

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

## FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

### Licenciatura en Oceanología



## T E S I S

### **Cambios estructurales en comunidades de foraminíferos bentónicos del delta del río Colorado como indicadores ecológicos.**

Que para obtener el grado de licenciado en  
oceanología

Presenta:

Mariana Alejandra Díaz García

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

PROGRAMA DE LICENCIATURA EN OCEANOLOGÍA

**“CAMBIOS ESTRUCTURALES EN COMUNIDADES DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS DEL DELTA  
DEL RÍO COLORADO COMO INDICADORES ECOLÓGICOS”**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO EN OCEANOLOGÍA

PRESENTA

MARIANA ALEJANDRA DÍAZ GARCÍA

APROBADA POR:



DR. MIGUEL ÁNGEL SANTA ROSA DEL RÍO

DIRECTOR DE TESIS



DR. MIGUEL AGUSTÍN TÉLLEZ DUARTE

SINODAL



M. EN C. RIGOBERTO GUARDADO FRANCE

SECRETARIO

## **Dedicatoria**

Con todo mi amor a mis padres que siempre fueron, son y serán mi mayor fuerza, ejemplo e inspiración.

넘어져 다치고 아파도,  
끝없이 달리네 꿈을 향해  
(꿈, 희망, 전진, 전진)

Epilogue: Young Forever - BTS

## **Agradecimientos**

Al Dr. Miguel Ángel Santa Rosa del Río, por depositar su confianza en mí y darme la oportunidad de ser su primer tesisista, compartir conmigo sus conocimientos, tener siempre la disposición y paciencia para ayudarme y recorrer este turbulento camino conmigo.

A mis sinodales el Dr. Miguel Téllez por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo y aceptar formar parte de mi comité. Al M.C. Rigoberto Guardado porque también aceptó formar parte de mi comité y siempre estuvo disponible cuando lo necesitaba además sus consejos fueron una gran ayuda.

A Catalina Cortes por tomarse el tiempo para ayudarme con la elaboración del análisis estadístico.

A los maestros que participaron en el proceso de formación de mi carrera, a la profesora Denisse, la profesora Karen, la profesora Rinah, el profesor Raúl, a mis padrinos de generación la profesora Mary Carmen y el profesor Toño y al subdirector Víctor, porque fueron un gran apoyo tanto académico como personal.

A los profesores del cuerpo académico del área de geología, así como a los profesores jubilados que participaron en mis salidas de campo porque vaya que cada una de ellas fue una gran aventura.

A mis amigos casi hermanos Noé y Citlalli porque sin ellos lo más probable es que esto no sería posible, por compartir conmigo los buenos y malos momentos, las risas y las frustraciones, pero sobre todo por ser mis amigos.

A todos mis amigos que se convirtieron en mi familia lejos de casa y me demostraron que nunca estas solo, a Nannette, Daniel, Charlie, Marlene, Adair, Luna, Donaji, Goon, Isabela, Frida, Isabella, David, Frida, Isaí, Selene y Everly.

A mi familia que probablemente son los que más saben cuánto esfuerzo costo este trabajo, pero a pesar de todo siempre creyeron en mí.

A la SEP por medio del proyecto PRODEP UABC-PTC-618 por la beca otorgada para la realización de esta tesis.

A la Universidad Autónoma de Baja California y a la Facultad de Ciencias Marinas por ser mi alma mater, por abrirme las puertas todos estos años y darme la oportunidad de concluir mi carrera.

A las siete personas que cambiaron mi vida hace poco más de dos años junto a las cuales después se sumaron más y me recordaron las cosas importantes en la vida.

A todos los que hicieron posible de una u otra manera que este trabajo y esta etapa terminaran, por soportar las lágrimas, el estrés, las frustraciones, por compartir las risas, éxitos y satisfacciones, por acompañarme en los buenos y malos momentos, por todo eso y más, de todo corazón muchas gracias.

## Índice

1.- Introducción.....	12
2.- Antecedentes.....	15
3.- Justificación.....	17
4.- Objetivo.....	17
4.1.- General.....	17
4.2.- Específicos.....	17
5.- Área de estudio.....	18
6.- Materiales y métodos.....	19
7.- Resultados y discusiones.....	21
7.1.- Biocenosis.....	22
7.1.1.- Cambios temporales en la comunidad de foraminíferos .....	22
7.1.2.- Cambios espaciales en la comunidad de foraminíferos.....	26
7.1.3.- Descripción y análisis de la comunidad en el ciclo anual.....	33
7.2.- Tanatocenosis .....	42
7.2.1.- Cambios temporales en la comunidad de foraminíferos.....	42
7.2.2.- Cambios espaciales en la comunidad de foraminíferos .....	50
7.2.3.- Descripción y análisis de la comunidad en el ciclo anual.....	60
7.3.- Comparación de biocenosis y tanatocenosis .....	69
8.- Conclusiones.....	76
9.- Recomendaciones.....	76
10.- Referencias .....	77
11.- Anexos.....	81

## **Índice de tablas**

- I.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de otoño de 2016.
- II.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de invierno de 2016.
- III.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de primavera de 2017.
- IV.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de verano de 2017.
- V.- Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto interior.
- VI.- Abundancia de individuos por estación para el transecto interior.
- VII.- Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto central.
- VII.- Abundancia de individuos por estación para el transecto central.
- IX.- Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto exterior.
- X.- Abundancia de individuos por estación para el transecto exterior.
- XI.- Abundancia de especies en la biocenosis para el ciclo anual.
- XII.- Abundancia de individuos en la biocenosis por tipo de testa durante el ciclo anual.
- XIII.- Abundancia en la biocenosis por transecto y estación de muestreo.
- XIV.- Índices ecológicos de la comunidad en la biocenosis por estación anual y transecto.
- XV.- Prueba de comparaciones múltiples de Conover entre las estaciones del año.
- XVI.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de otoño de 2016.
- XVII.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de invierno de 2016.
- XVIII.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de primavera de 2017.
- XIX.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de verano de 2017.

- XX.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto interior.
- XXI.- Abundancia de individuos por estación para el transecto interior.
- XXII.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto central.
- XXIII.- Abundancia de individuos por estación para el transecto central.
- XXIV.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto exterior.
- XXV.- Abundancia de individuos por estación para el transecto exterior.
- XXVI.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el ciclo anual.
- XXVII.- Abundancia de individuos en la tanatocenosis por tipo de testa durante el ciclo anual.
- XXVIII.- Abundancia en la tanatocenosis por transecto y estación de muestreo.
- XXIX.- Índices ecológicos de la comunidad de tantatocenosis por estación anual y transecto.
- XXX.- Abundancia de especies “pérdidas” para el ciclo anual
- XXXI.- Tipo de testas de las especies “pérdidas”

## **Índice de figuras**

- 1.- Ubicación del área de estudio.
- 2.- Draga utilizada para los muestreos.
- 3.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de otoño de 2016.
- 4.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de invierno de 2017.
- 5.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de primavera de 2017.
- 6.- Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de verano de 2017.
- 7.- Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto interior.
- 8.- Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto interior.
- 9.- Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto central.
- 10.- Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto central.
- 11.- Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto exterior.
- 12.- Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto exterior.
- 13.- Abundancia de especies en la biocenosis para el ciclo anual.
- 14.- Abundancia en la biocenosis por temporada.
- 15.- Abundancia en la bioceosis por transecto.
- 16.- Salinidad contra abundancia en la biocenosis para las cuatro temporadas del año.
- 17.- Temperatura contra abundancia en la biocenosis para las cuatro temporadas del año.
- 18.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de otoño de 2016.

- 19.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de invierno de 2017.
- 20.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de primavera de 2017.
- 21.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de verano de 2017.
- 22.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto interior.
- 23.- Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto interior.
- 24.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto central.
- 25.- Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto central.
- 26.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto exterior.
- 27.- Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto exterior.
- 28.- Abundancia de especies en la tanatocenosis para el ciclo anual.
- 29.- Abundancia de la tanatocenosis registrada por temporada.
- 30.- Abundancia en la tanatocenosis por transecto.
- 31.- Abundancia de biocenosis vs tanatocenosis por temporada.
- 32.- Abundancia de biocenosis vs tanatocenosis por transecto.
- 33.- Abundancia de organismos por tipo de testa tanatocenosis vs biocenosis.
- 34.- Abundancia de organismos por tipo de testa.
- 35.- Abundancia por tipo de testa de las especies "pérdidas" en la tanatocenosis no presentes en la biocenosis.
- 36.- Abundancia de especies aglutinadas por temporada.
- 37.- Abundancia de especies aglutinadas por transecto.

## Resumen

Se analizaron las características estructurales espaciales y temporales de las comunidades de foraminíferos bentónicos recientes en el delta del río Colorado. Se realizaron cuatro campañas de muestreo durante un ciclo anual (otoño 2016, invierno 2017, primavera 2017, verano 2017), tomando muestras de sedimento en transectos perpendiculares a la línea de costa. La identificación taxonómica de los organismos se realizó hasta el nivel especie y se contabilizaron 300 organismos por gramo de muestra. Con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico y se calcularon los índices ecológicos para conocer la abundancia, diversidad, dominancia y equitatividad. Los géneros más abundantes fueron: *Ammonia sp*, *Criboelphidium sp.* y *Rosalina sp.*, siendo el primero de ellos el más numeroso y el segundo el más diverso. Las características de la comunidad sugieren que el área tiene dominancia de condiciones marinas. Además se registró la presencia de organismos de géneros aglutinados: *Ammoscalaria sp*, *Nodulina sp*, *Anomalinoidea sp.* y *Trochammina sp.*, estos organismos son preferentemente de condiciones menos salinas, por lo que se infiere la dilución de agua salada con agua dulce debido posiblemente a los pulsos de agua provenientes del río Colorado.

Palabras clave: Foraminíferos, indicadores ecológicos, delta

## 1.- Introducción

Los deltas son depósitos sedimentarios costeros que se forman en la desembocadura de ríos de gran tamaño cuando existe un alto aporte de sedimento y una subsidencia adecuada. Estos ambientes son considerados como unas de las zonas naturales más fértiles y han sido un importante lugar para asentamientos humanos a lo largo de la historia convirtiéndose en la base de algunas de las grandes civilizaciones, con el paso de los años su importancia económica aumento al saberse que además de la fertilidad, sus condiciones sedimentológicas favorecen la retención de hidrocarburos (Dabrio, 1984; Santa Rosa-del Río et al., 2011).

El río Colorado nace en las montañas rocallosas, en el estado de Colorado en Estados Unidos, recorre una distancia de 2,730 kilómetros con un volumen anual de 18,500 millones de metros cúbicos. Este cuerpo hídrico abastece de agua a zonas agrícolas y grandes ciudades en Estados Unidos y México, a través del apresamiento y derivación de sus aguas a lo largo de su cauce. Desemboca en el alto golfo de California en México, donde su delta antiguamente formaba el estuario desértico de mayor tamaño en América del Norte antes del control y apresamiento de sus aguas. A mediados del siglo XX el volumen de agua que recibía el delta y el alto golfo de California era de 10 mil millones de metros cúbicos, pero el tratado internacional de aguas de 1944 disminuyó esta cantidad a 1,850 millones de metros cúbicos (Samaniego, 20008).

El delta del río Colorado alberga humedales y pantanos en la costa conocidos por ser uno de los ecosistemas con mayor riqueza en la zona baja de la cuenca del río Colorado. Entre la microfauna deltaica es posible encontrar foraminíferos. Estos organismos son de gran utilidad cuando se realizan estudios ambientales ya que a partir de un pequeño volumen de sedimento se pueden obtener datos cuantitativos representativos. Son considerados como excelentes indicadores ambientales gracias a su sensibilidad a los cambios de variables como la profundidad, temperatura del agua, productividad, niveles de oxígeno y las características del sedimento del fondo marino. Por ello comúnmente las asociaciones de especies se utilizan en estudios oceanográficos y paleoceanográficos (Bouchet et al., 2012; Rivera & Cortés, 2007; Calonge, et. al, 2001; Páez, et al, 2001; Phleger, 1960).

Estos organismos unicelulares han estado presentes en el planeta desde principios del Cámbrico y sus representantes aún se encuentran en nuestros días habitando los mares y océanos, ocupando desde las zonas costeras hasta los fondos oceánicos y desde latitudes cálidas a los océanos más helados en el Ártico y Antártico. Fijan su superficie celular permanentemente formando un

exoesqueleto conocido como testa, la cual es una estructura de composición mineral formada por la precipitación de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) que obtienen del agua marina o por un origen orgánico y que adquiere formas tan variadas como una pelota o como el caparazón de un caracol, consta de una serie de cámaras interconectadas entre sí por poros denominados forámenes, lo que le da el nombre a este grupo. Actualmente se conocen más de cinco mil especies, divididas en dos grupos principales, los bentónicos que podemos encontrar en el fondo marino y los planctónicos que habitan en la columna de agua, de los cuales los organismos bentónicos son 30 veces más numerosos que los planctónicos (Calonge, et. al, 2001).

Desde el punto de vista paleontológico o paleoceanográfico, las testas de este grupo han sido de gran utilidad, al ser la razón que permite conocer en la actualidad sobre su existencia desde hace ya miles de años, ya que estas se han conservado a lo largo del tiempo como fósiles, así mismo es el elemento esencial para diferenciar entre las distintas especies de estos organismos. Existen tres grupos de organismos que generan su testa de forma distinta, estos son: los aglutinados, en los cuales la célula produce una sustancia que sirve como cementante la cual aglutina materiales dando origen a la concha; los porcelanados, que producen cristales de calcita magnesiana que se acumulan en forma de agujas en capas donde la última de ellas se orienta en dirección tangencial lo que les da un aspecto como de porcelana; y finalmente los hialinos que forman su concha por biomineralización la que permite el crecimiento de cristales de calcita orientados en forma perpendicularmente a la superficie de la concha dando un aspecto cristalino (Calonge, et. al, 2001; Santa Rosa-del Río et al., 2011; Pardo y Camara, 2007).

Las formas aglutinadas o arenáceos son organismos en los cuales la célula produce una sustancia orgánica que sirve como agente aglutinante de los materiales que puede encontrar en el fondo marino como son, granos minerales, espículas de esponjas o diatomeas, por mencionar algunos ejemplos. La recolección de estos materiales ocurre por medio de sus pseudópodos, la mayoría de los organismos usa como cementante el carbonato de calcio, pero también pueden utilizar otras sustancias como el fierro, esto es algo muy común en los organismos encontrados más allá del nivel de compensación del calcita, por esto se consideran organismos que habitan en zonas profundas con temperatura y salinidad baja, aunque se pueden encontrar en zonas estuarinas, esto está asociado a la complejidad de las testas, las más complejas se ubicaran en zonas de mucha profundidad mientras que las más sencillas se encuentran en zonas estuarinas (Calonge, et. al, 2001; Santa Rosa-del Río et al., 2011).

