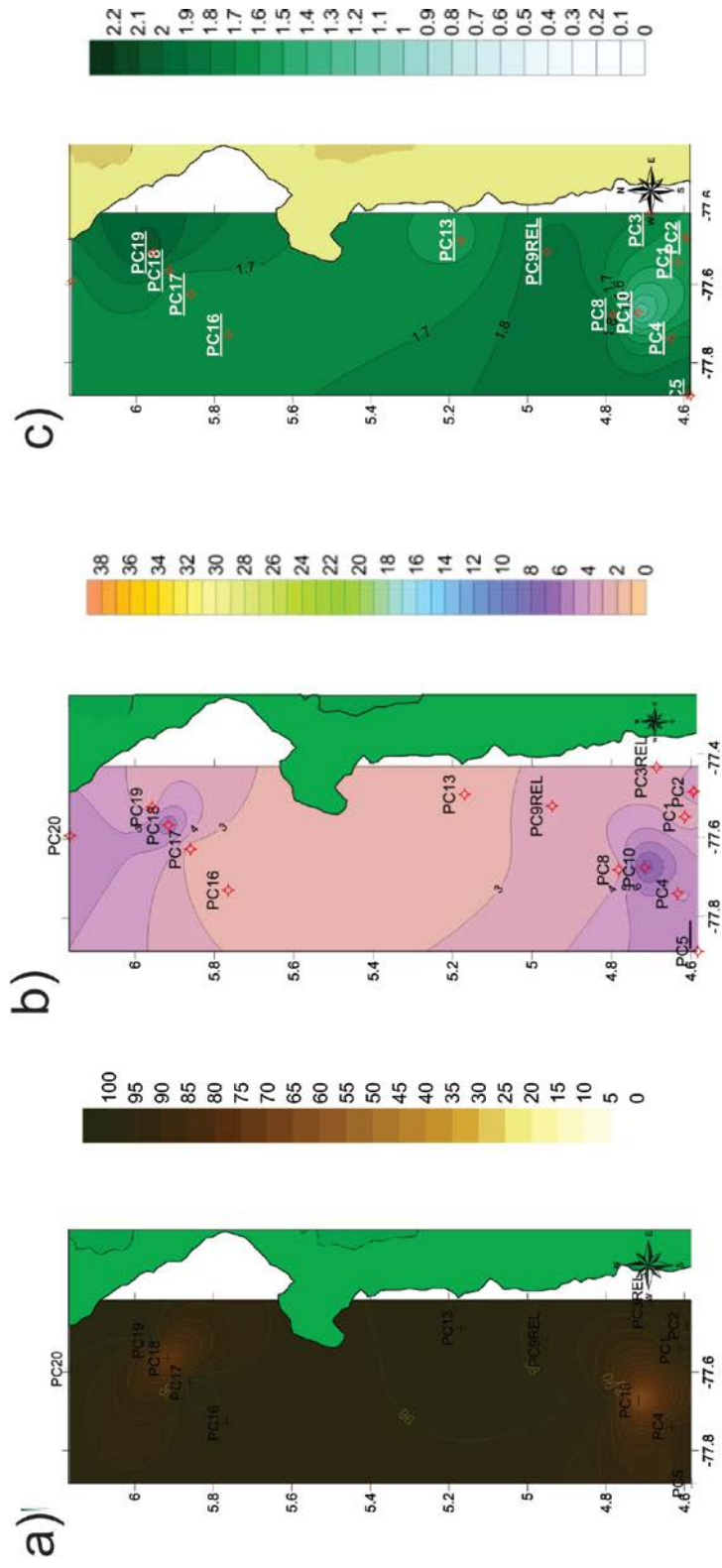


Figura 13. : Grafico de isolinneas en el cual se representan los valores obtenidos de los resultados granulométricos y geoquímicos para el bloque Egoró. En la figura a) se observa la distribución de las partículas finas (menor a $63 \mu\text{m}$). b) de los carbonatos (%Wt) y del carbono orgánico (%Wt) en el bloque Merayana

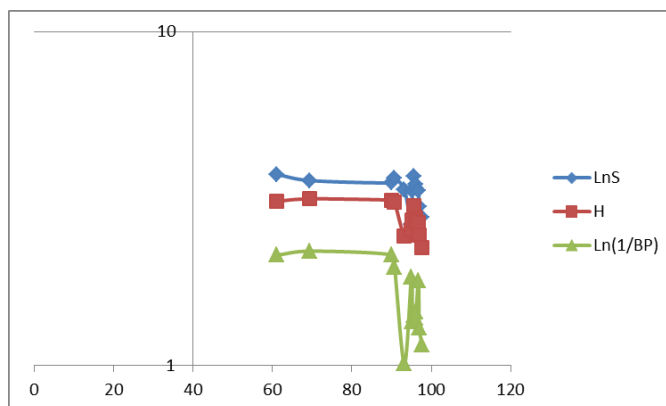


Figura 14. Medidas de diversidad (LnS: Índice de la riqueza específica, H: Índice Shannon, Ln(1/BP): Índice de Berguer-Parker) en relación con el tamaño de grano. El eje horizontal indica el porcentaje de partículas finas obtenidas en la muestra.

Las especies más abundantes en este bloque fueron *Globobulimina pacifica*, *Uvigerina proboscidea*, *Uvigerina peregrina*, *Brizalina subarenensis*, *Cibicoides sp2* y *Epistominella smithi* (Figura15). En la carta de distribución (Anexo 3) se observó que el mayor número de especies se localizó en el talud continental. *Brizalina subaenariensis*, *Bulimina pagoda* y *Uvigerina sp3*, se presentaron exclusivamente en la plataforma continental del bloque Merayana. A su vez, *Globobulimina pacifica* exhibió un amplio rango batimétrico, si bien es más abundante en la plataforma continental. Las especies *Buliminella curta*, *Buliminella semihispida*, *Cassidulina californica*, *Cassidulina carinata*, *Cassidulina leavigata*, *Chilostomella oolina*, *Cibicorbis cf. C herricki*, *Epistominella sp2*, *Gyroidina orbicularis*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina sp4*, *Bulimina inflata*, *Bulimina spicata*, *Bulimina striata*, *Epistominella smithi*, *Gyroidina sp1*, *Uvigerian holicki*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicoides kullenbergi*, *Cibicoides sp2*, *Hoeglundina sp1*, *Cibicoides floridanus*, *Uvigerina sp6*, *Lagenammia atlantica*, *Martinottiella communis* y *Discammia compressa* se presentaron exclusivamente en el talud continental.

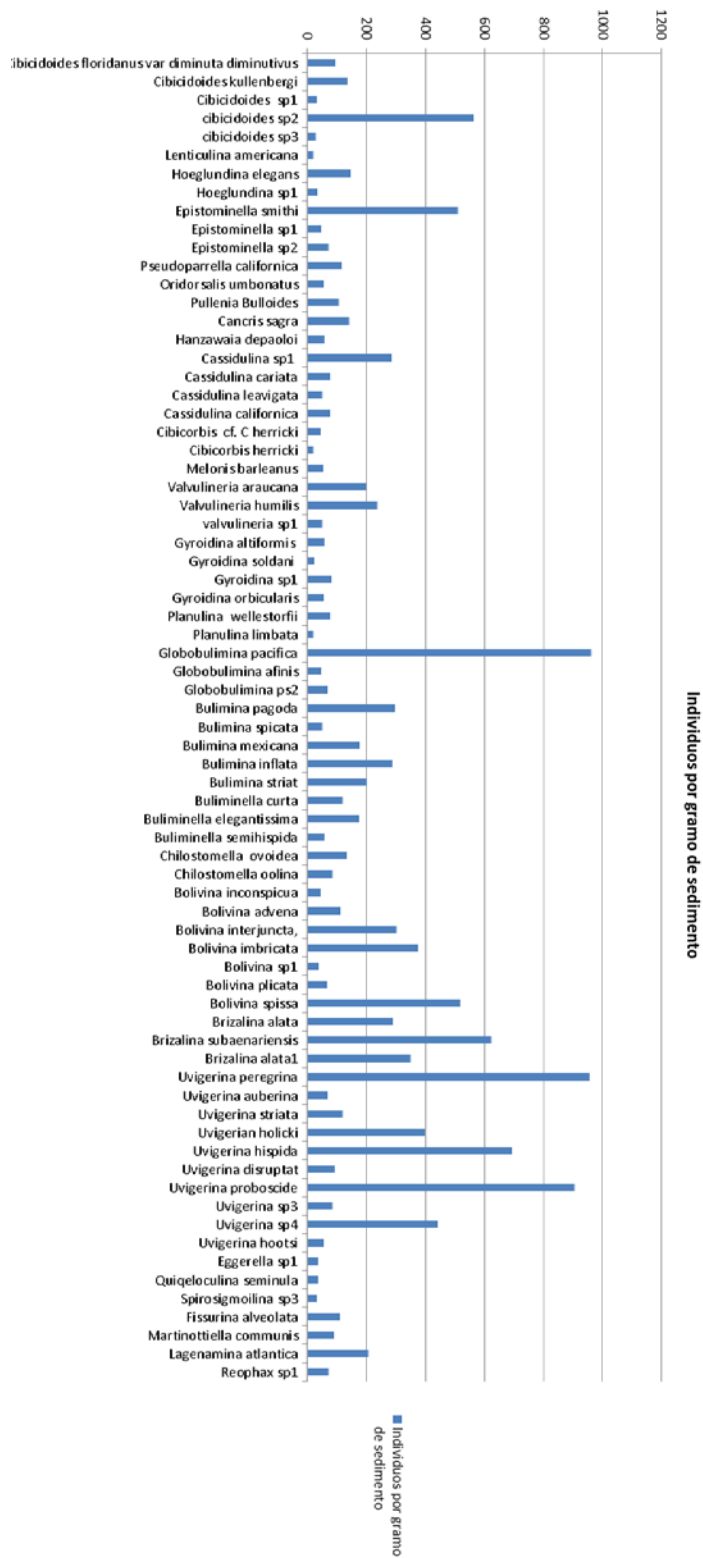


Figura 15. Abundancia de individuos por gramo de sedimento muestreado en el bloque Merayana.