Los foraminíferos calcáreos son un grupo de organismos que únicamente, usan el carbonato de calcio para generar su concha, son comunes en zonas cálidas y costeras, con salinidades normales para zonas oceánicas o altas y con pH constante. La distribución de este tipo de foraminíferos en ambientes intermareales se ve ligada directamente al pH (Debenay, 2002; Santa Rosa-del Río et al., 2011).

Los porcelanados son organismos en lo que el aparato de Golgi es el responsable de la producción de agujas de calcita magnesiana, que se acumulan en el exterior de la célula, estas pueden ser la composición entera de la testa o ayudar como elemento cementante, se encuentran comúnmente en zonas costeras internas, donde existen altas cantidades de carbonato de calcio (Calonge, et. al, 2001; Santa Rosa-del Río et al., 2011).

Las formas hialinas son aquellas que generan su concha por un proceso de biomineralización que ocurre en el exterior del cuerpo protoplasmático, es controlado por una plantilla orgánica y permite el crecimiento de cristales de calcita, son comunes en zonas donde las condiciones de temperatura y salinidad son intermedias por lo que tiene un gran rango de distribución (Calonge, et. al, 2001; Santa Rosa-del Río 2013).

La firma del Acta 319 por parte de los gobiernos de Estados Unidos y México, trajo como consecuencia pequeñas descargas de agua, al delta del río Colorado. En 2014 el pulso consistió en la liberación 130 millones de metros cúbicos durante 8 semanas (23 de marzo – 18 de mayo), con el fin de proteger los ecosistemas ligados al delta, esto pudo haber acarreado cambios en la zona y por lo tanto quedar registradas en las testas de las comunidades de foraminíferos (Boudreau et al., 2001; Debenay, et al., 1998; Berkeley et al., 2008; Santa Rosa-del Río, 2013; IIP, 2014).

Considerando lo anterior, realizar un seguimiento de la estructura de las comunidades de foraminíferos es importante para monitorear los cambios que estas indican sobre el ambiente y evitar llegar a instancias perjudiciales para el resto de los organismos o incluso la actividad humana. Por esto la presente investigación fue realizada con el fin de entender los cambios en la composición y estructura de las comunidades asociados a los cambios ambientales provocados por las descargas al delta. El trabajo además se compara con trabajos realizados previamente a las descargas de agua, el conocimiento previo sobre la biodiversidad de estos organismos y su relación con las variables de temperatura y salinidad.

## 2.- Antecedentes

El alto golfo de California y el delta del río Colorado son ecosistemas que desde hace años han sido afectados por la actividad humana, cuentan con una alta diversidad y por sus condiciones hidrológicas albergan un gran número de especies endémicas, como son 37 especies de peces, incluida la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y el mamífero marino conocido como la vaquita marina (*Phocoena sinus*), es conocido por ser un santuario para la crianza y el desarrollo de las especies, entre ellas algunas de gran importancia económica como el camarón (*Litopenaeus sp.*). Esta es una de las razones por lo que fue declarada como reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado en 1993. Sin embargo la zona actualmente se encuentra sometida a procesos de erosión costera ocasionados por la falta de descargas de agua y sedimentos provenientes del río Colorado, lo que ha causado cambios en el ecosistema (Quiroz, 2008; Valdez, 2010; Millán *et al.*, 1999; Rivera & Cortés, 2007).

Con el estudio de los deltas en las últimas décadas se ha logrado entender el funcionamiento de estos ambientes sedimentarios, en el caso del delta del río Colorado antiguamente se sabe que era controlado por el flujo del río y por el régimen de mareas, pero cuando se construyeron las presas de *Hoover* en febrero de 1935 y *Gleen Canyon* en marzo de 1963 el flujo del río y los sedimentos fluviales al delta disminuyeron a casi cero. Aunado a esto la baja precipitación que hay en la zona así como el hecho de que las tasas de evaporación exceden la cantidad de aporte de agua dulce, llevaron a la región a pasar de una zona estuarina a una antiestuarina y a entrar a un estado de erosión (Alvarez-Borrego y Galindo, 1975; Carriquiry y Sánchez, 1999)

Después de la construcción de las presas ha existido una inconformidad social por parte de ambos gobiernos lo que ha llegado a múltiples acuerdos como el tratado internacional de aguas de 1944, que realmente no han traído muchos beneficios al delta, las descargas de agua importantes registradas fueron en los años de 1983 a 1987, 1993 y la más reciente fue aprobada en el año 2012 con la firma del Acta 319, que comenzó con una descarga controlada el 23 de marzo del 2014 como parte de un acuerdo de cinco años, para brindar agua a la zona deltaica y mejorar las condiciones de la misma. (Carbajal, *et al.*, 1997; Millán *et al.*, 1999; IIP 2014).

Se sabe que cuando la zona estuarina del delta paso a ser antiestuarina la cadena trófica cambió y aunque la productividad primaria continuo siendo capaz de soportarla aun sin el aporte de agua dulce, se ha demostrado que el cambio en la estructura del fitoplancton y de la clorofila, que representa un eslabón primario en la cadena trófica, provocó cambios en otros niveles de la misma además de que algunas especies no pudieron adaptarse de forma rápida a los cambios en las

condiciones del agua, lo que puede ser comprobable observado a las comunidades de organismos muertos también conocida como tanatocenosis encontrada en las comunidades de organismos bentónicos como lo es el molusco bivalvo *Mulinia modesta* (también conocida como *Mulinia coloradoensis*), que se pueden encontrar acumuladas en cordilleras o *cheniers* que demuestran que en algún momento esta especie tenía dominancia en la zona, pero actualmente se encuentra casi extinta (Kowalewski *et al.* 1994).

Los foraminíferos bentónicos del delta del río Colorado han sido objeto de estudio previo a que se firmara el acta 319, hace algunos años la estructura de la comunidad estaba caracterizada por tener una baja diversidad y estar en su mayoría presentes organismos con la característica de asociarse a lugares con alta salinidad como el género *Ammonia*, en ese entonces se encontraron muy pocos organismos de aguas salobres, lo que era de esperarse por las condiciones antiestuarinas en las que se encontraba la zona deltaica (Santa Rosa-del Río *et al.*, 2011).

### **3.- Justificación**

La microfauna de la zona del delta del río Colorado es poco conocida. Este trabajo pretende realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de la microfauna mediante un estudio de la estructura de las comunidades de foraminíferos bentónicos de la zona, comparándola con trabajos anteriores con el fin de tratar de identificar la posible influencia del pulso de agua liberada de acuerdo al Acta 319 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA por sus siglas). Este trabajo aportará datos para el manejo de la zona del delta del río Colorado y la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California, particularmente en el programa de recuperación.

### **4.- Objetivo**

#### **4.1.- General**

Realizar un análisis en la estructura de las comunidades de los foraminíferos bentónicos del delta del río Colorado comparando los cambios espaciales y temporales en sus comunidades durante un ciclo anual.

#### **4.2.- Específicos**

- Analizar la composición y estructura de las biocenosis y tanatocenosis de los foraminíferos bentónicos durante un ciclo anual y sus variaciones estacionales.
- Comparar los cambios estructurales de las tanatocenosis y biocenosis.

## 5.- Área de estudio

El alto golfo de California ocupa un área de 5,000 km<sup>2</sup>, compartida por los estados de Baja California y Sonora a menos de 60 km de la frontera con Estados Unidos de América. Comprende la desembocadura del río Colorado y múltiples planicies bajas en las costas así como las islas Montague y Pelicano, estas últimas formadas como producto de la depositación de sedimento en el delta y por falta de flujo del río.

La zona de estudio se encuentra localizada dentro de las coordenadas 31° 15' y 31° 50' de latitud norte y los 114° 39' y 115° 05' de longitud oeste (Figura 1), específicamente en la zona submareal adyacente a las costa del estado de Baja California, donde el aporte de agua dulce de importancia proviene de los pulsos del mismo río.

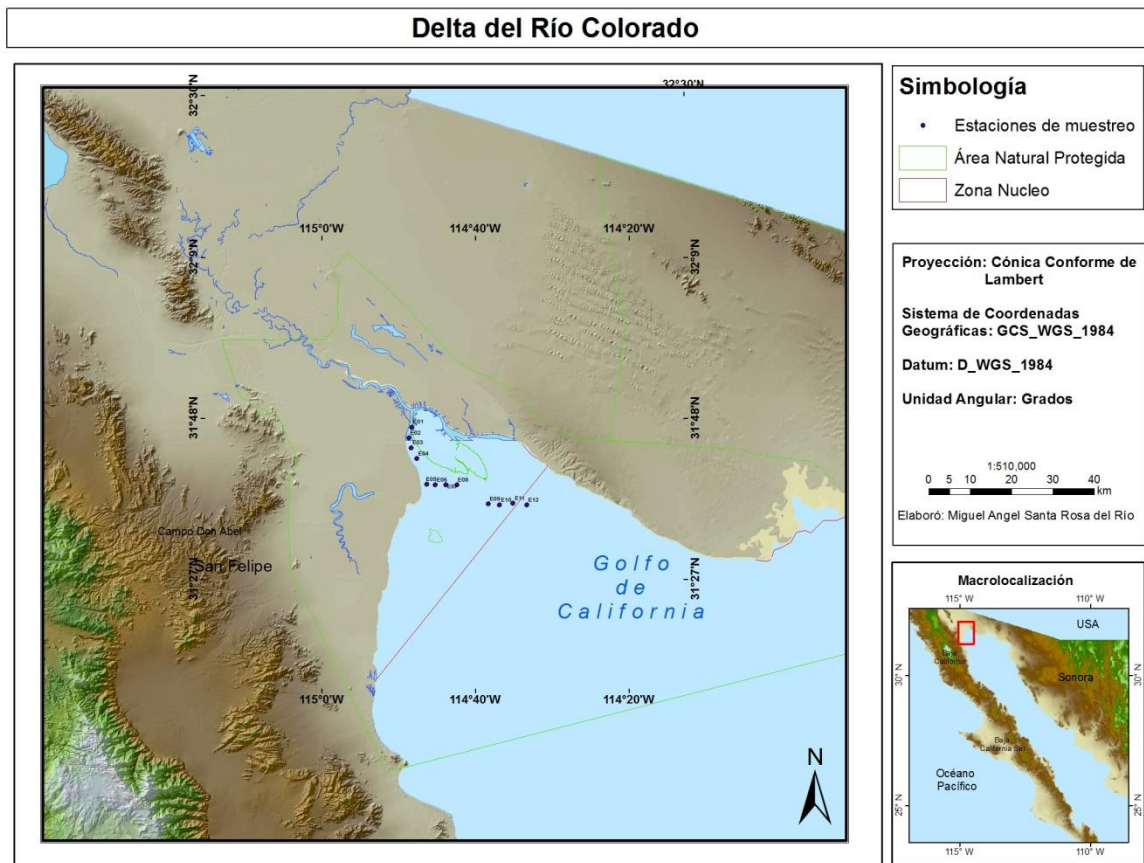


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

## 6.- Material y Métodos

### 6.1.- Campo

Se realizaron cuatro campañas de muestreo durante un ciclo anual (2016-2017), comprendiendo las cuatro estaciones (invierno, primavera, verano y otoño). Se trazaron tres transectos perpendiculares a la línea de costa (Figura 1) en los que se tomaron un total de 12 muestras, una por estación. Cada una fue georreferenciada utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés). Cada uno de los muestreos se realizó con una draga de tipo “Petite Ponar” con la capacidad de 2.4 L (Figura 2), está fue lanzada desde una embarcación pequeña y recuperada con muestras de sedimentos superficiales. De ella con una pala de campo se obtuvieron submuestras de aproximadamente 100g de sedimento, que fueron colocados en una bolsa de plástico etiquetada y fijada con alcohol al 60% para su posterior procesamiento en laboratorio.



Figura 2: Draga utilizada para los muestreos.

### 6.2.- Laboratorio

Para diferenciar la biocenosis de la tanatocenosis las muestras se tiñeron con Rosa de Bengala durante un periodo de 48 horas, de acuerdo al método descrito por Walton (1952). Posteriormente se realizó un tamizado en húmedo con una luz de malla de 62  $\mu\text{m}$  para eliminar los tamaños de grano de limos y arcillas. Las muestras fueron secadas en un horno a una temperatura controlada menor a 60°C, para evitar alteraciones en la composición isotópica de las testas de  $\text{CaCO}_3$ . Después se realizó el tamizado de cada una de las muestras para separar las fracciones de 125 y 63  $\mu\text{m}$ , ya que estos son los tamaños en donde se concentran en mayor número las testas de foraminíferos. Para la parte final del procesamiento en laboratorio se separaron 300 organismos por gramo, considerado como tamaño mínimo de muestra para obtener datos cuantitativos confiables en estudios de diversidad (Lipps *et al.*, 1979).

### 6.3.- Análisis estadístico

Se realizaron los análisis necesarios para determinar los diferentes índices ecológicos con los programas *Excel* y *Past*. Estos fueron:

Diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ). Definido como:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i \quad \text{Fórmula 1}$$

Donde  $S$  es el número de especies por muestras, y  $p_i$  es la proporción de organismos de la especie respecto al total de organismos (abundancia relativa). Este índice estima la biodiversidad de una población con respecto al número de individuos de cada especie que la conforma.

La equitatividad de Pielou ( $J'$ ), definida como:

$$J = H' / H'_{\max} \quad \text{Fórmula 2}$$

Donde  $H'$  corresponde al valor de diversidad esperado y el  $H'_{\max}$  al valor de diversidad máximo. Este índice describe al valor que tan uniforme es el sistema con base al modelo hipotético donde todos los taxones tienen las mismas posibilidades de abundancia. El valor alto indica uniformidad mientras que el bajo indica, de manera indirecta, que existe dominancia por parte de una(s) especie(s).

También se calculó el índice de dominancia de Simpson ( $1 - \lambda' = D$ ), se define como:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad \text{Fórmula 3}$$

Donde  $S$  es el número de especies,  $N$  es el total de organismos presentes y  $n$  es el número de ejemplares por especie. Este índice indica cual o cuales son las especies dominantes en la población, es decir, cual es la que está conformada con el mayor número de individuos de una misma especie.

Los supuestos estadísticos para un ANOVA paramétrico se validaron en las cuatro estaciones y los tres transectos. La normalidad se verificó con la prueba Shapiro-

Wilk, ya que los grupos no pertenecen a una distribución normal, la homogeneidad de varianzas se verificó con la prueba Fligner-Killeen. Para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los datos se utilizó la prueba Kruskal-Wallis. Finalmente para realizar las comparaciones de pares múltiples se utilizó la prueba de Conover-Iman para muestras independientes. La totalidad de las pruebas estadísticas fueron realizadas usando el software estadístico *R*.