3.2.3 Relación de organismos infaunales y epifaunales

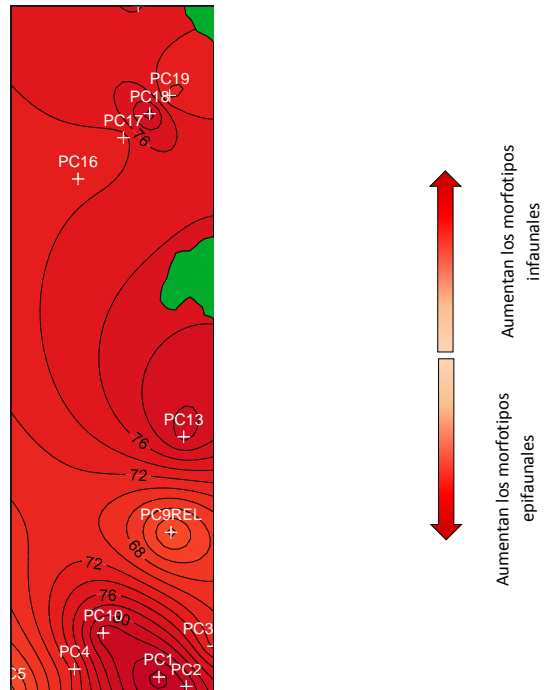


Figura 16. Gráfica de isolíneas que representa la distribución del valor de R en el Bloque Merayana. Valores superiores al 50% indican predominio de los morfotipos infaunales, por el contrario, valores inferiores al 50 % indican predominio de morfotipos epifaunales

En el bloque Merayana predominaron los morfotipos infaunales (>70%), por lo cual se pudo deducir que este es un ambiente con alta concentración de nutrientes y baja oxigenación (sistema Eutrófico), derivado de la alta descarga de material terrígeno proveniente del continente.

3.2.4 Asociaciones de foraminíferos bentónicos

En el análisis de conglomerados realizado con los datos recolectados del bloque Merayana se identificaron 3 asociaciones, las cuales se describen a continuación

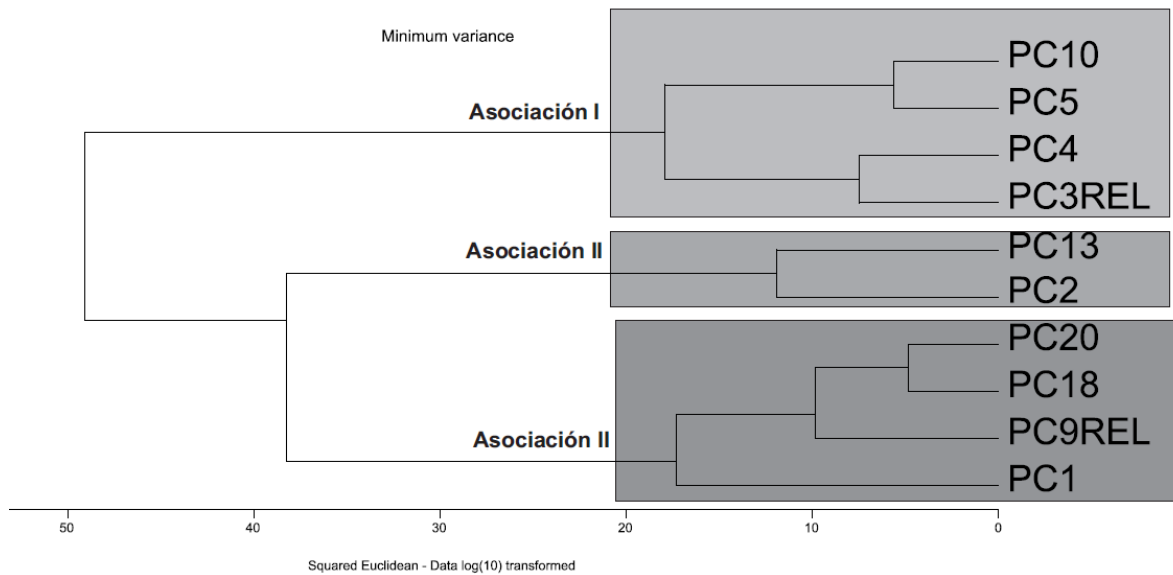


Figura 17. Dendrograma de agrupamiento para 10 muestras del bloque Merayana, basado en las abundancias relativas de las especies más abundantes (> 5%).

Asociación I: En esta asociación se localizaron muestras que van desde los 1189 m hasta 1534 m de profundidad, se caracterizan por la presencia de *Uvigerina proboscide*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicides sp2*

Asociación II: *Brizalina alata*, *Brizalina subaenariensis* y *Cassidulina sp1*, fueron las especies con mayor abundancia en esta asociación. Los PC agrupados (PC2 y PC13) se presentaron a profundidades que no superan los 94 metros de profundidad.

Asociación III: Esta asociación agrupo muestras que se localizaron en un amplio rango batimétrico (560, 721, 1351 y 2159 metros de profundidad), las especies que representaron esta asociación son *Globobulimina pacifica*, *Uvigerina sp4*, *Bolivina imbricata* y *Brizalina alata*

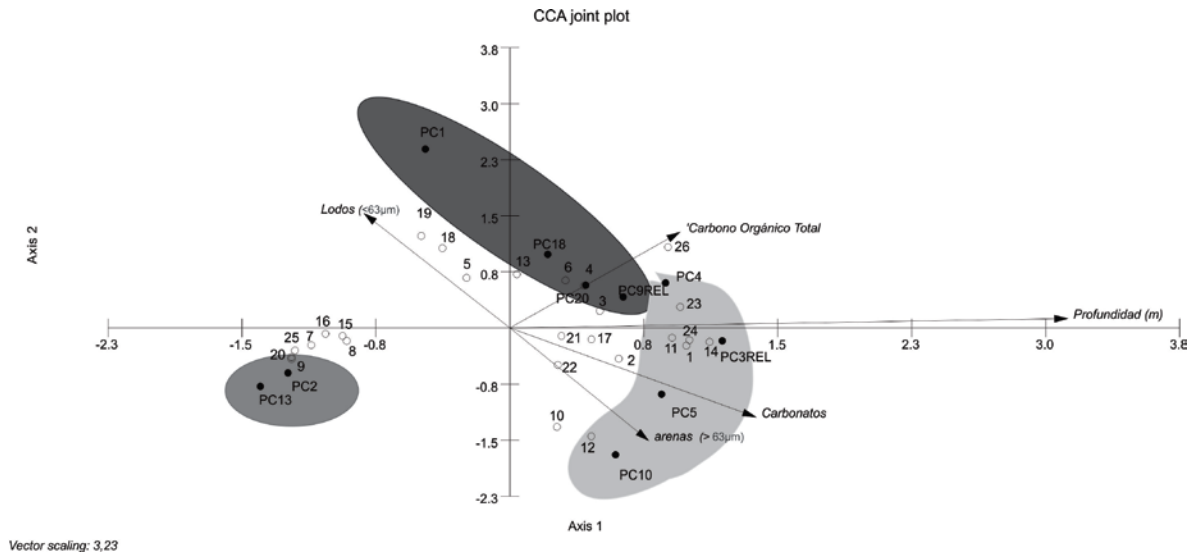


Figura 18. Diagrama del análisis de correspondencia canónica (CCA) entre el Factor 1 (F1) y el Factor 2 (F2) del bloque Merayana. Con puntos oscuros se indican los piston core, con puntos claros se indican las especies y en flechas las variables ambientales. Se resalta en círculos los grupos de muestras identificados en este análisis de agrupamiento. Los números indican las especies analizadas: 1: Cibicoides sp2, 2. Hoeglundina elegans, 3. Epistominella smithi, 4. Epistominella sp2, 5. Cassidulina sp1-, 6. Cassidulina carinata, 7. Valvulineria humilis, 8. Globobulimina pacifica, 9. Bulimina pagoda, 10. Bulimina mexicana, 11. Bulimina inflata, 12. Bulimina striata, 13. Chilostomella ovoidea, 14. Bolivina inconspicua, 15. Bolivina interjuncta,, 16. Bolivina imbricata, 17. Bolivina spissa, 18. Brizalina alata, 19. Brizalina subaenariensis, 20. Brizalina alata1, 21. Uvigerina peregrina, 22. Uvigerina hollicki, 23. Uvigerina hispida, 24. Uvigerina probóscide, 25. Uvigerina sp4, 26. Lagenamma atlantica.

Tabla 3. Resumen de los valores estimados por el análisis de correspondencia canónica para los datos obtenidos en el bloque Egoró

Análisis de correspondencia canónica	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Autovalores	0,672	0,304	0,266	0,122	0,062
Correlación especies-ambiente	0,95	0,823	0,828	0,832	0,823
Porcentaje	28,17	12,726	11,144	5,118	2,612
Porcentaje acumulado	28,17	40,896	52,039	57,157	59,769
Coeficientes de regresión/canónicos para las variables analizadas					
	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Profundidad	1,002	1,628	0,405	-1,233	0,334
Arenas (>63µm)	-11,605	63,709	36,933	7,018	21,945
Lodos (< 63µm)	-11,19	64,215	36,651	5,81	17,999
Carbono Orgánico Total	-0,239	-0,605	-0,283	2,157	1,188
Carbonatos	0,126	-1,109	0,192	0,79	-3,28
Correlación de las variables ambientales					
	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Profundidad	0,926	0,032	0,15	0,091	0,05
Arenas (>63µm)	0,23	-0,387	0,679	-0,085	0,158
Lodos (< 63µm)	-0,242	0,394	-0,671	0,088	-0,159
Carbono Orgánico Total	0,283	0,329	-0,562	0,448	-0,028
Carbonatos	0,408	-0,306	0,672	0,083	-0,075

El análisis de correspondencia canónica sugirió que los ejes 1 y 2 explican el 28,7% y el 40% del total de la varianza respectivamente. La correlación especie – variables ambientales es de 0,95 y 0,82 para el eje 1 y 2 respectivamente (Tabla 3). Teniendo en cuenta los índices de correlación se pudo determinar que el primer eje representa una relación con la profundidad (0, 926) y el eje 2 no presenta relación significativa con ninguna de las variables ambientales. El coeficiente canónico mostro una relación estrecha entre la abundancia de las especies y el porcentaje de partículas menores a 63µm y mayores a 63µm-. Las abundancias relativas de las especies en este bloque tiene poca relación con las variables ambientales, con la excepción de Lagenammina atlantica y Uvigerina hollicki que sugieren una relación estrecha con el carbono orgánico y el porcentaje de partículas de sedimento mayores 63 µm (arenas) respectivamente.

Los resultados obtenidos del análisis de correspondencia canónica indican las muestras se distribuyen de manera similar a los grupos obtenidos en el análisis de conglomerados, Sin embargo, no se presentó una relación clara que explique esta agrupación. La asociación I posiblemente estáj relacionada con la cantidad de carbono orgánico disuelto en el sedimento, Para el PC1 en el diagrama se encuentra muy alejado del resto de muestras, asociado al porcentaje de lodos contenido en el sedimento. Por otro lado, las muestras de la asociación III se distribuyen a lo largo de los ejes 1 y 2 pero no se

relacionan con una variable en concreto y las muestras que componen la asociación II no se relacionan de los variables ambientales analizadas.

3.3 COMPARACIÓN ENTRE EN LOS BLOQUES EGORÓ Y MERAYANA

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney indicaron que existen diferencias significativas entre las medianas de los datos en algunas variables analizadas.

Tabla 4. Valores de las pruebas estadísticas de normalidad y diferencias de medianas

	Shapiro test (P-value)		U de Mann-Whitney (P-value)
	Egoro	Merayana	
Profundidad	0,4198	0,01057	0
Arenas	0,010	0,000	0,001
Lodos	0,008	0,000	0,001
TOC	0,610	0,230	0,271
Carbonatos	0,002	0,190	0,005
LnS	0,018	0,073	0,004
H	0,020	0,264	0,039
Ln(1/BP)	0,650	0,231	0,826

.Prueba de normalidad (Shapiro test) y diferencias de medianas (U de Mann-Whitney)

Los valores de la probabilidad (P-value) calculados con la prueba de U de Mann-Whitney son mayores a 0,05, para los datos de TOC y el índice de Berguer-Parker (Tabla 4). Estos resultados indican que no existe diferencia entre los valores de las medianas para los datos de TOC y los valores de dominancia en los dos bloques. Por el contrario, los resultados obtenidos para los valores de profundidad, arena, lodos, carbonatos, riqueza de especies y equidad de la comunidad (P-value > 0,05), sugieren que existen diferencias significativas entre los dos bloques.

El bloque Egoró presento valores más altos en el porcentaje de partículas mayores a 63µm, el porcentaje de carbonatos, los valores de equidad, riqueza de especies y el porcentaje de organismos epifaunales, aglutinados y hialinos. Los valores más bajos están representados en el porcentaje de partículas menores a 63µm, el porcentaje de organismos infaunales y el porcentaje de organismos porcelanáceos.

Tabla 5 Resultado estadísticos para los bloques Egoró y Merayana

Bloque Egoró													
	Profundidad (m)	Arenas (>63µm)	Lodos (< 63µm)	Carbono Organico (%Wt)	Carbonatos (%Wt)	LnS	H	Ln(1/BP)	Infaunales (%)	Epifaunales (%)	Aglutinados (%)	Porcelanaceos (%)	Hialinos (%)
N	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Min	76,00	4,69	1,34	0,23	2,89	2,94	1,78	0,67	28,14	5,93	0,00	0,00	76,57
Max	958,00	98,29	94,95	2,16	38,56	4,06	3,57	2,54	94,07	71,86	21,78	3,68	100,00
Media	621,17	30,71	68,82	1,43	11,17	3,67	2,99	1,68	70,01	29,99	4,08	1,09	94,93
Mediana	658,50	20,44	79,40	1,57	7,33	3,71	3,15	1,78	73,16	26,84	0,61	0,72	98,57
Error Estandar	61815,91	750,37	741,03	0,27	86,56	0,07	0,21	0,25	258,09	258,09	35,73	1,39	43,64
Varianza	248,63	27,39	27,22	0,52	9,30	0,27	0,46	0,50	16,07	16,07	5,98	1,18	6,61
Desviacion Estandar	40,03	89,19	39,55	36,12	83,32	7,40	15,32	29,53	22,95	53,57	146,34	108,07	6,96
Coefficiente de variacion	658,50	20,44	79,40	1,57	7,33	3,71	3,15	1,78	73,16	26,84	0,61	0,72	98,57

Bloque Merayana													
	Profundidad (m)	Arenas (>63µm)	Lodos (< 63µm)	Carbono Organico (%Wt)	Carbonatos (%Wt)	LnS	H	Ln(1/BP)	Infaunales (%)	Epifaunales (%)	Aglutinados (%)	Porcelanaceos (%)	Hialinos (%)
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Min	66,00	1,55	61,15	1,06	2,19	2,64	2,26	1,02	61,19	12,89	0,25	0,00	79,00
Max	2830,00	38,85	97,71	2,06	8,95	3,74	3,16	2,20	87,11	38,81	5,26	5,26	99,72
Media	1346,46	9,49	90,29	1,66	4,47	3,35	2,78	1,63	75,19	24,81	0,93	1,96	94,63
Mediana	1351,00	4,65	95,22	1,68	3,78	3,40	2,73	1,45	73,68	26,32	0,45	1,59	96,70
Error Estandar	236,09	3,20	3,18	0,07	0,57	0,10	0,08	0,11	2,26	2,26	0,38	0,53	1,58
Varianza	724628,10	133,17	131,67	0,06	4,29	0,12	0,09	0,16	66,12	66,12	1,84	3,67	32,50
Desviacion Estandar	851,25	11,54	11,47	0,24	2,07	0,34	0,30	0,40	8,13	8,13	1,36	1,92	5,70
Coefficiente de variacion	63,22	121,64	12,71	14,48	46,40	10,30	10,86	24,82	10,82	32,77	145,56	97,51	6,02

4. DISCUSIÓN

El margen continental del pacífico colombiano es una zona que se considera homogénea por su régimen de lluvias y el alto flujo de sedimento terrígeno al fondo marino. No obstante, los boques Egoró y Merayana presentan diferencias significativas en sus variables batimétricas, geoquímicas (Porcentaje de carbonatos), sedimentológicas (Porcentaje de partículas finas y gruesas) y microfaunísticas (valores de equidad y riqueza específica). Esto, como resultado de las diferencias climáticas presentes a lo largo del margen pacífico colombiano (CCCP, 2002). La zona norte de la CPC, presenta valores más altos y constantes de precipitación a través de todo el año, a diferencia de la zona sur, la cual presenta un régimen de lluvias monomodal, con una temporada de invierno y una temporada de verano marcadas (CCCP, 2002). Esta característica permite que la descarga de grandes cantidades de sedimento fino (menor a 63 μm) y nutrientes a la costa sea distinta en ambos sitios de estudio.

El bloque Merayana se caracteriza por la presencia de sedimentos finos litoclasticos. El bajo porcentaje de carbonato es característicos de este tipo de sedimento y proviene principalmente de 1) precipitaciones bioquímicas o fisicoquímicas, 2) la desintegración de las algas calcáreas o 3) la abrasión física o biológica del material esquelético (Morse, 2003). Aunque los sedimentos finos (lodos) son característicos de zonas batimétricamente profundas, la presencia de grandes ríos como el río valle, el cual desemboca en la costa del departamento de Choco, deposita un gran volumen de partículas finas (Judson, 2000) .

El análisis granulométrico para el bloque Egoró mostro valores más altos de partículas tamaño arena, principalmente en los piston core 3 ,5, 6, 11, 13, 16 y 19, Estos se encuentran alejados de la costa, presentan profundidades variables y están localizados sobre altos topográficos sin deformación (Lopez, 2009)}. En los piston core 3, 5, 11 y 13 el sedimento se clasifica como litobioclastico, lo cual indicaría que su procedencia es tanto continental como marina. El piston core 3, el cual presenta los valores más altos de arenas y carbonato se localiza sobre abanicos submarinos proximales, Estos tipos de ambientes están fuertemente influenciados por procesos de re-sedimentacion como los slump o erosion del talud continental y procesos de depositación de sedimentos ricos en arenas y lodos (Judson, 2000). Los porcentajes más alto de sedimentos de tipo lodos se localizan cerca a la costa, principalmente en los PC 7, 8 y 9, -presentando valores bajos de carbonatos, al igual que en el bloque Merayana. El sedimento en estos PC es en su mayoría de procedencia continental, ya que los depósitos de lodos son comunes sobre la plataforma continental, especialmente frente a la desembocadura de los grandes ríos y a

lo largo del curso de las corrientes oceánicas que arrastraran los depósitos dejados por estos (Judson,2000).

Ecología de las asociaciones de foraminíferos bentónicos.

Las conchillas hialinas y porcelanáceas, principalmente son abundantes en aguas cálidas (Murray, 1991). El predominio de especies infaunales indica que los márgenes continentales de los departamentos de Nariño y Choco son zonas que se clasifican entre mesotróficas y eutróficas, donde existe una alta concentración de nutrientes y valores bajos de oxigenación, concordante con lo reportado por Invemar (2002), Betancur y Martínez (2003), y Patarroyo y Martínez (2013). Estos dos últimos trabajos utilizando información proveniente de las asociaciones de foraminíferos bentónicos. El aporte de material terrígeno es determinante en el aumento de organismos fitoplanctónicos y por ende, en el aumento de la productividad primaria, lo que permite que géneros fitodetríticos como Globobulimina, Uvigerina entre otras proliferen en esta zona. De las especies más abundantes, Globobulimina pacifica se distribuye ampliamente en los dos bloques y los rangos más altos de abundancia se encuentran en la plataforma continental.

Basado en los resultados obtenidos en los análisis de correspondencia canónica y los análisis de agrupamiento, se puede determinar que la composición de las asociaciones varía a lo largo y ancho de los dos bloques. La abundancia de las especies en los dos bloques presenta una relación estrecha con el tamaño de grano en el sedimento.