## **7.- Resultados y discusiones**

Debido a las condiciones climáticas en la zona de estudio, no fue posible completar el muestreo de otoño, por lo que para esta temporada únicamente se tomaron muestras de los transectos (II y III), correspondientes a la zona más alejada de la desembocadura del río.

Los resultados de este trabajo se presentan en tres secciones la primera trata sobre la comunidad reciente de foraminíferos bentónicos del delta del río Colorado; la segunda a la comunidad previa a las descargas de agua convenidas en el Acta 319 y la tercera es una comparación entre las mismas.

## 7.1.- Biocenosis

### 7.1.1 Cambios temporales en las comunidades de foraminíferos.

Los cambios temporales de las poblaciones de foraminíferos se realizaron para cada una de las estaciones del año, desde otoño de 2016 hasta primavera de 2017.

#### Otoño 2016

En la temporada de otoño se analizaron un total de ocho muestras, de las que se obtuvieron 106 individuos pertenecientes a 14 especies, de las cuales cuatro se identificaron hasta género y 10 hasta nivel especie (Tabla I). Las especies dominantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (24.53%), *Criboelphidium excavatum* (22.34%) y *Rosalina sp.* (13.21%). El género más diverso fue *Criboelphidium* con cuatro especies distintas, que representan el 31.13% de la comunidad. Además no se registró la presencia de especies aglutinadas. Las especies más raras para esta temporada fueron *Buliminella elegantissima* y *Quinqueloculina sp1* con un individuo (Figura 3).

Tabla I: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de otoño de 2016.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa (%)
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	26	24.53
<i>Ammonia sp.</i>	2	1.89
<i>Bolivina sp 1</i>	2	1.89
<i>Buccella tenerrima</i>	3	2.83
<i>Bulimina marginata</i>	8	7.55
<i>Buliminella elegantissima</i>	1	0.94
<i>Criboelphidium excavatum</i>	24	22.64
<i>Criboelphidium gunteri</i>	3	2.83
<i>Criboelphidium spinatum</i>	2	1.89
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	4	3.77
<i>Nonionella stella</i>	12	11.32
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	4	3.77
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	1	0.94
<i>Rosalina sp</i>	14	13.21

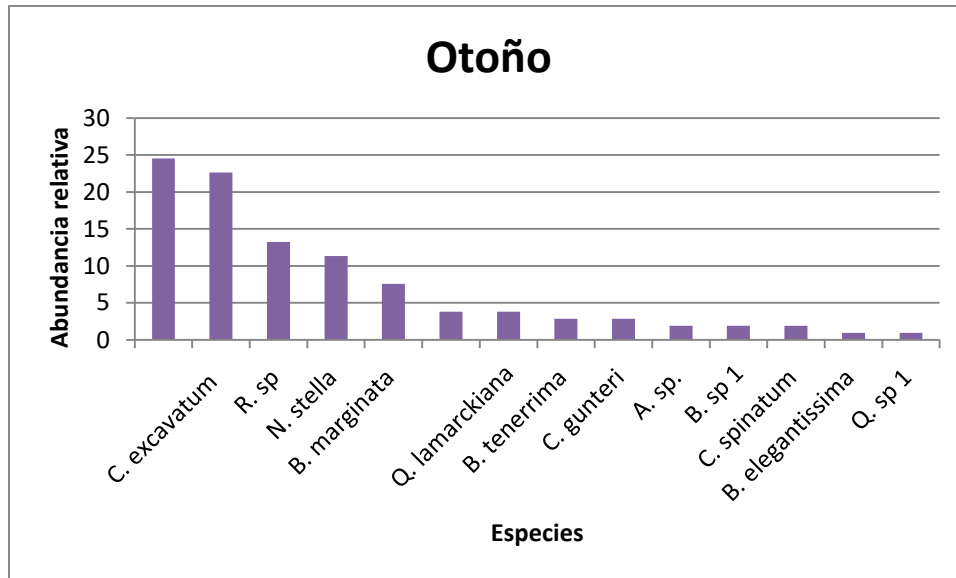


Figura 3: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de otoño de 2016.

#### Invierno 2017

La temporada de invierno registró un total de 351 individuos pertenecientes a 15 especies, tres de ellas identificadas a nivel de género y 12 a nivel de especie (Tabla II). Se analizaron un total de 12 muestras en la cuales las tres especies más abundantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (44.44%), *Criboelphidium excavatum* (32.14%) y *Rosalina sp.* (5.98%). El género más diverso fue *Criboelphidium* con un total de cuatro especies que en conjunto representan el 39.59%. Los organismos de tipo aglutinado se hicieron presentes con una especie: *Ammoscalaria pseudorialis* (0.57%). Las especies más raras para invierno fueron *Bolivina sp.1*, *Criboelphidium spinatum* y *Quinqueloculina lamarckiana* con un individuo (Figura 4).

Tabla II: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de invierno de 2017.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa (%)
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	156	44.44
<i>Ammonia sp.</i>	2	0.57
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	2	0.57
<i>Bolivina sp 1</i>	1	0.28
<i>Buccella tenerrima</i>	2	0.57
<i>Bulimina marginata</i>	3	0.85
<i>Criboelphidium excavatum</i>	113	32.19

<i>Criboelphidium gunteri</i>	15	4.27
<i>Criboelphidium spinatum</i>	1	0.28
<i>Criboelphidium spinatum</i> var. <i>Translucens</i>	10	2.85
<i>Nonionella basispinata</i>	2	0.57
<i>Nonionella stella</i>	16	4.56
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1	0.28
<i>Quinqueloculina</i> sp 1	6	1.71
<i>Rosalina</i> sp	21	5.98

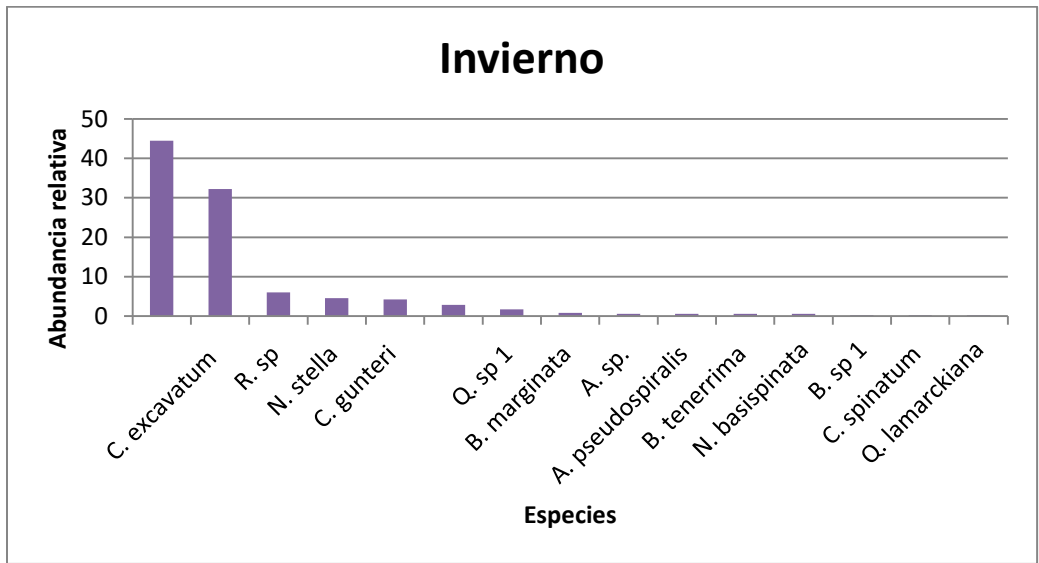


Figura 4: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de invierno de 2017.

Primavera 2017

La temporada de primavera registró un total de 407 individuos de 15 especies distintas de las cuales tres se identificaron hasta género y 12 hasta especie (Tabla III). La especie más abundante fue *Ammonia beccarii parkinsoniana* que representa por si sola el 81.08%. Los géneros más diversos fueron *Criboelphidium* y *Nonionella* con un total de tres especies cada uno. En el caso de *Criboelphidium* estas representan el 8.35% del total de la comunidad y para *Nonionella* el 0.75%. Se registró la presencia de una especie aglutinada: *Ammoscalaria pseudorialis* (0.25%), formando parte de las especies más raras con solo un individuo al igual que *Nonionella basispinata*, *Nonionella parkinsoniana* y *Nonionella stella* (Figura 5).

Tabla III: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de primavera 2017.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa (%)
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	330	81.08
<i>Ammonia sp.</i>	11	2.70
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	1	0.25
<i>Bolivina sp 1</i>	3	0.74
<i>Buccella tenerrima</i>	2	0.49
<i>Bulimina marginata</i>	2	0.49
<i>Buliminella elegantissima</i>	2	0.49
<i>Criboelphidium excavatum</i>	27	6.63
<i>Criboelphidium incertum</i>	2	0.49
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	5	1.23
<i>Nonionella basispinata</i>	1	0.25
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	1	0.25
<i>Nonionella stella</i>	1	0.25
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	2	0.49
<i>Rosalina sp</i>	17	4.18

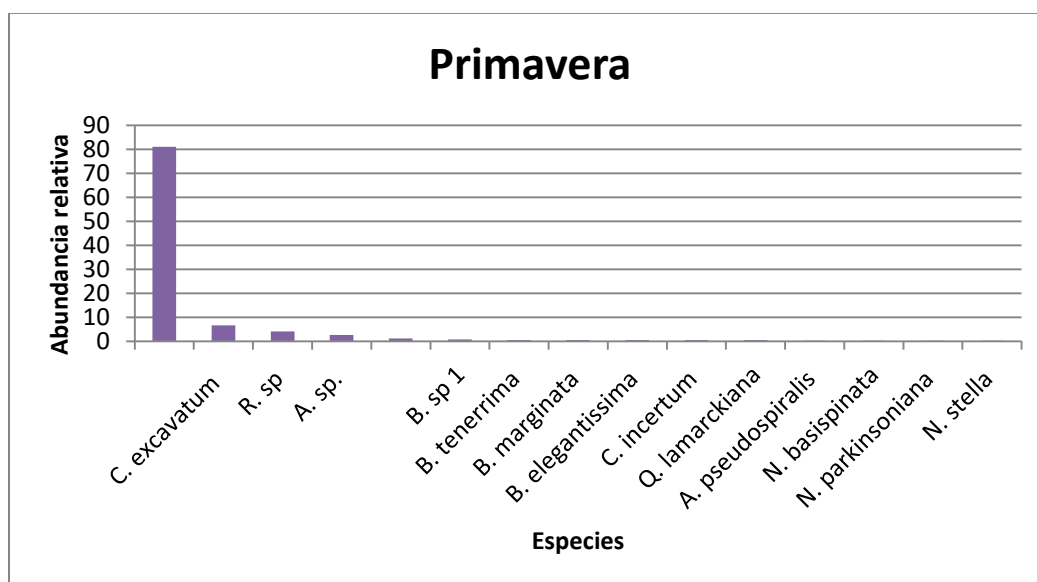


Figura 5: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de primavera de 2017.

## Verano 2017

Las 12 muestras analizadas para la temporada de verano registraron solo 12 individuos de dos especies distintas (Tabla IV). Estas especies fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (83.33%) y *Criboelphidium excavatum* (16.67%) (Figura 6).

Tabla IV: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de verano de 2017.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa %
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	10	83.33
<i>Criboelphidium excavatum</i>	2	16.67

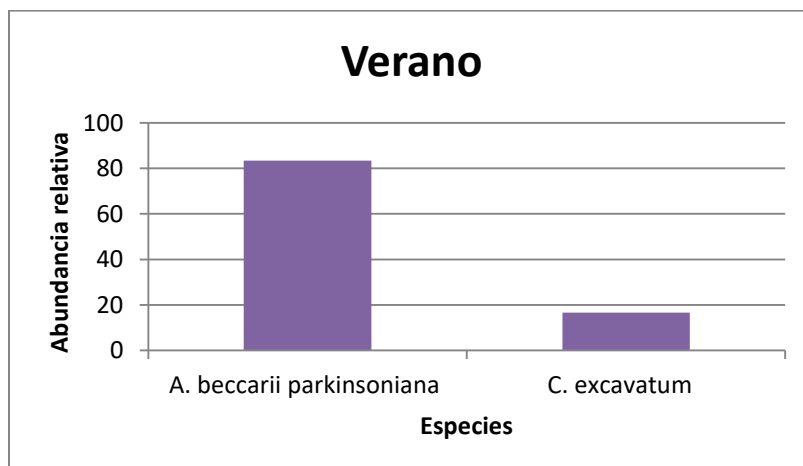


Figura 6: Abundancia de especies en la biocenosis para la temporada de verano 2017.

### **7.1.2.- Cambios espaciales en la comunidad de foraminíferos**

La descripción espacial de la comunidad se realizó agrupando las estaciones de muestreo por transecto, de esta forma los transectos analizados se dividieron en: interior, central y exterior.

#### Transecto interior

El transecto interior registró un total de 101 individuos pertenecientes a 15 especies distintas de las cuales tres se identificaron hasta género y 12 hasta especie (Tabla V). Las especies más abundantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (49.5%), *Criboelphidium excavatum* (22.77%) y *Rosalina* sp. (9.9%).

El género más diverso fue *Criboelphidium* con cuatro especies registradas que en conjunto representan el 28.71% del total de la población (Figura 7). Se registró una especie aglutinada: *Ammoscalaria pseudorialis* (0.99%), la cual a la vez pertenece a las especies raras con únicamente un individuo, al igual que *Bolivina* sp1, *Bulimina marginata*, *Buliminella elegantissima*, *Criboelphidium gunteri*, *Criboelphidium incertum*, *Nonionella basispinata*, *Quinqueloculina lamarckiana* y *Quinqueloculina* sp.1. La estación de muestreo con mayor abundancia fue E2 y las de menor fueron E1 y E4 (Tabla VI y figura 8).

Tabla V: Abundancias de especies en la biocenosis para el transecto interior.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	50	49.50
<i>Ammonia</i> sp.	2	1.98
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	1	0.99
<i>Bolivina</i> sp 1	1	0.99
<i>Bulimina marginata</i>	1	0.99
<i>Buliminella elegantissima</i>	1	0.99
<i>Criboelphidium excavatum</i>	23	22.77
<i>Criboelphidium gunteri</i>	1	0.99
<i>Criboelphidium incertum</i>	1	0.99
<i>Criboelphidium spinatum</i> var. <i>Translucens</i>	4	3.96
<i>Nonionella basispinata</i>	1	0.99
<i>Nonionella stella</i>	3	2.97
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1	0.99
<i>Quinqueloculina</i> sp 1	1	0.99
<i>Rosalina</i> sp	10	9.90

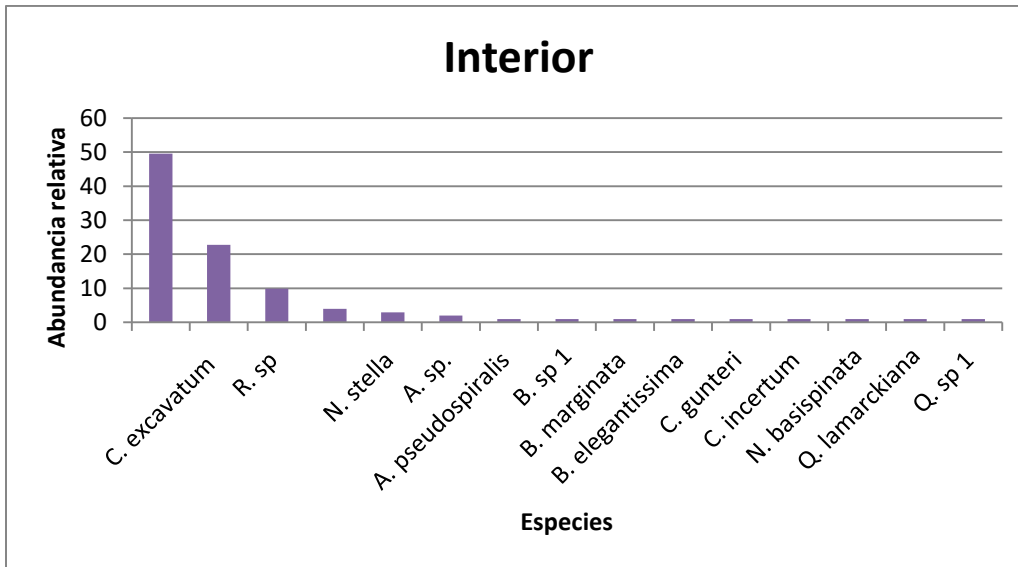


Figura 7: Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto interior.

Tabla VI: Abundancia de individuos registrados por estación para el transecto interior.

Estación	Abundancia total	Abundancia relativa %
E1	13	12.87
E2	39	38.61
E3	36	35.64
E4	13	12.87

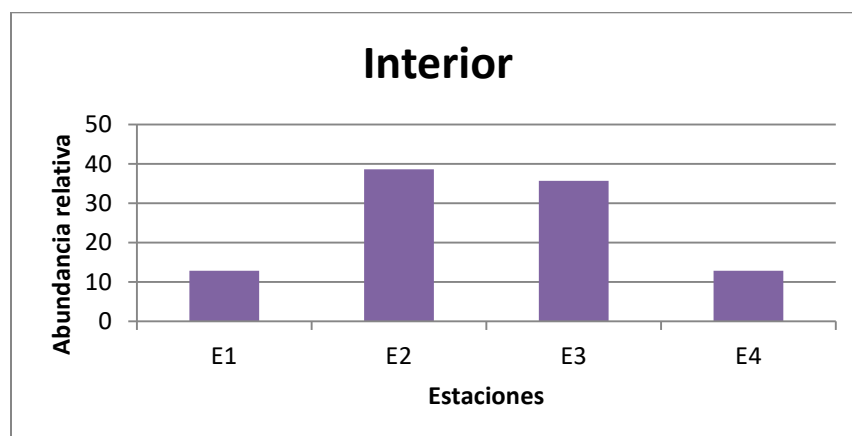


Figura 8: Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto interior.

### Transecto central

El transecto central registró un total de 417 individuos de 15 especies distintas, cuatro de ellas identificadas hasta género y 11 hasta especie (Tabla VII). Las especies más abundantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (66.91%), *Criboelphidium excavatum* (13.19%) y *Rosalina sp.* (4.56%). El género más diverso fue *Criboelphidium* con cuatro especies registradas que en conjunto representan el 17% del total de la comunidad. No se registraron organismos aglutinados. Las especie más raras, con únicamente un individuo, fueron *Buliminella elegantissima* y *Nonionella parkinsoniana* (Figura 9). La estación de muestreo con mayor abundancia fue E8 y la menor fue E7 (Tabla VIII y figura 10).

Tabla VII: Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto central.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	279	66.91
<i>Ammonia sp.</i>	8	1.92
<i>Bolivina sp 1</i>	2	0.48
<i>Buccella tenerrima</i>	4	0.96
<i>Bulimina marginata</i>	8	1.92
<i>Buliminella elegantissima</i>	1	0.24
<i>Criboelphidium excavatum</i>	55	13.19
<i>Criboelphidium gunteri</i>	9	2.16
<i>Criboelphidium spinatum</i>	2	0.48
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	5	1.20
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	1	0.24
<i>Nonionella stella</i>	16	3.84
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	5	1.20
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	3	0.72
<i>Rosalina sp</i>	19	4.56

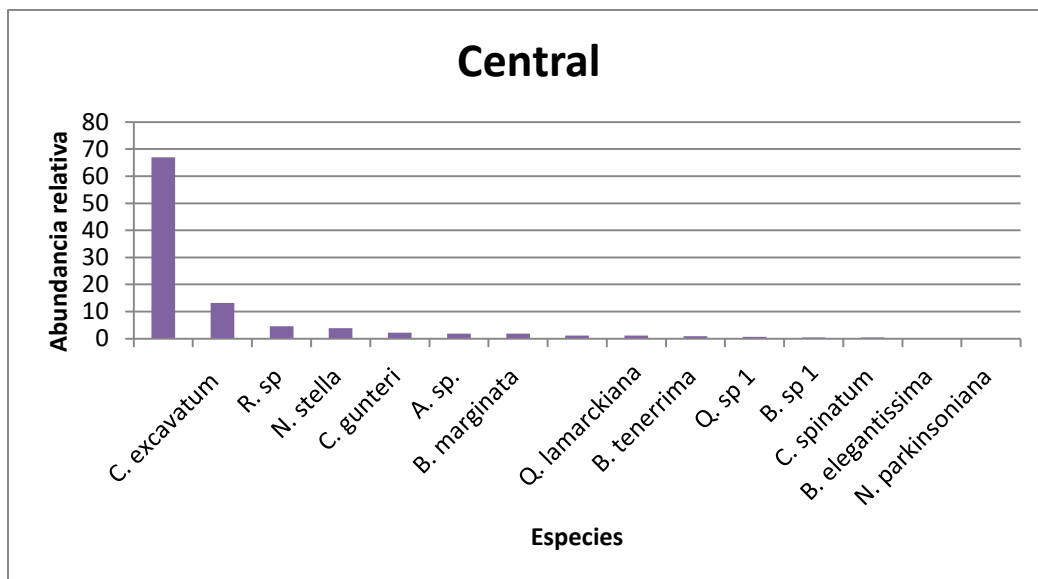


Figura 9: Abundancia de especies en la bicenosis para el transecto central.

Tabla VIII: Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto central.

Estación	Abundancia total	Abundancia relativa %
E5	70	16.79
E6	74	17.75
E7	20	4.8
E8	253	60.67

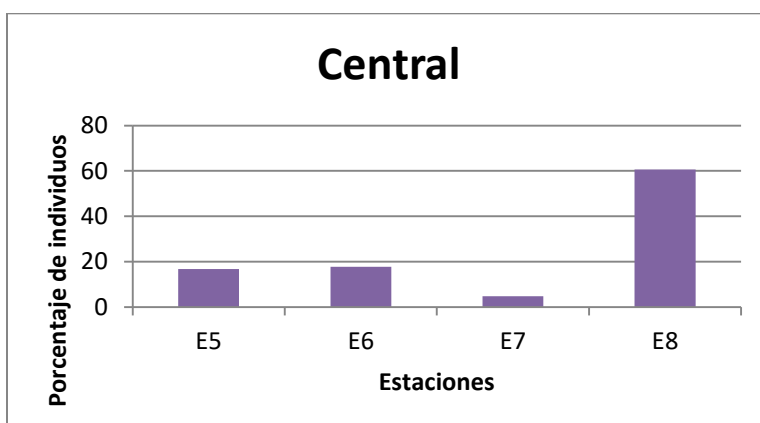


Figura 10: Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto central.

### Transecto exterior

El transecto exterior registró un total de 358 individuos de 17 especies distintas, cuatro de ellas identificadas hasta género y 13 hasta especie (Tabla IX). Las especies más abundantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (53.91%), *Criboelphidium excavatum* (24.58%) y *Rosalina sp.* (6.42%). El género más diverso fue *Criboelphidium* con cinco especies que en conjunto representan el 30.16% de la comunidad. Se registró una especie aglutinada: *Ammoscalaria pseudorialis* (0.56%). Las especies más raras con únicamente un individuo fueron: *Buliminella elegantissima*, *Criboelphidium incertum*, *Criboelphidium spinatum* y *Quinqueloculina lamarckiana* (Figura 11). La estación de muestreo con mayor abundancia fue E10 y la menor E12 (Tabla X y figura 12).

Tabla IX: Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto exterior.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	193	53.91
<i>Ammonia sp.</i>	5	1.40
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	2	0.56
<i>Bolivina sp 1</i>	3	0.84
<i>Buccella tenerrima</i>	3	0.84
<i>Bulimina marginata</i>	4	1.12
<i>Buliminella elegantissima</i>	1	0.28
<i>Criboelphidium excavatum</i>	88	24.58
<i>Criboelphidium gunteri</i>	8	2.23
<i>Criboelphidium incertum</i>	1	0.28
<i>Criboelphidium spinatum</i>	1	0.28
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	10	2.79
<i>Nonionella basispinata</i>	2	0.56
<i>Nonionella stella</i>	10	2.79
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1	0.28
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	3	0.84
<i>Rosalina sp</i>	23	6.42

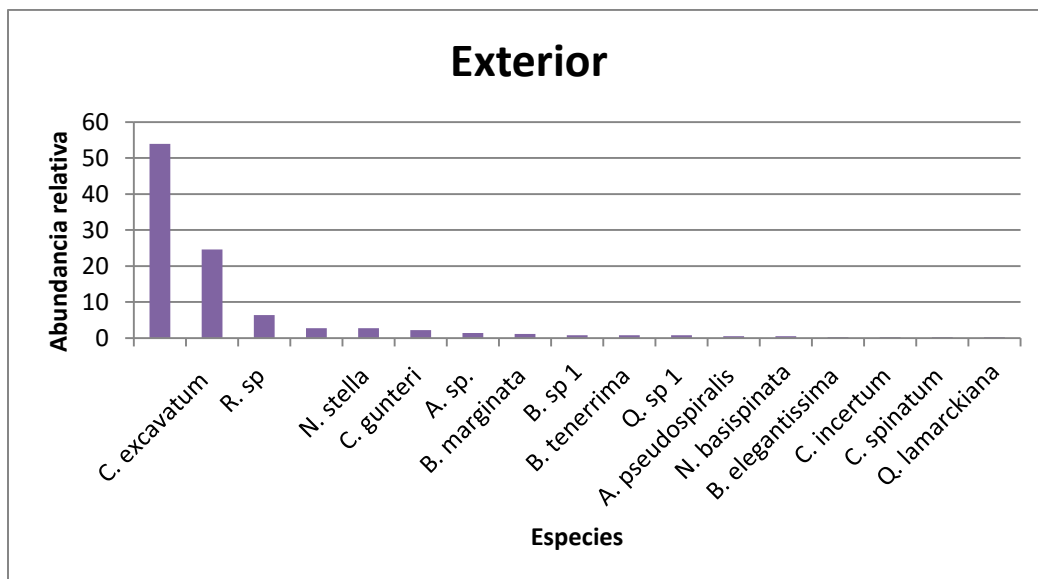


Figura 11: Abundancia de especies en la biocenosis para el transecto exterior.

Tabla X: Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto exterior.

Estación	Abundancia total	Abundancia relativa %
E9	74	20.67
E10	149	41.62
E11	81	22.63
E12	54	15.08

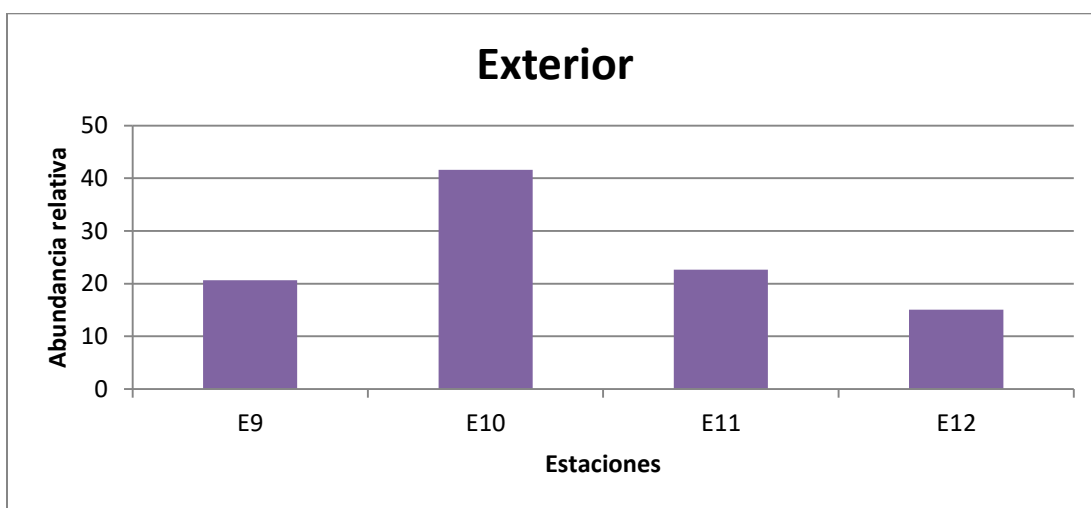


Figura 12: Abundancia de individuos en la biocenosis por estación para el transecto exterior.

### 7.1.3 Descripción y análisis de la comunidad en el ciclo anual

#### Ciclo anual

El total de muestras analizadas fueron 44 y se registraron en total 876 individuos pertenecientes a 18 especies distintas de las cuales cuatro se identificaron a nivel género y 12 hasta nivel especie (Tabla XI). La especie dominante fue *Ammonia beccarii parkinsoniana* (59.59%), *Criboelphidium excavatum* (18.95%) y *Rosalina sp.* (5.94%). Estas tres especies en conjunto comprenden más del 80% del total de la comunidad (Figura 13). La especie *Ammonia beccarii parkinsoniana* pertenece a uno de los géneros de foraminíferos bentónicos más comunes de ambientes marginales, cuya distribución se asocia a planicies lodosas estuarinas, eurihalinas, generalmente restringidas a zonas con profundidades menores a 20 metros (Murray, 2001; Alve y Goldstain, 2003). Además algunos autores como Toyofuku, *et al.*, (2011) la consideran una especie euritópica de las mejor adaptadas a los cambios de salinidad y temperatura. La especie *Criboelphidium excavatum* se asocia a salinidades bajas en asociación con pastos marinos (Murray, 2001). El género *Rosalina* por su parte se asocia a salinidades y temperaturas normales para zonas de océano abierto (Celis-Gutiérrez, 1986).