En el bloque Egoró la composición de la asociación I está dominada por las especies *Epistominella smithi* y *Bolivina spissa*. Esta asociación sugiere una relación con el porcentaje de carbono orgánico y los sedimentos lodosos. Shepherd et al (2007), proponen que estas dos especies aumentan en temporadas de floración en la superficie de la columna de agua, Este incremento de la abundancia porcentual de *B. spissa* se asocia con la abundancia de fitodetritos frescos; A su vez, la abundancia de *E. smithi* se ha asociado con la abundancia de materia orgánica degradada en sedimentos holocénicos del Domo de Costa Rica (Ovsepyan y Ivanova, 2009). La alta productividad de esta zona, la cual se ve reflejada en la asociación encontrada, posiblemente se deba al desplazamiento de materia orgánica y nutrientes transportados desde el continente por los ríos (Judson, 2000). La asociación II se compone principalmente por individuos

detritívoros de los géneros *Cibicidoides*, *Cassidulina* y *Uvigerina* siendo *Cibicidoides* sp2, *Cassidulina carinata*, *Uvigerina hollicki* y *Uvigerina peregrina* las especies más abundantes de la asociación. El incremento de estos géneros sugiere un alto flujo de material orgánica (Jorissen et al., 1995; Mello de souse 2006). Específicamente *C. carinata* y *U peregrina* se han propuesto como especies oportunistas que prosperan en condiciones de alto flujo de carbono orgánico, lo cual las hace un buen indicador de productividad biológica (Hayward et al 2006; Ovsepyan y Ivanova, 2009); Por otro lado, si bien *Uvigerina hollicki* presenta una correlación con el alto contenido de carbono orgánico según (Altenbach et al., 1999)-; en el análisis de correspondencia canónica realizado en este trabajo no se observa. El incremento de individuos del genero *Cibicidoides*, especial mente *Cibicidoides* sp 2 podría inferir la presencia de corrientes fuertes (Corliss, 1985; Rathburn y Corliss; 1994; Fontanier et al., 2002). La tanatocenosis de la asociación III está compuesta en su mayoría por individuos infaunales como *Bolivina imbricata* *Uvigerina hollicki* y *Uvigerina striata*, lo cual basado en el modelo TROX puede obedecer a una zona eutrófica con baja oxigenación y alta descarga de nutrientes. Las especies que caracterizan la asociación IV son *Globobulimina pacifica* y *Uvigerina peregrina*, estas exhiben un amplio rango batimétrico, Sin embargo, dichas especies prosperan en condiciones de alto flujo de carbono orgánico (Hayward et al 2006 y Ovsepyan y Ivanova, 2009).

En el bloque Merayana la asociación I se caracteriza por la presencia de *Uvigerina proboscidea*, *Uvigerina hispida*, *Uvigerina peregrina*, *Cibicidoides* sp2. *U. proboscidea* y *U. hispida* son consideradas especies de zonas profundas, su máximo de abundancia se encuentra en la zona batial media y profunda (Orville and Kelvin, 1963; Betancur y Martínez, 2003; Patarroyo y Martinez 2013), Cabe mencionar que en el margen continental de Brasil *Uvigerina proboscidea* se ha localizado a profundidades menores (750 a 1050 mbnm; de mello et Sousa 2006). El predominio de especies infaunales específicamente *U. hispida*, *U. peregrina* indica que es una zona de alta productividad y bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo marino (Ovsepyan y Ivanova, 2009). El incremento de individuos del genero *Cibicidoides*, al igual que la asociación II del bloque Egoro, sugiere la presencia de corrientes fuertes (Corliss, 1985; Rathburn y Corliss; 1994; Fontanier et al., 2002). Las especies más abundantes en la asociación II son *Brizalina subarenensis*, *brizalina alata* y *Cassidulina* sp1. El predominio de especies infaunales indica que esta zona presenta una alta descarga de nutrientes y materia orgánica (Jorissen et al., 1995; mello de souse 2006). Por ejemplo, *B. alata* se ha reportado como indicadora de sedimentos lodosos, mientras que *B. subaenariensis*, se describe como una especie infaunal somera oportunista que responde fuertemente a la entrada de materia orgánica (Pascual, 2008; Langezaal et al., 2006), es considerada característica de ambientes ricos en nutrientes. Finalmente, la esta asociación III está representada por *Globobulimina pacifica*, *Uvigerina* sp4, *Bolivina imbricata* y *Brizalina alata*, las cuales son indicadoras se zonas con alta descarga de nutrientes y sedimentos predominantemente lodos.

Análisis de la diversidad

En la actualidad no se ha llegado a un consenso de cuál es el factor determinante en la variación de la diversidad de los foraminíferos bentónicos, trabajos previos sugieren que la diversidad está influenciada por diversos factores como el flujo al fondo marino de materia orgánica y de oxígeno (Van Der Zwaan et. al 1999), el tamaño de grano (Teodoro et al, 2010; Armynot du Châtele et al, 2009, Diz et al., 2004) o la estabilidad del sedimento (Levin et al, 2001). Según los resultados obtenidos en este trabajo la variación en los valores de equidad, dominancia y riqueza de especies en los bloques Egoró y Merayana están influenciados por diferentes factores, En el bloque Egoró es la profundidad quien determina el aumento de diversidad, Por el contrario, en el bloque Merayana el tamaño de grano sería el factor limitante, Este último resultado concuerda con lo observado por Diz et al. (2004), los cuales sugieren que el aumento de partículas gruesas en el sedimento provee un sustrato favorable para el aumento de especies de foraminíferos bentónicos y por ende un incremento en la diversidad.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indican que el factor limitante en la distribución y la abundancia de especies en los bloques Egoró y Merayana es principalmente el tamaño de grano en el sedimento. Las especies identificadas para estos dos bloques son en su mayoría formas infaunales detritívoras de los géneros *Uvigerina*, *Globobulimina*, *Cassidulina* y *Bolivina*. Esto indicaría un alto flujo de materia orgánica, posiblemente derivada del transporte de nutrientes de los ríos que convergen en el margen o fenómenos de surgencia estacional.

Derivado de los análisis de correspondencia canónica y conglomerado, se pueden identificar cuatro asociaciones para el bloque Egoró y tres en el bloque Merayana. Aunque los dos bloques presentan diferencias significativas en los valores granulométricos, batimétricos y geoquímicos, la composición de las asociaciones es concordante en los dos bloques y reflejan las condiciones medioambientales de la zona.

La distribución batimétrica de las especies indica que *Globobulimina pacifica* *Bolivina imbricata* son abundantes en la zona nerítica del bloque Merayana y en la zona nerítica y batial superior del bloque Egoró. Las especies *Epistominella smithi*, *Bolivina spissa* y *Uvigerina peregrina* son abundantes en la zona batial superior con alto porcentaje de partículas tamaño lodo. Sin embargo la presencia de *U. peregrina* y *G. pacifica* por si solas no es un fiel indicador de batimetría, debido a que se presentan a lo largo de todo el perfil batimétrico en los dos bloques.

BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Zied R., Bantan R., Basaham A., El Mamoney M. and Washmi H. 2011. Composition, Distribution, And Taphonomy of nearshore benthic foraminifera of the farasan island, southern red sea, Saudi Arabian. *J. of For. Res.* 41: 349-362.
- Altenbach, A.V., Pflaumann, U., Schiebel, R., Thies, A., Timm, M., Trauth, M. 1999. Scaling percentages of benthic foraminifera with flux rates of organic carbon. *Journal of Foraminiferal Research.* 29(3): 173–185.
- Armynot du Châtelet É, Bout-Roumazeilles V, Riboulleau A, Trentesaux A. 2009. Sediment (grain size and clay mineralogy) and organic matter quality control on living benthic foraminifera. *Rev. Micropaléontologie.* 52(1): 75 – 84.
- Betancur J, Julliet M, Martínez I. 2003. Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos de fondo de la cuenca de panamá (pacífico colombiano), como indicadores de productividad y oxigenación. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 32: 93–123.
- Bornmalm L. 1996. Taxonomy and Paleoecology of Late Neogene Benthic Foraminifera from the Caribbean Sea and Eastern Equatorial Pacific Ocean. *Lethaia.* 29(2): 96.
- Burke S, Berger W, Coulbourn T, Vincent E. 1993. Benthic foraminifera in box CORE ERDC 112, Ontong java plateau. *Journal of foraminiferal research.* 23: 19 - 39.
- Buzas M a., Culver SJ. 1990. Recent benthic foraminiferal provinces on the Pacific continental margin of North and Central America. *J. Foraminifer. Res.* 20(4): 326 – 35.
- CCCP. 2002, Compilacion Oceanografica de la Cuenca Pacifica Colombiana.(Ed.) DIMAR, San Andres de Tumaco: CCCP, Serie Publicaciones Especiales CCCP Vol. 1, 107 pp, 2002.

Correa I. Restrepo J., (eds.): 2002, Geología y Oceanografía del Delta del Rio San Juan. Vol. Esp. Univ. EAFIT - COLCIENCIAS: 190 - 221.

Coulbourn W. 1980. Relationship between the distribution of foraminifera and geologic structures of the Arica bight, south America. *Journal of paleontology*. 54(4): 696 - 718.

De Mello e Sousa SH, Passos RF, Fukumoto M, da Silveira ICA, Figueira RCL, Koutsoukos E a. M, et al. 2006. Mid-lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: Biotopes and controlling ecological factors. *Mar. Micropaleontol.* 61(1-3): 40 – 57.

De Rijk, S., Jorisson, E.J., Rohling, S.R., Troelstra, S. 2000. Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology*. 40: 151–166.

De S., Gupta A.K. 2010. Deep-sea faunal provinces and their inferred environments in the Indian Ocean based on distribution of Recent benthic foraminifera. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 291(3-4): 429 – 42.

Devis-Morales A. 2003. Análisis de las condiciones oceanográficas y meteorológicas con eventos de escala global introducción. *Boletín científico CCCP*. 10: 12-32.

Devis-Morales A. 2009 Ciclo anual de temperatura, salinidad y circulación en la Cuenca Pacífica Colombiana con énfasis en su región costera y respuesta de la cuenca a eventos El Niño/La Niña recientes. *Concepción*. p. 122.

Fatela F, Taborda R. 2002. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Mar. Micropaleontol.* 45(2): 169–174.

Fiedler P. Talley L. 2006. Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. 69: 143 – 180.

- Figueroa S., Marchant M., Giglio S. & Ramirez M. 2005. Foraminiferos Bentonicos Rotalinidos Del Centro Sur de Chile (36° S – 44° N). *Guyana*. 69(2): 329 – 363.
- Finger K.L. 1990. Atlas of California Neogenen Foraminifera, Cushman foundation for foraminiferal research, special publication La Habra California. vol 28: 278 pages.
- Finger K.L. 1992. Biostratigraphic Atlas of Miocene Foraminifera From The Monterey and Modelo Formations, Central and Southern California. vol 29: 179 pages.
- Forlk R, Ward W. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.* 27: 3 – 26.
- Golik a., Phleger FB. 1977. Benthonic Foraminifera from the Gulf of Panama. *J. Foraminifer. Res.* 7(2): 83 – 99.
- Hayek. L. C, Buzas M. A. 2013. On the Proper and Efficient Use of Diversity Measures With Individual Field Samples. *J. Foraminifer. Res.* 43: 305–13.
- Hermelin O. 1989. Pliocene benthic foraminifera from the ontong-java plateau (Western equatorial pacific ocean): faunal response to chaining paleoenvironmenta. Cushman Foundation for Foraminiferal Research. 143 pages.
- Hess S and Kunt W. 1996. Deep-sea benthic foraminiferal recolonization of the 1991 Mt. Pinabuto ash layer in the south China sea. *Marine micropaleontology.* 28(2): 171 - 197.
- Holboun A. E., Henderson A. S. 2002 Re-Illustration and Revised Taxonomy for Selected Deep-Sea Benthic Foraminifera, *Paleontología Electronica.* 4(2): 1-36
- Kaminski MA, Grassle JF, Whitlatch RB. 1988. Life history and recolonization among agglutinated foraminifera in the panama basin. *Abh. Geol. B. –A.* 41: 229 – 43.

Kessler W. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. 69: 181-217.

Langezaal, A.M., Jorissen, F.J., Braun, B., Chaillou, G., Fontanier, C., Anschutz, P., van der Zwaan, G.J., 2006. The influence of seasonal processes on geochemical profiles and foraminiferal assemblages on the outer shelf of the Bay of Biscay. *Continental Shelf Research* 26, 1730–1755.

Loeblich A. R., Tapan H. 1988. *Foraminiferal genera and their classification*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Lopez, E. 2009, Reporte a bordo de adquisicion de piston core, Ecopetrol.

Magurran A., 2004, *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Science Ltd. 264 pages

Mojtahid, M., Griveaud, C., Fontanier, C., Anschutz, P., & Jorissen, F. J. (2010). Live benthic foraminiferal faunas along a bathymetrical transect (140–4800m) in the Bay of Biscay (NE Atlantic). *Revue de Micropaléontologie*, 53(3), 139–162. doi:10.1016/j.revmic.2010.01.002

Parker, F.B., Phleger, F.L., and Pierson, J.F. 1953. Ecology of foraminifera from San Antonio Bay and environs, southwest Texas. *Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication*, 2: 1-75.

Patarroyo G, Ignacio M. 2013. Foraminíferos bentónicos recientes en las aguas profundas de la cuenca de Panamá: ecología y su posible relación con las corrientes de fondo. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 42(1): 31 – 55.

Phipps M, Jorissen F, Pusceddu A., Bianchelli S, De Stigter H. 2012. Live Benthic Foraminiferal Faunas Along a Bathymetrical Transect (282-4987 M) on the Portuguese Margin (NE Atlantic). *J. For. Res.*, 42(1): 66 – 81.

Resig J. 1981. Biogeography of benthic foraminifera of the northern Nazca plate and adjacent continental margin. Geological society of America, Memoir. 154: 616 - 665.

Rodriguez, E., Bastidas, M., 2008 Definicion del patron de circulacion general de la cuenca Pacifica Colombiana CPC. San Andres de Tumaco, Colombia: 64.

Saunders J., Beckmann J. and Bolli. H. 1994..Benthic Foraminiferal Biostratigraphy of the South Caribbean Region. Cambridge University Press: 424 pages.

Schmiedel, G., Mackensen, A., Muller, P.J. 1997. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: dependence on food supply and water mass. Marine Micropaleontology. 32: 249 – 287.

Shepherd AS, Rathburn AE, Pérez ME. 2007. Living foraminiferal assemblages from the Southern California margin: A comparison of the >150, 63–150, and >63 μm fractions. Mar. Micropaleontol. 65(1-2): 54 – 77.

Teodoro AC, Duleba W, Gubitoso S, Prada SM, Lamparelli CC, Bevilacqua JE. 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. Mar. Pollut. Bull., 60(4): 536 – 53.

Ujie, H. 1995. Benthic Foraminifera Common in the Bathyal Surface Sediments of the Ryukyu Island Arc Region, Northwest Pacific. Bull. Coll. Sci. 60: 51-111.

Villegas, N., 2002, Evolucion mensual de las corrientes verticales y zonas de surgencia en la cuenca del pacifico colombiano - cpc. Boletin cientifico CCCP. 9: 34 - 44.

Zapata J., Gutierrez A. 1995. Foraminiferos Litorales Recientes de Tocopilla, (22° 06' S, 70° 13' W), Chile. Estud. Oceanol. 14: 49-59.

ANEXOS

Anexo 1: Peso seco de la muestra

Bloque	PC	Peso en gramos	
Egoró	PC1	0,35	
	PC3	3,59	
	PC4REL	0,894	
	PC5	1,53	
	PC6	0,737	
	PC7	0,418	
	PC8	0,118	
	PC9	0,191	
	PC11	2,505	
	PC12	1,246	
	PC13	0,311	
	PC14	0,515	
	PC15	0,395	
	PC16B	1,338	
	PC17	0,215	
	PC18	1,901	
	PC19	0,3686	
	PC20	1,3433	
	Merayana	PC1	0,149
		PC2	0,341
PC3REL		0,1	
PC4		0,26	
PC5		0,421	
PC9REL		0,3498	
PC10		0,291	
PC13		0,0777	
PC16		0,416	
PC17		0,242	
PC18		0,766	
PC19		0,28	
PC20	0,74		