El género más diverso fue *Criboelphidium* con cinco especies distintas identificadas, estas especies en conjunto representan cerca del 23% del total de la comunidad de biocenosis. Este género es considerado como un foraminífero marino eurihalino capaz de adaptarse a ambientes hipersalinos, sin embargo algunas de sus especies como *Criboelphidium excavatum* (la segunda más abundante) se asocian a aguas de salinidades muy bajas (Boudreau *et al.*, 2001).

Los organismos de testa tipo aglutinado se hicieron presentes con una especie: *Ammoscalaria pseudospiralis*, representando el 0.34% del total, sin embargo ya que su presencia no fue registrada en trabajos anteriores, aún este bajo porcentaje es un resultado significativo. La especie más rara fue *Nonionella parkinsoniana*, con únicamente un individuo registrado.

Tabla XI: Abundancia de especies en la biocenosis para el ciclo anual con sus rangos de salinidad y temperatura.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa %	Salinidad*	Temperatura * °C
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	522	59.59	15-30°	<33->37
<i>Ammonia sp.</i>	15	1.71	15-30°	<33->37
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	3	0.34	15-30°	<33-37

<i>Bolivina sp 1</i>	6	0.68	<30°	32-37
<i>Buccella tenerrima</i>	7	0.80	<30	33-37
<i>Bulimina marginata</i>	13	1.48	<30°	32-37
<i>Buliminella elegantissima</i>	3	0.34	15-30°	33-37
<i>Criboelphidium excavatum</i>	166	18.95	>15°	35->37
<i>Criboelphidium gunteri</i>	18	2.05	>15°	35->37
<i>Criboelphidium incertum</i>	2	0.23	>15°	35->37
<i>Criboelphidium spinatum</i>	3	0.34	>15°	35->37
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	19	2.17	>15°	35->37
<i>Nonionella basispinata</i>	3	0.34	15-30°	33-37
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	1	0.11	15-30°	33-37
<i>Nonionella stella</i>	29	3.31	15-30°	33-37
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	7	0.80	<15-30°	>32
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	7	0.80	<15-30°	>32
<i>Rosalina sp</i>	52	5.94	15-30°	33-37

\* Recuperado de: Murray (2006).

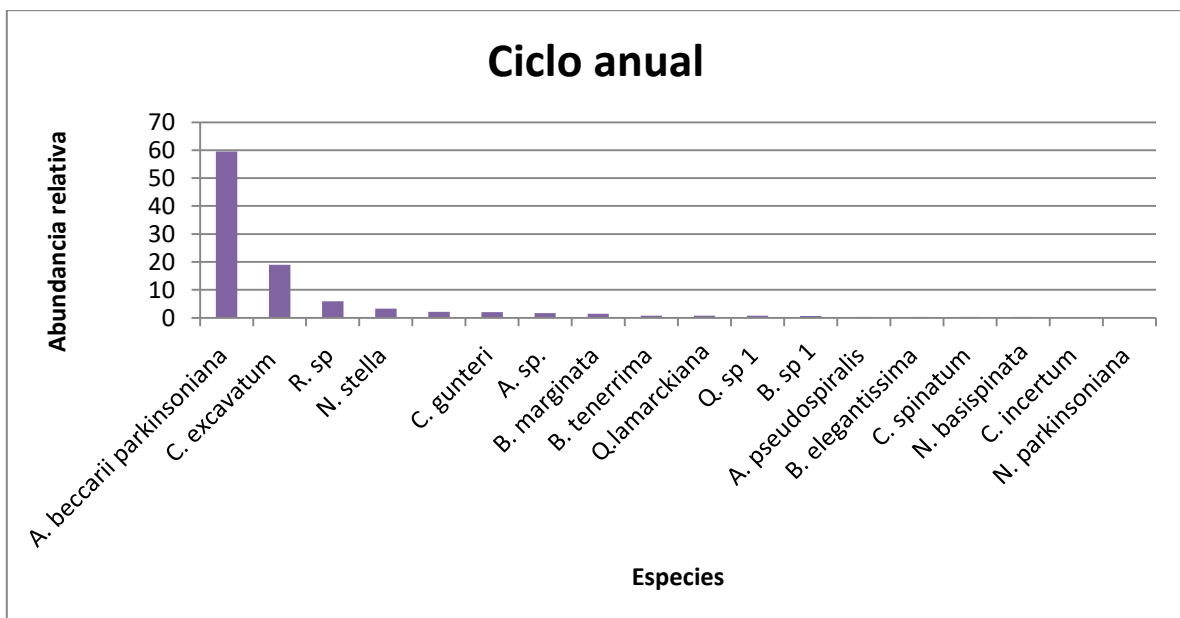


Figura 13: Abundancia de especies en la biocenosis para el ciclo anual.

Santa Rosa-del Río *et al.*, (2011), mencionan que las condiciones previas a las descargas de agua en la zona eran hipersalinas, para la temporada 2016-2017 las condiciones continúan siendo hipersalinas y la comunidad de biocenosis de foraminíferos es dominada por organismos de testa hialina los cuales constituyen cerca del 98% del total de la comunidad (Tabla XII). Berkeley *et al.*, (2008) mencionan que la composición de las testas de la biocenosis de organismos puede servir para diferenciar entre los ambientes marinos, de esta forma las tres especies dominantes en la biocenosis para la temporada 2016-2017 son de testa hialina y se asocian a un ambiente marino o hipersalino de acuerdo a Murray (2006), lo que se corrobora con los rangos de temperatura y salinidad de estas especies.

Tabla XII: Abundancia de individuos en la biocenosis por tipo de testa durante el ciclo anual.

Tipo de testa	Abundancia total	Abundancia relativa %
Aglutinados	3	0.34
Porcelánidos	14	1.6
Hialinos	858	98.06

La temporada con mayor abundancia de individuos fue primavera, sin embargo el mayor número de especies identificadas fue en invierno y primavera. Verano fue la estación con menor número tanto de individuos como de especies (Figura 14).

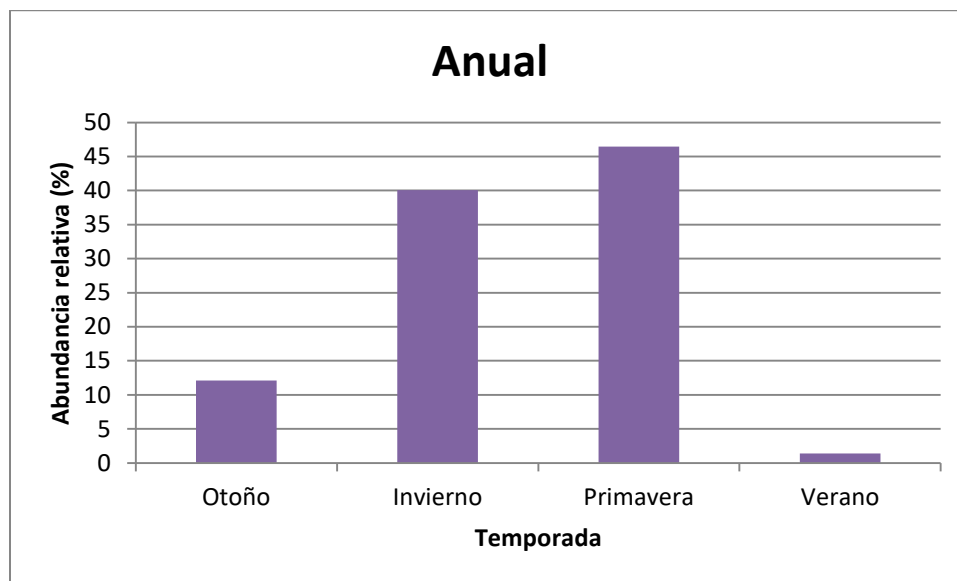


Figura 14: Abundancia de la biocenosis registrada por temporada.

La estación con mayor número de individuos registrados fue la estación cinco con un total de 1254 individuos, y con menor abundancia fue la E3 388 (Tabla XIII). El porcentaje de individuos por transecto fue: interior (21.54%), central (42.28%) y exterior (36.18%) (Figura 15).

Tabla XIII: Abundancia en la biocenosis por transecto y estación de muestreo.

Transecto	Interior				Central				Exterior			
Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Número de individuos	13	39	36	13	70	74	20	253	74	149	81	54

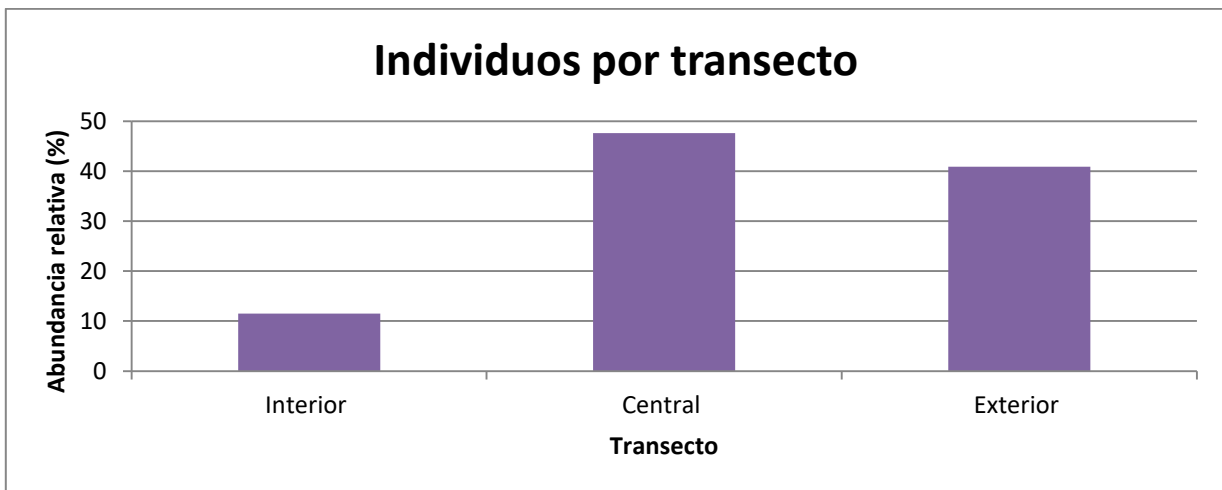


Figura 15: Abundancia en la biocenosis por transecto.

### Índices ecológicos

El mayor número de especies se presentó en primavera e invierno con 15 especies, mientras que en verano únicamente se identificaron dos. Espacialmente, el mayor número de especies ocurrió en el transecto exterior con 17 especies, es decir el que se ubica más alejado de la desembocadura del río Colorado. En lo que respecta a la abundancia de organismos la temporada con mayor abundancia fue primavera mientras que la menor fue verano. En cuanto a los transectos el central fue el de mayor abundancia, mientras que el interior el de menor.

Los índices ecológicos fueron calculados para el ciclo anual de 2016-2017 (Tabla XIV), tomando en cuenta las cuatro estaciones del año (otoño, invierno, primavera y verano) y los tres transectos de muestreo (Interior, Central y Exterior).

La diversidad calculada con el índice de Shannon-Weaver, presentó valores decrecientes desde otoño hasta primavera, para volver a aumentar en verano. En lo que respecta a los transectos este valor fue mayor en el transecto interior y menor en el central. Los valores utilizados como referencia para este índice son dos a tres, cualquier valor menor a esto se considera como una diversidad baja. Los valores obtenidos nos permiten decir que únicamente en otoño existe diversidad, mientras que en el resto de las temporadas, así como en los tres transectos y el ciclo anual la diversidad es baja (Magurran, 1988).

La dominancia calculada con el índice de Simpson presentó valores muy variables: este índice toma valores entre cero y uno. El valor más cercano a la unidad se presenta en otoño, para después disminuir paulatinamente hacia verano, por el contrario el número de especies y su abundancia aumenta de otoño a primavera, es por esto que la dominancia disminuye. Para el caso del análisis espacial el valor más bajo se registra en el transecto central el cual tiene la mayor abundancia, mientras que el valor más alto pertenece al interior que coincide con la menor abundancia. Los valores obtenidos indican un alta dominancia de pocas especies, lo cual se corrobora durante todo el ciclo anual por ser las mismas tres especies dominantes (Moreno, 2001).

La equitatividad calculada con el índice de Pielou también toma valores entre cero y uno. El valor más alto se encuentra en la temporada de otoño y el más bajo en primavera, el valor próximo a la unidad en otoño indica una distribución más uniforme del número de individuos por especie, en cambio en primavera la distribución es menos uniforme por la alta dominancia de pocas especies a pesar de que existe una mayor abundancia. Para el caso de los transectos el valor más bajo se encuentra en el central, donde igual que en primavera existe mayor abundancia y una alta dominancia de pocas especies; caso contrario del interior el cual tiene el valor más cercano a cero menor abundancia y una distribución más homogénea de esta abundancia por especie. (Moreno, 2001).

Tabla XIV: Índices ecológicos de la comunidad en la biocenosis por estación anual y transecto.

<b>Estación</b>	<b>Especies</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Dominancia</b>	<b>Equitatividad</b>
<b>Otoño</b>	14	106	2.152	0.8469	0.8154
<b>Invierno</b>	15	351	1.549	0.69	0.5719
<b>Primavera</b>	15	407	0.8602	0.3354	0.3176

<b>Verano</b>	2	12	0.4506	0.2778	0.65
<b>Transecto</b>	<b>Especies</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Dominancia</b>	<b>Equitatividad</b>
<b>Interior</b>	15	101	1.635	0.6895	0.6038
<b>Central</b>	15	417	1.303	0.5297	0.481
<b>Exterior</b>	17	358	1.493	0.6421	0.5269
Anual	<b>18</b>	<b>876</b>	<b>1.449</b>	<b>0.6027</b>	<b>0.5011</b>

### Análisis estadístico

La variación estacional de los foraminíferos bentónicos fue analizada utilizando los datos recolectados para cada estación del año, a estos datos se les aplicó la prueba de normalidad Shapiro- Wilk. De acuerdo con los resultados de la prueba, no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que los datos de cada una de las estaciones pertenecen a una distribución normal (Otoño  $W=0.72681$ ,  $p=1.66e-04$ ; Invierno  $W=0.49927$   $p=7.899e-07$ ; Primavera  $W=0.31164$ ,  $p=2.696e-08$ ; Verano  $W=0.31935$   $p=3.059e-08$ ). Posteriormente para determinar si los transectos son homocedásticos, ya que los mismos no provienen de una distribución normal, se aplica la prueba de Fligner, para la cual se encuentra suficiente evidencia para afirmar que existen diferencias entre las varianzas de las cuatro estaciones ( $X^2=15.879$ ,  $df=3$ ,  $p=0.0012$ ).