Anexo 2: Lamina I. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



Fig 1. *Trochamminopsis quadriloba*

ANGULOGERINA

Fig 2a. *Angulogerina angulosa*

Fig 2b. *Angulogerina angulosa*

Fig 3. *Angulogerina sp*

BOLIVINA

Fig 4. *Bolivina advena*

Fig 5. *Bolivina cf. cochei*

Fig 6. *Bolivina advillensis*

Fig 7. *Bolivina imbricata*

Fig 8. *Bolivina incospicua*

Fig 9. *Bolivina interjuncta*

Fig 10. *Bolivina plicata*

Fig 11. *Bolivina sp1*

Fig 12. *Bolivina sp2*

Fig 13. *Bolivina sp3*

BOLIVINITA

Fig 14. *Bolivinita quadrilate*

BRIZALINA

Fig 15. *Bolivina spissa*

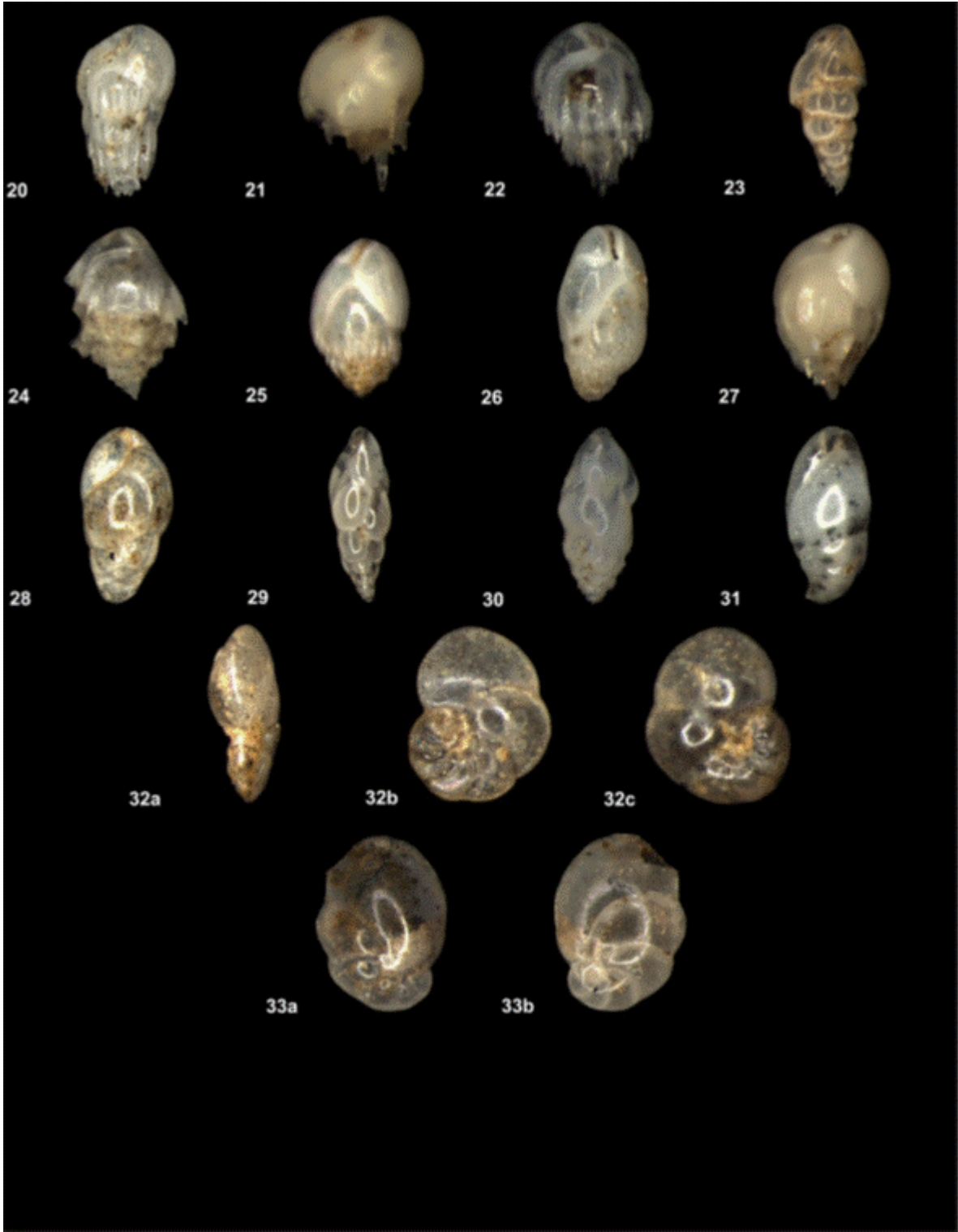
Fig 16. *Brizalina alata*

Fig 17. *Brizalina alata*

Fig 18. *Brizalina subaenariensis*

Fig 19. *Brizalina subaenariensis*

Anexo 2: Lamina II. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



BULIMINA

Fig 20. *Bulimina costata*

Fig 21. *Bulimina inata*

Fig 22. *Bulimina mexicana*

Fig 23. *Bulimina pagoda*

Fig 24. *Bulimina sp3*

Fig 25. *Bulimina spicata*

Fig 26. *Bulimina spicata*

Fig 27. *Bulimina striata*

BULIMINELLA

Fig 28. *Buliminella curta*

Fig 29. *Buliminella elegantissima*

Fig 30. *Buliminella semihispida*

Fig 31. *Cassidulinoides cornatus*

CANCRIS

Fig 32a. *Cancris panamensis* apertural

Fig 32b. *Cancris panamensis* espiral

Fig 32c. *Cancris panamensis* umbilical

Fig 33a. *Cancris sagra* dorsal

Fig 33b. *Cancris sagra* espiral

Anexo 2: Lamina III. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



CASSIDULINA

Fig 34a. *Cassidulina californica*

apertural

Fig 34b. *Cassidulina californica* dorsal

Fig 35a. *Cassidulina carinata* espiral

1

Fig 35b. *Cassidulina carinata* espiral

2

Fig 36a. *Cassidulina leavigata* espiral

1

Fig 36b. *Cassidulina leavigata* espiral

2

Fig 37a. *Cassidulina sp* espiral 1

Fig 37b. *Cassidulina sp* espiral 2

CASSIDULINOIDES

Fig 38. *Cassidulinoides cornatus*

Fig 39. *Cassidulinoides tenuis*

CHILOSTOMELLA

Fig 40. *Chilostomella ovoidea*

CIBICIDOIDES

Fig 41a. *Cibicidoides oridanus*

apertural

Fig 41b. *Cibicidoides oridanus* dorsal

Fig 41c. *Cibicidoides oridanus* espiral

Fig 42a. *Cibicidoides kullenbergi*

apertural

Fig 42b. *Cibicidoides kullenbergi*

dorsal

Fig 42c. *Cibicidoides kullenbergi*

espiral

Fig 43a. *Cibicidoides mundulus*

apertural

Fig 43b. *Cibicidoides mundulus* dorsal

Fig 43c. *Cibicidoides mundulus*

espiral

Fig 44a. *Cibicidoides sp1* apertural

Fig 44b. *Cibicidoides sp1* dorsal

Fig 44c. *Cibicidoides sp1* espiral

Anexo 2: Lamina IV. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



CYCLAMMINA

Fig 45. *Cyclammina cancellata*

Fig 46. *Cyclammina sp1*

DENTALINA

Fig 47. *Dentalina filiformis*

DISCAMMINA

Fig 48. *Discammina compressa*

EGGERELLA

Fig 49. *Egerella bradyi*

Fig 50. *Egerella sp1*

EPISTOMINELLA

Fig 51a. *Epistominella smithi*

apertural

Fig 51b. *Epistominella smithi* espiral

Fig 51c. *Epistominella smithi* umbilical

Fig 52a. *Epistominella sp1* apertural

Fig 52b. *Epistominella sp1* espiral

Fig 52c. *Epistominella sp1* umbilical

Fig 53a. *Epistominella sp2* apertura

Fig 53b. *Epistominella sp2* espiral

Fig 53c. *Epistominella sp2* umbilical

Fig 54a. *Epistominella sp3* apertura

Fig 54b. *Epistominella sp3* espiral

Fig 54c. *Epistominella sp3* umbilical

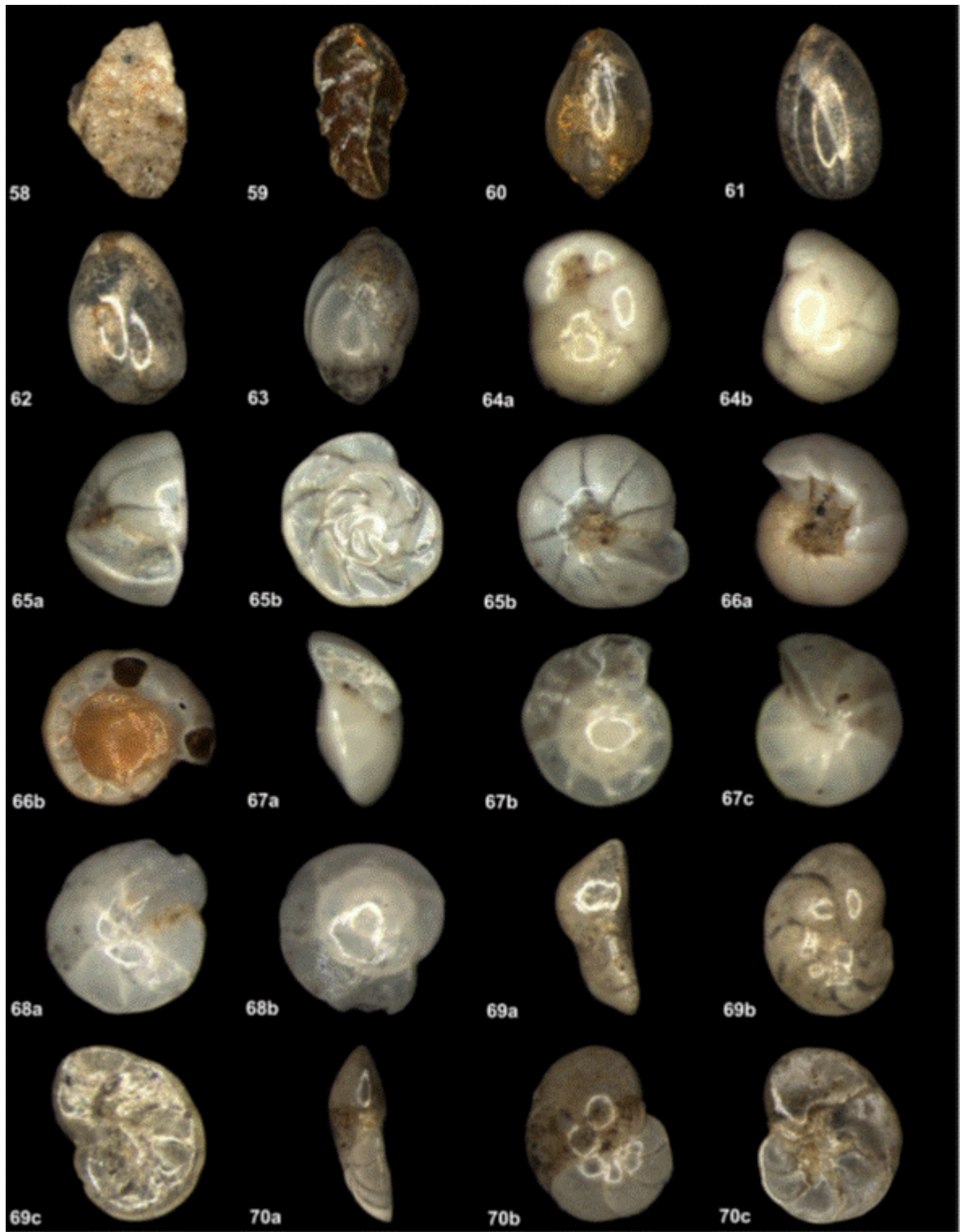
FISSURINA

Fig 55. *Fissurina alveolata*

Fig 56. *Fissurina submarginata*

Fig 57. *Fissurina sp2*

Anexo 2: Lamina V. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



GAUDRINA

Fig 58. *Gaudrina atlantica*

Fig 59. *Gaudrina atlantica*

GLOBOBULIMINA

Fig 60. *Globobulimina auriculata*