Ya que los datos no pertenecen a una distribución normal y sus varianzas no son homogéneas, se aplica la prueba Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medianas de las cuatro estaciones. La prueba arroja datos de que si existen evidencias estadísticas que permitan afirmar que por lo menos dos de las medianas de las cuatro estaciones son distintas ( $X^2=20.954$ ,  $df=3$ ,  $p=0.0001076$ ). Para determinar que estaciones son distintas se aplica la prueba Conover para la cual se obtiene que la temporada de verano es distinta a las demás (tabla XV).

Tabla XV: Prueba de comparaciones múltiples de Conover entre las estaciones del año.

	<b>Otoño</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>
<b>Invierno</b>	0.3678		

<b>Primavera</b>	0.4283	0.3022	
<b>Verano</b>	0.000	0.000	0.0001

La variación espacial se analizó utilizando los datos de cada uno de los transectos trazados en el área de estudio. A los datos de cada transecto se les aplicó la prueba de normalidad Shapiro Wilk. De acuerdo con los datos estadísticos obtenidos en la prueba, no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que los datos pertenezcan a una distribución normal (Interior  $W=0.48495$ ,  $p=5.95e-07$ ; Central  $W=0.37615$ ,  $p=7.99e-08$ ; Exterior  $W=0.45315$ ,  $p=3.225e-07$ ). Con el fin de determinar si los datos presentan varianzas homogéneas y conociendo que no pertenecen a una distribución normal se aplica la prueba Fligner para la cual se obtiene suficiente evidencia estadística para afirmar que las varianzas de los transectos son homogéneas ( $X^2=6.936$ ,  $df=2$ ,  $p=0.03118$ ).

Conociendo que los datos no pertenecen a una distribución normal y que son homogéneas se aplica la prueba Kruskal-Wallis para determinar si existen por lo menos dos grupos significativamente diferentes. Los resultados de la prueba muestran que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que no existen diferencias entre los tres transectos ( $X^2=4.695$ ,  $df=2$ ,  $p=0.09561$ ), por lo que las poblaciones no varían espacialmente.

#### Parámetros físico-químicos

La salinidad registrada a lo largo del ciclo anual corresponde en su mayoría a valores hipersalinos. El valor más alto fue de 45 registrado en invierno, estación en la que se registró el mayor número de especies y la segunda mayor abundancia del ciclo anual, mientras que el valor más bajo fue de 35 registrado en verano estación que presentó la menor abundancia y riqueza del ciclo anual (Fig. 16).

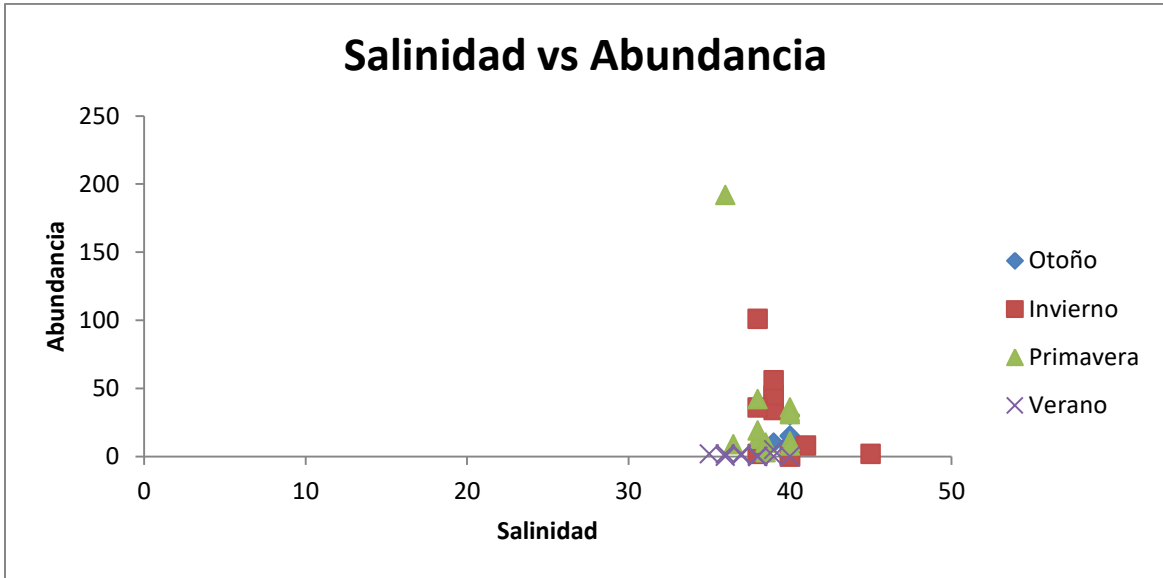


Figura 16: Salinidad contra abundancia en la biocenosis para las cuatro temporadas del año.

Las temperaturas registradas para el ciclo anual rondaron entre los ocho a los 28 grados centígrados, siendo más altas en verano, estación que registró el menor número de especies y de individuos. Por otro lado las temperaturas más bajas se registraron en invierno, coincidiendo con la segunda mayor abundancia y la mayor riqueza registrada, seguido por primavera, estación que también presentó la mayor riqueza del ciclo anual, así como la mayor abundancia (Figura 17).

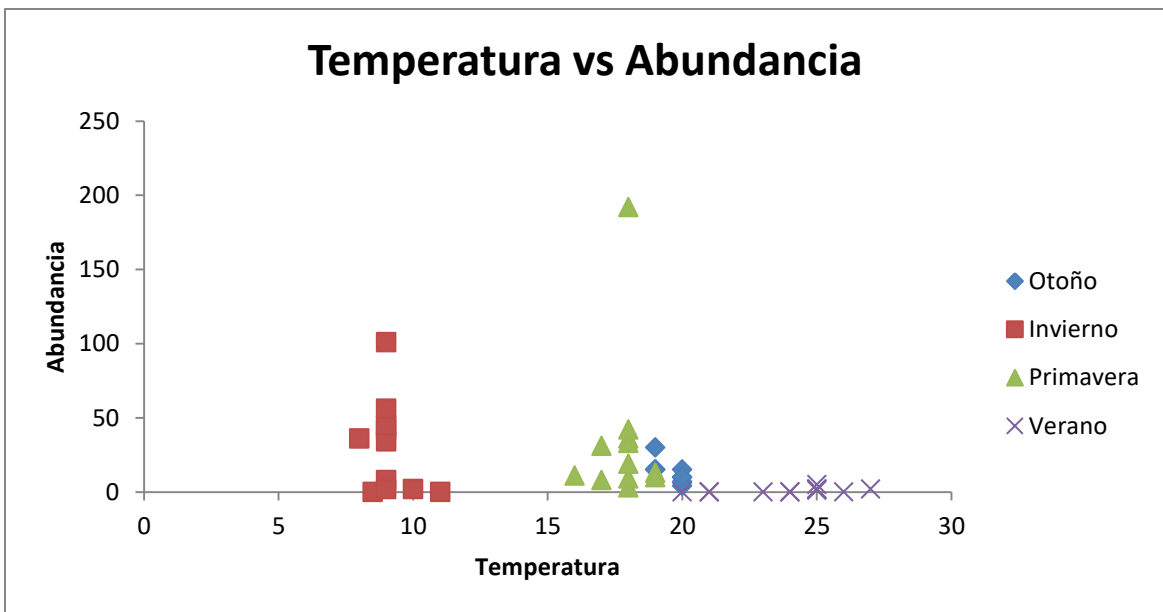


Figura 17: Temperatura contra abundancia en la biocenosis para las cuatro estaciones del año.

El trabajo de Hayward et al., (1996) menciona que existen distintos factores que determinan la variación de la distribución de los foraminíferos bentónicos, entre estos se incluye la salinidad y la temperatura. Para el caso de la zona deltaica la salinidad fue disminuyendo paulatinamente de otoño a verano, no parece ser un factor determinante ya que la riqueza y la abundancia no muestran una relación directa con esta variable, a excepción del caso de verano donde ocurrieron las salinidades más bajas del ciclo anual y se registraron la menor abundancia y riqueza. En el caso de la temperatura si se puede encontrar una relación inversa que indica que a mayor temperatura, menor es la abundancia de foraminíferos.

## 7.1.- Tanatocenosis

### 7.1.1 Cambios temporales de la comunidad.

La descripción de los cambios temporales de la comunidad se realizó para cada una de las estaciones del año de otoño de 2016 a primavera de 2017.

#### Otoño 2016

La temporada de otoño registró un total de 2316 individuos pertenecientes a 29 especies de las cuales ocho se identificaron hasta género y 21 hasta nivel especie (Tabla XVI). Las especies dominantes fueron *Criboelphidium excavatum* (31.09%), *Ammonia beccarii parkinsoniana* (30.14%) y *Rosalina sp.* (9.07%). En conjunto estas tres especies representan el 70% de la comunidad (Figura 19). El género más diversos fue: *Criboelphidium* con seis especies distintas que representan el 44.13% de la comunidad. Además se registró la presencia de dos especies aglutinadas: *Ammoscalaria pseudoriales* (1.25%) y *Nodulina dentaliniformis* (0.04%). Las especies más raras para esta temporada fueron *Nodulina dentaliniformis*, *Cycloforina exsculpta*, *Quinqueloculina lamarckiana* y *Fursenkoina pontoni* con un individuo (Figura 18).

Tabla XVI: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de otoño de 2016.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	698	30.14
<i>Ammonia sp.</i>	49	2.12
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	29	1.25
<i>Bolivina sp 1</i>	5	0.22
<i>Bolivina sp 3</i>	5	0.22
<i>Buccella tenerrima</i>	165	7.12
<i>Bulimina denudata</i>	2	0.09
<i>Bulimina marginata</i>	5	0.22
<i>Buliminella elegantissima</i>	39	1.68

<i>Cancris sp</i>	2	0.09
<i>Criboelphidium excavatum</i>	720	31.09
<i>Criboelphidium gunteri</i>	171	7.38
<i>Criboelphidium incertum</i>	16	0.69
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	5	0.22
<i>Criboelphidium spinatum</i>	33	1.42
<i>Criboelphidium spinatum</i> var. <i>Translucens</i>	77	3.32
<i>Cycloforina exsculpta</i>	1	0.04
<i>Fissurina sp</i>	5	0.22
<i>Fursenkoina pontoni</i>	1	0.04
<i>Miliolinella californica</i>	5	0.22
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	1	0.04
<i>Nonionella basispinata</i>	11	0.47
<i>Nonionella stella</i>	15	0.65
<i>Quinqueloculina elongata</i>	8	0.35
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	1	0.04
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	6	0.26
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	24	1.04
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	7	0.30
<i>Rosalina sp</i>	210	9.07

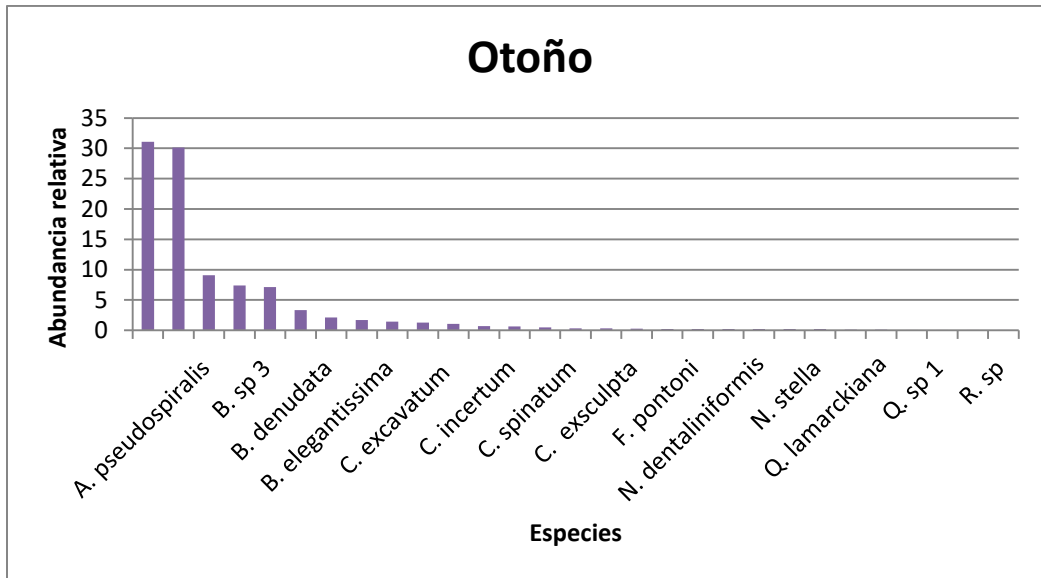


Figura 18: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de otoño de 2016.

### Invierno 2017

La temporada de invierno registró un total de 2578 individuos pertenecientes a 25 especies distintas, seis de ellas identificadas a nivel género y 19 a nivel especie (Tabla XVII). Se analizaron un total de 12 muestras en la cuales las tres especies más abundantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (38.63%), *Criboelphidium excavatum* (21.41%) y *Rosalina* sp. (16.21%). El género más diverso fue *Criboelphidium* con un total de seis especies que en conjunto representan el 31.77%. Los organismos aglutinados fueron dos especies: *Ammoscalaria pseudospiralis* (2.44%) y *Anomalinoidea* sp (0.08%). Las especies más raras fueron *Bolivina* sp.4 y *Pseudononion japonicum* con solo un individuo cada una (Figura 19).