Fig 61. *Globobulimina pacifica*

Fig 62. *Globobulimina pupoides*

Fig 63. *Globobulimina pupoides*

GLOBOCASSIDULINA

Fig 64a. *Globocassidulina subglobosa*
apertural

Fig 64b. *Globocassidulina subglobosa*
dorsal

GYROIDINA

Fig 65a. *Gyroidina altiformis* apertural

Fig 65b. *Gyroidina altiformis* espiral

Fig 65c. *Gyroidina altiformis* umbilical

Fig 66a. *Gyroidina orbicularis*

Fig 66b. *Gyroidina orbicularis*

Fig 67a. *Gyroidina soldanii* apertura

Fig 67b. *Gyroidina soldanii* espiral

Fig 67c. *Gyroidina soldanii* umbilical

Fig 68a. *Gyroidina sp1* espiral

Fig 68b. *Gyroidina sp1* umbilical

HANZAWAIA

Fig 69a. *Hanzawaia delapoi* apertural

Fig 69b. *Hanzawaia delapoi* espiral

Fig 69c. *Hanzawaia delapoi* umbilical

Fig 70a. *Hanzawaia misisipensis*
apertural

Fig 70b. *Hanzawaia misisipensis*
espiral

Fig 70c. *Hanzawaia misisipensis*
umbilical

Anexo 2: Lamina VI. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



HOEGLUNDINA

Fig 71a. *Hoeglundina elegans* dorsal

Fig 71b. *Hoeglundina elegans* espiral

Fig 72a. *Hoeglundina sp1* dorsal

Fig 72b. *Hoeglundina sp1* espiral

LAGENA

Fig 73. *Lagena hisidula*

Fig 74. *Lagena laevis*

Fig 75. *Lagena sp1*

Fig 76. *Lagena sp2*

Fig 77. *Lagena striata*

LAGENAMINA

Fig 78a. *Lagenamina atlantica*

Fig 78b. *Lagenamina atlantica*

LATICARININA

Fig 79. *Laticarinina pauperata*

LENTICULINA

Fig 80a. *Lenticulina americana*

apertural

Fig 80b. *Lenticulina americana* espiral

Fig 81a. *Lenticulina sp1* dorsal

Fig 81b. *Lenticulina sp1* espiral

MARTINOTTIELLA

Fig 82. *Martinottiella communis*

MELONIS

Fig 83a. *Melonis barleanus* apertural

Fig 83b. *Melonis barleanus* espiral

Fig 83c. *Melonis barleanus* espiral

Fig 84a. *Melonis pompiloides*

apertura

Fig 84b. *Melonis pompiloides* espiral

NODOSARIA

Fig 85. *Nodosaria sp*

Anexo 2: Lamina VII. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



ORIDORSALIS

Fig 86a. *Oridorsalis umbonatus*
espiral

Fig 86b. *Oridorsalis umbonatus*
umbilical

PESEUDONONIUM

Fig 87a. *Nonion costiferum* apertura

Fig 87b. *Nonion costiferum* espiral

PLANULINA

Fig 88a. *Cibicidoides wuellerstorfi*
apertura

Fig 88b. *Cibicidoides wuellerstorfi*
espiral 1

Fig 88c. *Cibicidoides wuellerstorfi*
espiral 2

Fig 89a. *Planulina limbata* apertura

Fig 89b. *Planulina limbata* espiral 1

Fig 89c. *Planulina limbata* espiral 2

Fig 90. *Planulina sp1*

PSEUDOPARRELLA

Fig 91a. *Pseudoparrella californica*
apertural

Fig 91b. *Pseudoparrella californica*
dorsal

PULLENIA

Fig 92. *Pullenia bulloidoes*

Fig 93. *Pullenia inglei*

Fig 94. *Pullenia quinqueloba*

PYRGO

Fig 95. *Pyrgo depressa*

Fig 96. *Pyrgo murrhyna*

Fig 97. *Pyrgo serrata*

QUINQUELOCULINA

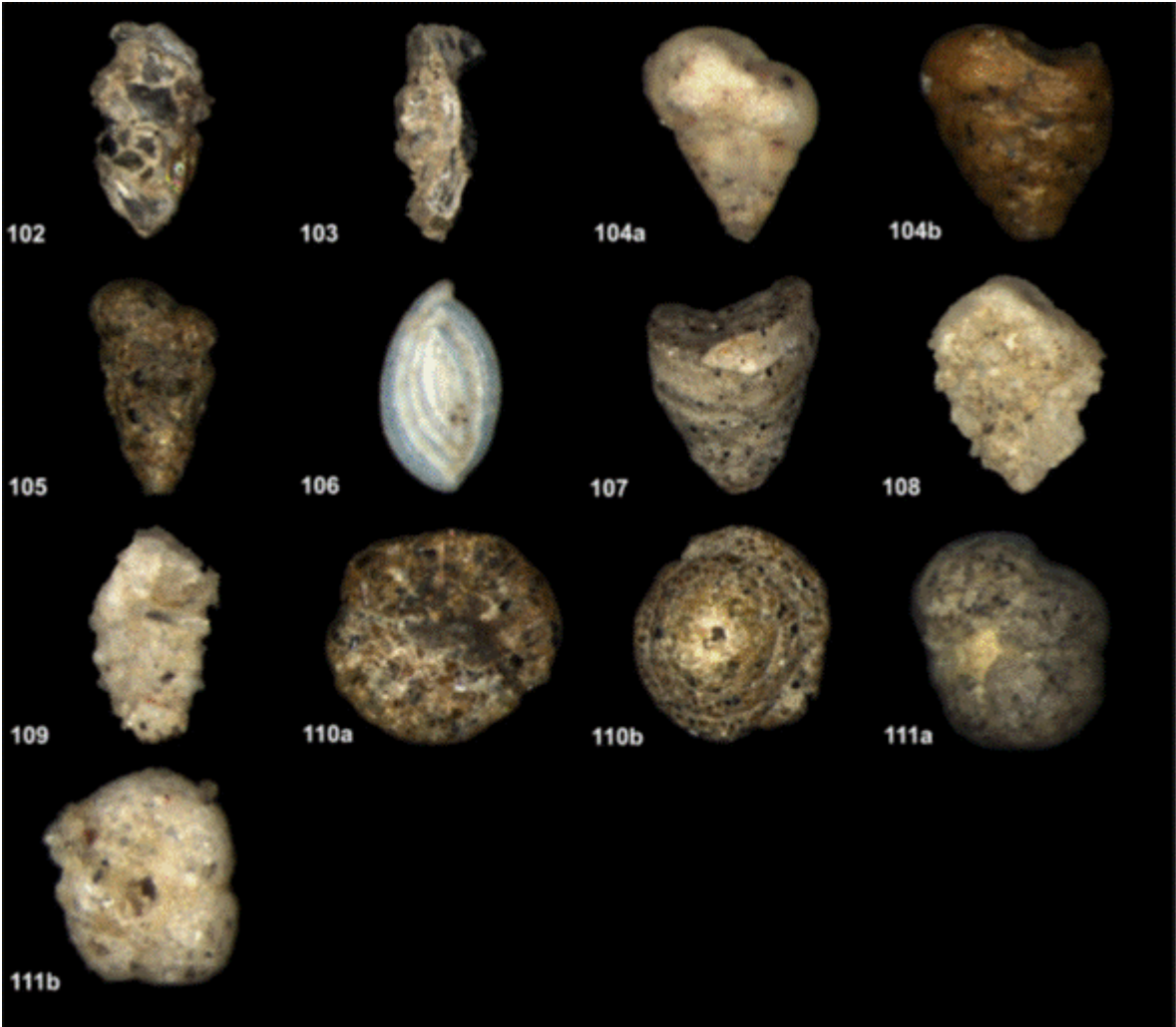
Fig 98. *Parafissulina sp*

Fig 99. *Quinqueloculina lamarkiana*

Fig 100. *Quinqueloculina poeyana*

Fig 101. *Quinqueloculina seminula*

Anexo 2: Lamina VII. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



REOPHAX

Fig 102. *Reophax sp1*

Fig 103. *Reophax sp2*

SIPHOTEXTULARIA

Fig 104a. *Siphotextularia catenata*

Fig 104b. *Siphotextularia catenata*

Fig 105. *Siphotextularia sp1*

SPIROSIGMOILINA

Fig 106. *Spirosigmoilina tenuis*

TEXTULARIA

Fig 107. *Textularia goessi*

Fig 108. *Textularia sp1*

Fig 109. *Textularia sp2*

TEXTULARIELLA

Fig 110a. *Textulariella barretti* apertura

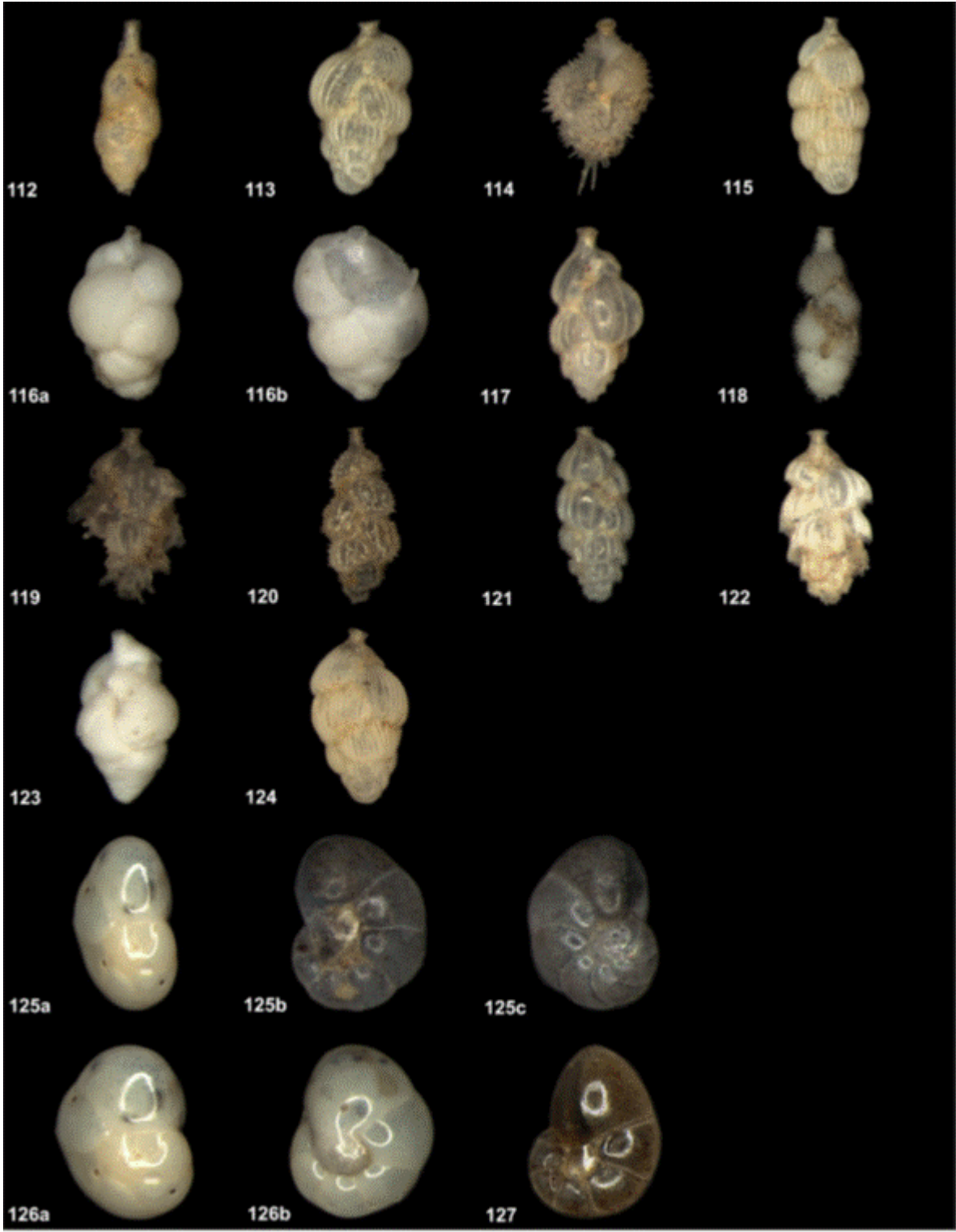
Fig 110b. *Textulariella barretti* espiral

TROCHAMMINOPSIS

Fig 111a. *Trochamminopsis quadriloba*

Fig 111b. *Trochamminopsis quadriloba*

Anexo 2: Lamina VIII. Especies de los bloques Egoró y Merayana.



UVIGERINA

Fig 112. *Uvigerina auberiana*

Fig 113. *Uvigerina c.f.u. hollicki*

Fig 114. *Uvigerina hispida*

Fig 115. *Uvigerina hollicki*

Fig 116a. *Uvigerina hootsi*

Fig 116b. *Uvigerina hootsi*

Fig 117. *Uvigerina peregrina*

Fig 118. *Uvigerina proboscidea*

Fig 119. *Uvigerina sp1*

Fig 120. *Uvigerina sp2*

Fig 121. *Uvigerina sp3*

Fig 122. *Uvigerina sp4*

Fig 123. *Uvigerina sp7*

Fig 124. *Uvigerina striata*

VALVULINERIA

Fig 125a. *Valvulineria araucana* apertura

Fig 125b *Valvulineria araucana* dorsal

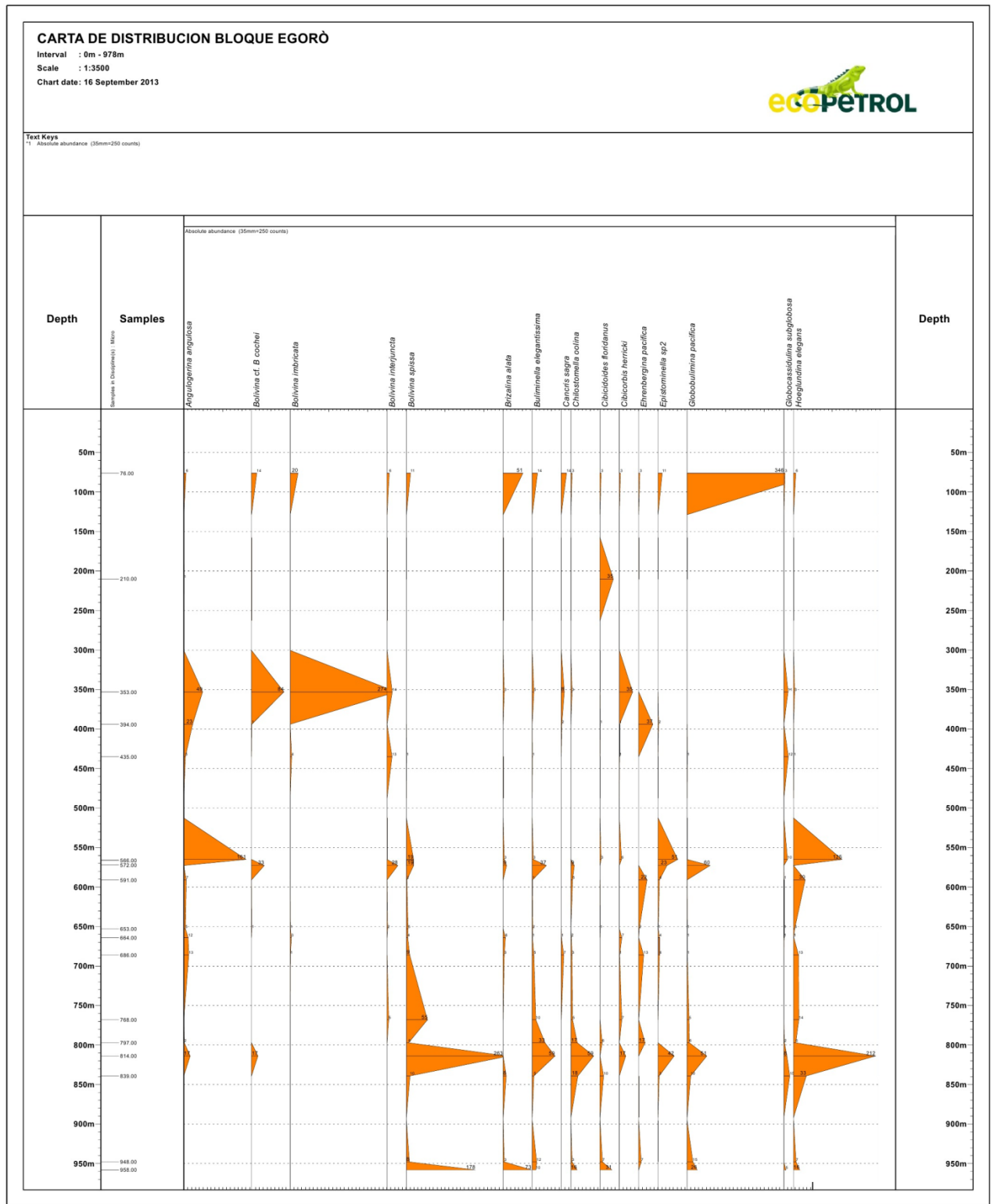
Fig 125c. *Valvulineria araucana* espiral

Fig 126a. *Valvulineria humilis* dorsal

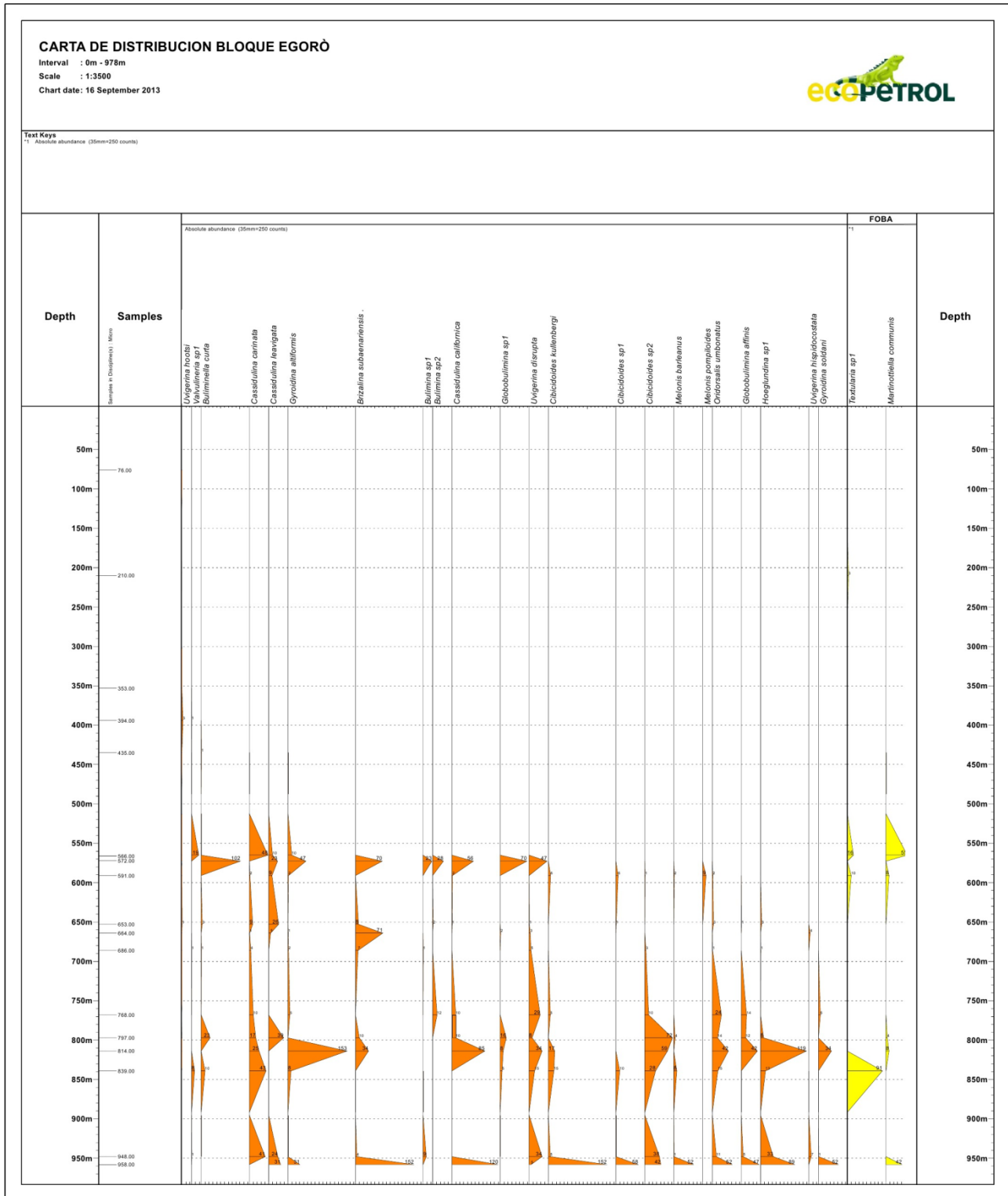
Fig 126b. *Valvulineria humilis* umbilical

Fig 127. *Valvulineria sp1*

Anexo 3. Carta de distribución de especies bloque Egoró (Parte I)



Anexo 3. Carta de distribución de especies bloque Egoró (Parte III)



Anexo 3. Carta de distribución de especies bloque Merayana (Parte I)