Tabla XVII: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de invierno de 2017.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa %
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	996	38.63
<i>Ammonia</i> sp.	20	0.78
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	63	2.44

<i>Anomalinoides sp.</i>	2	0.08
<i>Bolivina sp 1</i>	7	0.27
<i>Bolivina sp4</i>	1	0.04
<i>Buccella tenerrima</i>	92	3.57
<i>Bulimina denudata</i>	9	0.35
<i>Bulimina marginata</i>	22	0.85
<i>Buliminella elegantissima</i>	18	0.70
<i>Criboelphidium excavatum</i>	552	21.41
<i>Criboelphidium gunteri</i>	101	3.92
<i>Criboelphidium incertum</i>	9	0.35
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	7	0.27
<i>Criboelphidium spinatum</i>	9	0.35
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	141	5.47
<i>Cycloforina exsculpta</i>	2	0.08
<i>Miliolinella californica</i>	3	0.12
<i>Nonionella basispinata</i>	21	0.81
<i>Nonionella stella</i>	29	1.12
<i>Pseudononion japonicum</i>	1	0.04
<i>Quinqueloculina elongata</i>	2	0.08
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	17	0.66
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	36	1.40
<i>Rosalina sp</i>	418	16.21

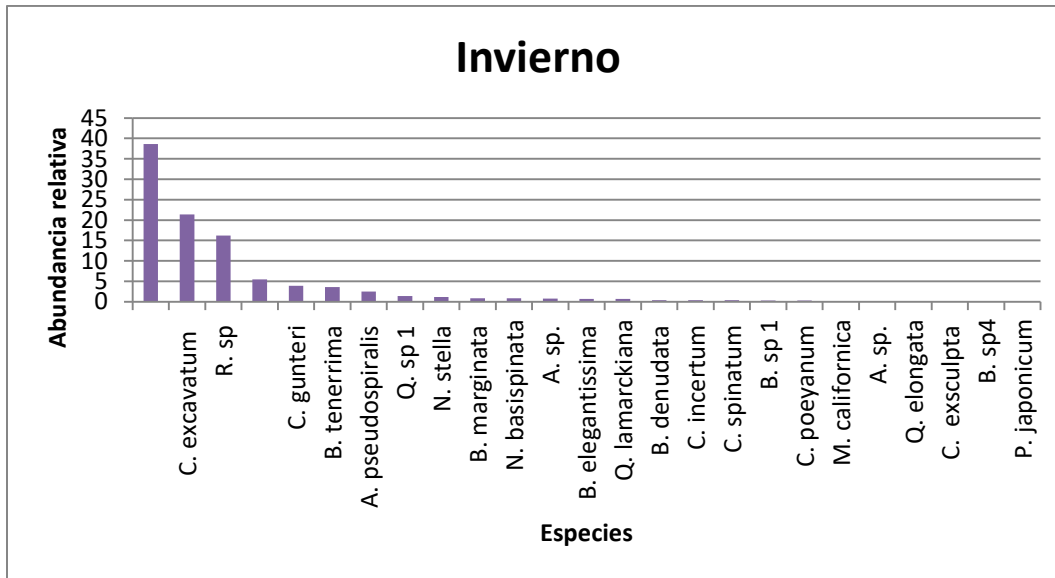


Figura 19: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de invierno de 2017.

### Primavera 2017

La temporada de primavera registro un total de 2048 individuos de 33 especies distintas, de las cuales ocho se identificaron hasta género y 25 hasta especie (Tabla XVIII). Las especies más abundantes fueron: *Ammonia beccarii parkinsoniana* (42.53%), *Criboelphidium excavatum* (22.9%) y *Rosalina sp.* (9.38%). El género más diverso fue *Criboelphidium* con un total de siete especies que representan el 31.25% del total de la comunidad. Se encontraron tres especies de testa aglutinada: *Ammoscalaria pseudorialis* (1.17%), *Nodulina dentaliniformis* (0.20%) y *Trochammina sp* (0.68%). Las especies más raras con solo un individuo registrado fueron *Quinqueloculina elongata*, *Langenosolenia sp* y *Bulimina denudata* (Figura 20).

Tabla XVIII: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de primavera de 2017.

Especie	Primavera	Abundancia relativa %
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	871	42.53
<i>Ammonia sp.</i>	28	1.37
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	24	1.17

<i>Bolivina sp 1</i>	23	1.12
<i>Bolivina sp4</i>	2	0.10
<i>Buccella tenerrima</i>	48	2.34
<i>Bulimina denudata</i>	1	0.05
<i>Bulimina marginata</i>	20	0.98
<i>Buliminella elegantissima</i>	39	1.90
<i>Cancris sp</i>	5	0.24
<i>Criboelphidium tumidum</i>	4	0.20
<i>Criboelphidium excavatum</i>	469	22.90
<i>Criboelphidium gunteri</i>	28	1.37
<i>Criboelphidium incertum</i>	21	1.03
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	7	0.34
<i>Criboelphidium spinatum</i>	4	0.20
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	107	5.22
<i>Cycloforina exsculpta</i>	20	0.98
<i>Hanzawaia nitidula</i>	2	0.10
<i>Langenosolenia sp.</i>	1	0.05
<i>Miliolinella californica</i>	8	0.39
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	4	0.20
<i>Nonionella basispinata</i>	23	1.12
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	4	0.20
<i>Nonionella stella</i>	9	0.44
<i>Pseudononion japonicum</i>	4	0.20

<i>Quinqueloculina compta</i>	6	0.29
<i>Quinqueloculina elongata</i>	1	0.05
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	36	1.76
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	6	0.29
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	17	0.83
<i>Rosalina sp</i>	192	9.38
<i>Trochammina sp</i>	14	0.68

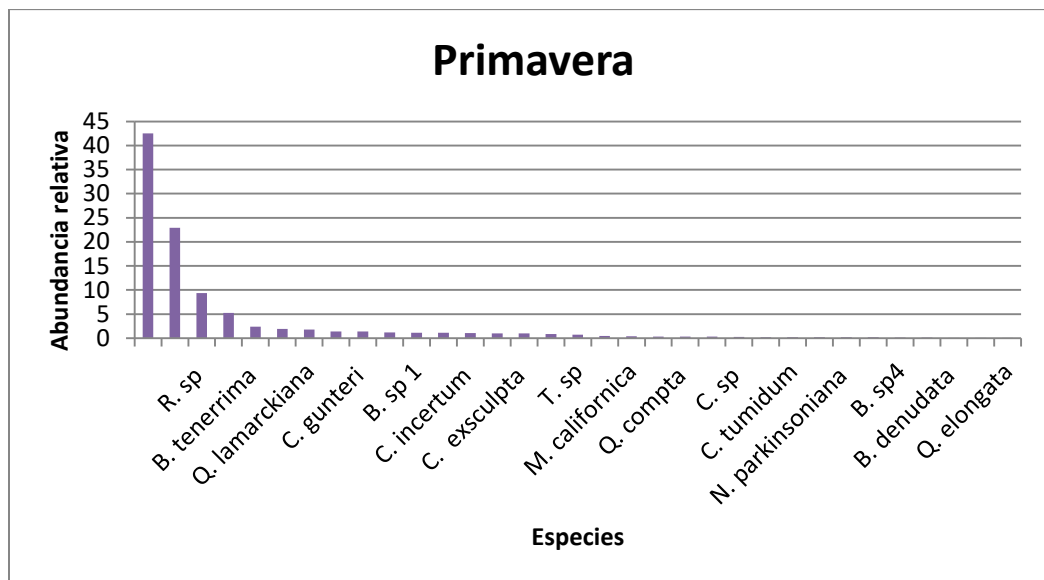


Figura 20: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de primavera de 2017.

### Verano 2017

Las 12 muestras analizadas para la temporada de verano registraron un total de 617 individuos de 25 especies distintas, seis de ellas identificadas hasta género y 19 hasta especie (Tabla XIX). Las especies más abundantes fueron *Ammonia beccarii parkinsoniana* (39.38%), *Criboelphidium excavatum* (28.85%) y *Rosalina sp.* (7.13%). El género más diverso fue: *Criboelphidium* con cinco especies que representan el 33.87% del total de la comunidad. Los aglutinados presentes fueron: *Ammoscalaria pseudorialis* (1.78%), *Nodulina dentaliniformis* (0.49%) y *Trochammina sp.* (2.92%). Las especies más raras, con solo un individuo

registrado fueron: *Cycloforina exsculpta*, *Quinqueloculina compta*, *Miliolinella californica*, *Criboelphidium gunteri* y *Bolivina sp.4* (Figura 21).

Tabla XIX: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de verano 2017.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	243	39.38
<i>Ammonia sp.</i>	2	0.32
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	11	1.78
<i>Bolivina sp 1</i>	9	1.46
<i>Bolivina sp4</i>	1	0.16
<i>Buccella tenerrima</i>	14	2.27
<i>Bulimina marginata</i>	7	1.13
<i>Buliminella elegantissima</i>	15	2.43
<i>Criboelphidium excavatum</i>	178	28.85
<i>Criboelphidium gunteri</i>	1	0.16
<i>Criboelphidium incertum</i>	17	2.76
<i>Criboelphidium spinatum</i>	3	0.49
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	10	1.62
<i>Cycloforina exsculpta</i>	1	0.16
<i>Miliolinella californica</i>	1	0.16
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	3	0.49
<i>Nonionella basispinata</i>	7	1.13
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	4	0.65

<i>Nonionella stella</i>	3	0.49
<i>Quinqueloculina compta</i>	1	0.16
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	6	0.97
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	2	0.32
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	16	2.59
<i>Rosalina sp</i>	44	7.13
<i>Trochammina sp</i>	18	2.92

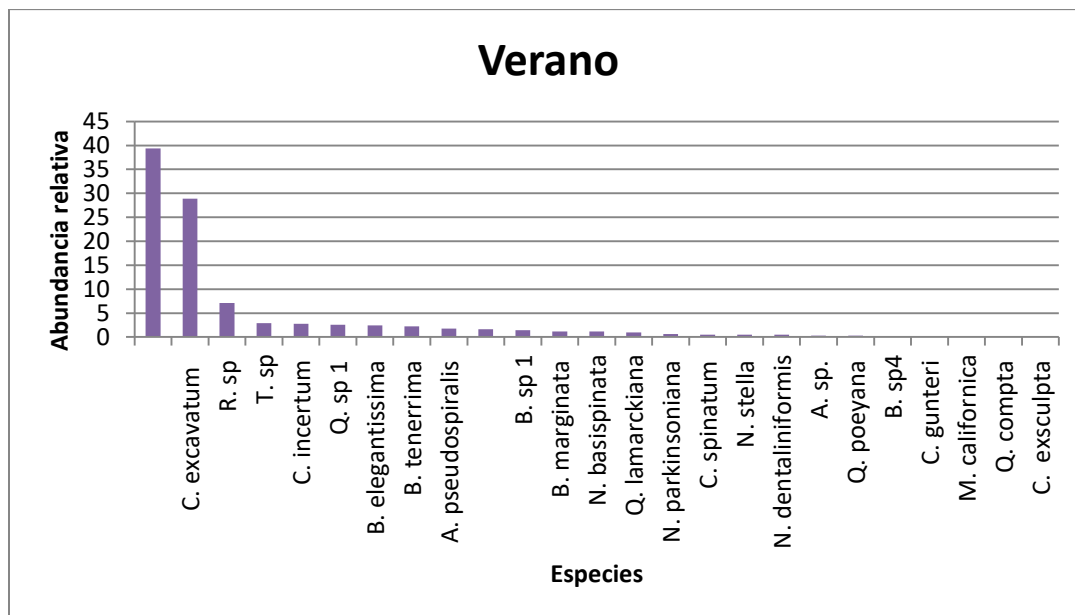


Figura 21: Abundancia de especies en la tanatocenosis para la temporada de verano de 2017.

### 7.2.2.- Cambios espaciales de la comunidad.

La descripción espacial de la comunidad se realizó agrupando las estaciones de muestreo por transecto, de esta forma los transectos analizados se dividieron en: interior, central y exterior.

#### Transecto interior

El transecto interior registro un total de 1716 individuos pertenecientes a 31 especies distintas de las cuales ocho se identificaron hasta género y 23 hasta

especie (Tabla XX). Las especies más abundantes fueron: *Ammonia beccarii parkinsoniana* (36.31%), *Criboelphidium excavatum* (24.65%) y *Rosalina sp.* (13.34%) (Figura 22). El género más diverso fue *Criboelphidium* con siete especies registradas que en conjunto representan el 33.15% del total de la comunidad. Se registraron tres especies de organismos aglutinados: *Ammoscalaria pseudospiralis* (1.28%), *Nodulina dentalniiformis* (0.06%) y *Trochammina* (1.05%). Las especies más raras con únicamente un individuo fueron *Nodulina dentaliniformis*, *Quinqueloculina elongata*, *Langenosolenia sp.* y *Criboelphidium spinatum*. La estación de muestreo con mayor abundancia fue E1 y la que tuvo menor fue E3 (Tabla XXI y figura 23).

Tabla XX: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto interior.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	623	36.31
<i>Ammonia sp.</i>	19	1.11
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	22	1.28
<i>Bolivina sp 1</i>	6	0.35
<i>Bolivina sp4</i>	2	0.12
<i>Buccella tenerrima</i>	36	2.10
<i>Bulimina marginata</i>	15	0.87
<i>Buliminella elegantissima</i>	26	1.52
<i>Cancris sp</i>	5	0.29
<i>Criboelphidium tumidum</i>	4	0.23
<i>Criboelphidium excavatum</i>	423	24.65
<i>Criboelphidium gunteri</i>	47	2.74
<i>Criboelphidium incertum</i>	21	1.22

<i>Criboelphidium poeyanum</i>	5	0.29
<i>Criboelphidium spinatum</i>	1	0.06
<i>Criboelphidium spinatum</i> <i>var. Translucens</i>	68	3.96
<i>Cycloforina exsculpta</i>	19	1.11
<i>Hanzawaia nitidula</i>	2	0.12
<i>Langenosolenia sp.</i>	1	0.06
<i>Miliolinella californica</i>	6	0.35
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	1	0.06
<i>Nonionella basispinata</i>	32	1.86
<i>Nonionella stella</i>	11	0.64
<i>Pseudononion japonicum</i>	3	0.17
<i>Quinqueloculina compta</i>	2	0.12
<i>Quinqueloculina elongata</i>	1	0.06
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	34	1.98
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	3	0.17
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	31	1.81
<i>Rosalina sp</i>	229	13.34
<i>Trochammina sp</i>	18	1.05

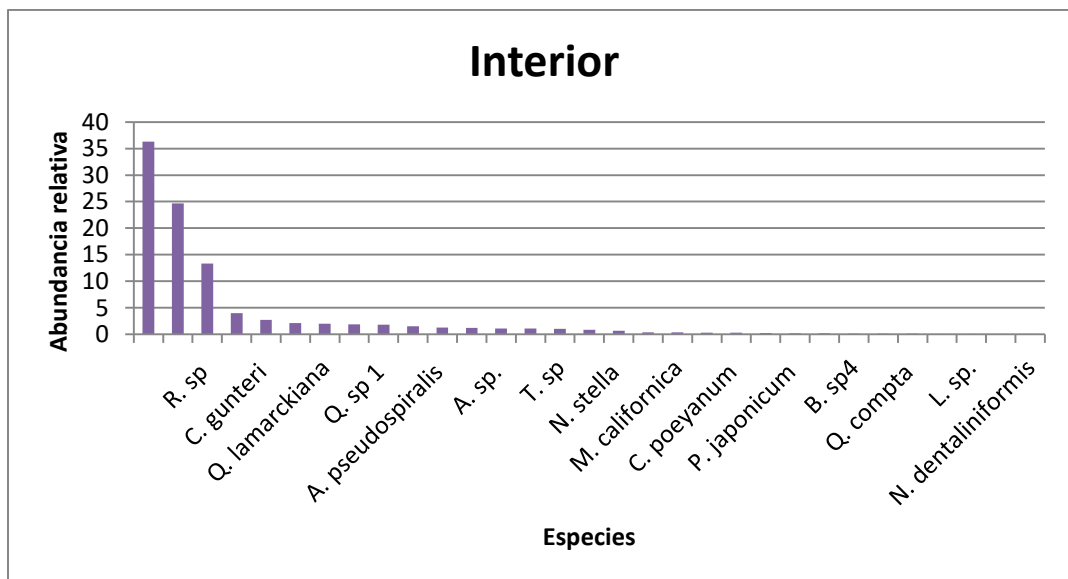


Figura 22: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto interior.

Tabla XXI: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto interior.

Estación	Abundancia total	Abundancia relativa %
E1	659	38.40
E2	428	24.94
E3	291	16.96
E4	338	19.70

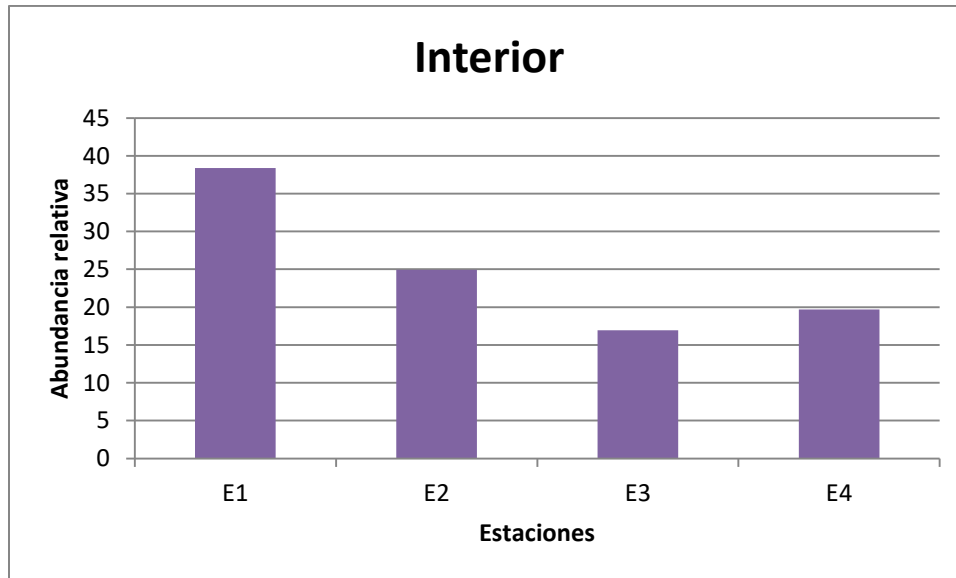


Figura 23: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto interior.

#### Transecto central

El transecto central registró un total de 3149 individuos distribuidos en 33 especies distintas, 10 de ellas identificadas hasta género y 23 hasta especie (Tabla XXII). Las especies más abundantes fueron: *Ammonia beccarii parkinsoniana* (35.95%), *Criboelphidium excavatum* (22.71%) y *Rosalina sp.* (9.56%) (Figura 24). Los géneros más diversos fueron *Criboelphidium* y *Quinqueloculina* con seis especies cada uno. Para el primero de ellos las seis especies representan el 35.66% de la comunidad y para el segundo el 2.64%. Se registraron cuatro especies de organismos aglutinados: *Ammoscalaria pseudorialis* (2.54%), *Anonalinoides sp.* (0.06%), *Nodulina dentaliniformis* (0.16%) y *Trochammia* (0.25%). La especie más rara con únicamente un individuo fue *Fursenkoina pontoni*. La estación de muestreo con mayor abundancia fue E5 y la que tuvo menor fue E6 (Tabla XXIII y figura 25).

Tabla XXII: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto central.

Espece	Abundancia total	Abundancia relativa %
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	1132	35.95
<i>Ammonia sp.</i>	58	1.84
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	80	2.54

<i>Anomalinoides sp.</i>	2	0.06
<i>Bolivina sp 1</i>	31	0.98
<i>Bolivina sp 3</i>	5	0.16
<i>Buccella tenerrima</i>	160	5.08
<i>Bulimina denudata</i>	11	0.35
<i>Bulimina marginata</i>	27	0.86
<i>Buliminella elegantissima</i>	74	2.35
<i>Cancris sp</i>	2	0.06
<i>Criboelphidium excavatum</i>	715	22.71
<i>Criboelphidium gunteri</i>	176	5.59
<i>Criboelphidium incertum</i>	35	1.11
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	12	0.38
<i>Criboelphidium spinatum</i>	16	0.51
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	169	5.37
<i>Cycloforina exsculpta</i>	4	0.13
<i>Fissurina sp</i>	5	0.16
<i>Fursenkoina pontoni</i>	1	0.03
<i>Miliolinella californica</i>	5	0.16
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	5	0.16
<i>Nonionella basispinata</i>	10	0.32
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	5	0.16
<i>Nonionella stella</i>	17	0.54
<i>Quinqueloculina compta</i>	3	0.10
<i>Quinqueloculina elongata</i>	8	0.25

<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	15	0.48
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	8	0.25
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	44	1.40
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	5	0.16
<i>Rosalina sp</i>	301	9.56
<i>Trochammina sp</i>	8	0.25

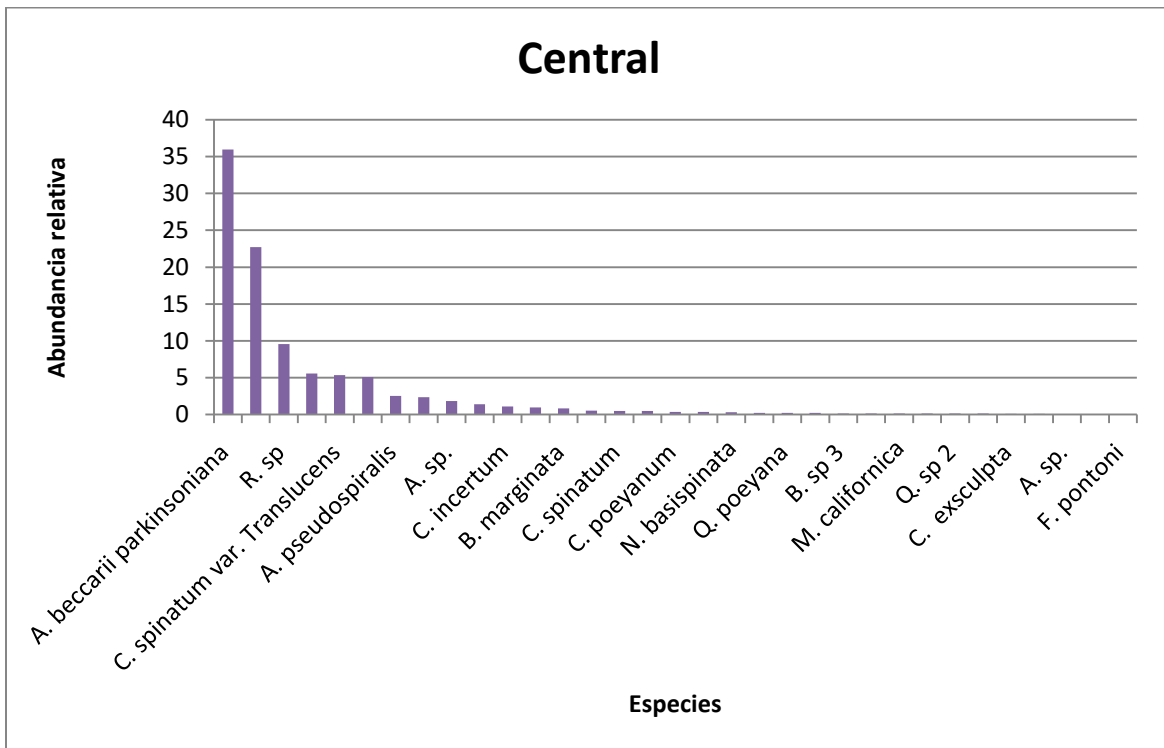


Figura 24: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto central.

Tabla XXIII: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto central.

Estación	Abundancia total	Abundancia relativa %
E5	1214	38.55
E6	579	18.39

E7	622	19.75
E8	734	23.31

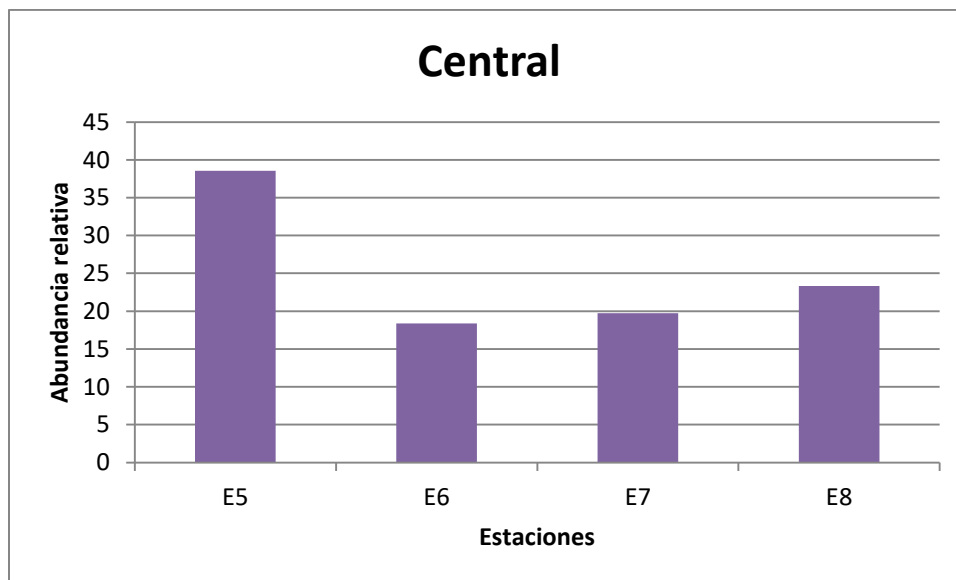


Figura 25: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto central.

### Transecto exterior

El transecto exterior registró un total de 2694 individuos distribuidos en 29 especies, seis de ellas identificadas hasta género y 23 hasta especie (Tabla XXIV). Las más abundantes fueron: *Ammonia beccarii parkinsoniana* (39.09%), *Criboelphidium excavatum* (28.99%) y *Rosalina sp.* (12.40%) (Figura 26). El género más diverso fue: *Criboelphidium* con siete especies que en conjunto representan el 37.05% del total de la comunidad. Se registraron tres especies de organismos aglutinados: *Ammoscalaria pseudorialis* (0.93%), *Nodulina dentaliniformis* (0.07%) y *Trochammina* (0.22%). Las especies más raras con solo un individuo fueron *Bulimina denudata* y *Cycloforina exsculpta*. La estación de muestreo con mayor abundancia fue E11 y la que tuvo menor fue E12 (Tabla XXV y figura 27).

Tabla XXIV: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto exterior.

Especie	Abundancia total	Abundancia relativa %
---------	------------------	-----------------------

<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	1053	39.09
<i>Ammonia sp.</i>	22	0.82
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	25	0.93
<i>Bolivina sp 1</i>	7	0.26
<i>Bolivina sp4</i>	2	0.07
<i>Buccella tenerrima</i>	123	4.57
<i>Bulimina denudata</i>	1	0.04
<i>Bulimina marginata</i>	12	0.45
<i>Buliminella elegantissima</i>	11	0.41
<i>Criboelphidium excavatum</i>	781	28.99
<i>Criboelphidium gunteri</i>	78	2.90
<i>Criboelphidium incertum</i>	7	0.26
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	2	0.07
<i>Criboelphidium spinatum</i>	32	1.19
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	98	3.64
<i>Cycloforina exsculpta</i>	1	0.04
<i>Miliolinella californica</i>	6	0.22
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	2	0.07
<i>Nonionella basispinata</i>	20	0.74
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	3	0.11
<i>Nonionella stella</i>	28	1.04

<i>Pseudononion japonicum</i>	2	0.07
<i>Quinqueloculina compta</i>	2	0.07
<i>Quinqueloculina elongata</i>	2	0.07
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	13	0.48
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	3	0.11
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	18	0.67
<i>Rosalina sp</i>	334	12.40
<i>Trochammina sp</i>	6	0.22

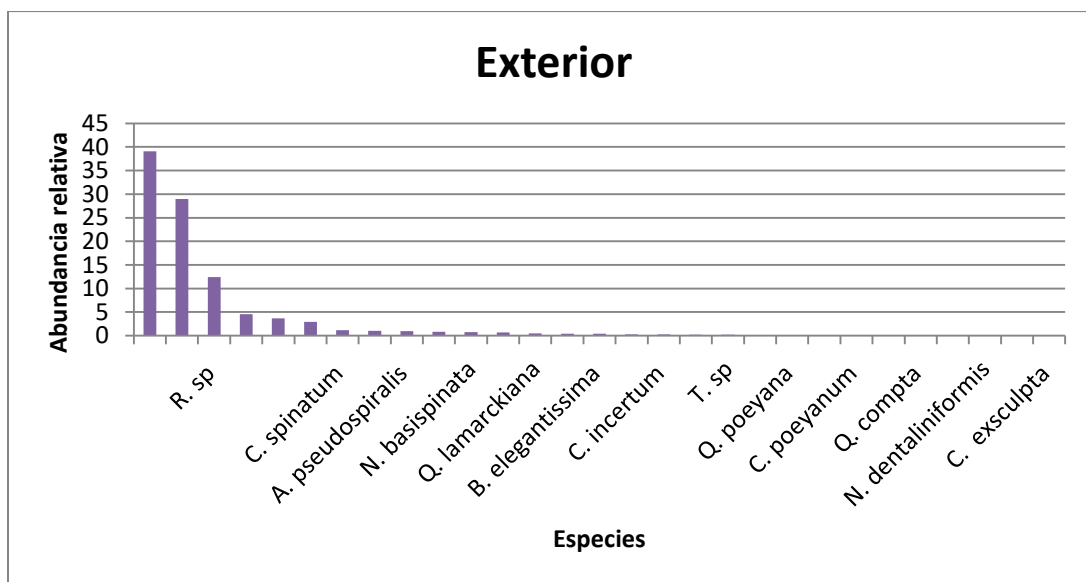


Figura 26: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el transecto exterior.

Tabla XXV: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto exterior.

Estación	Abundancia total	Abundancia relativa %
E9	601	22.31

E10	577	21.42
E11	920	34.15
E12	596	22.12

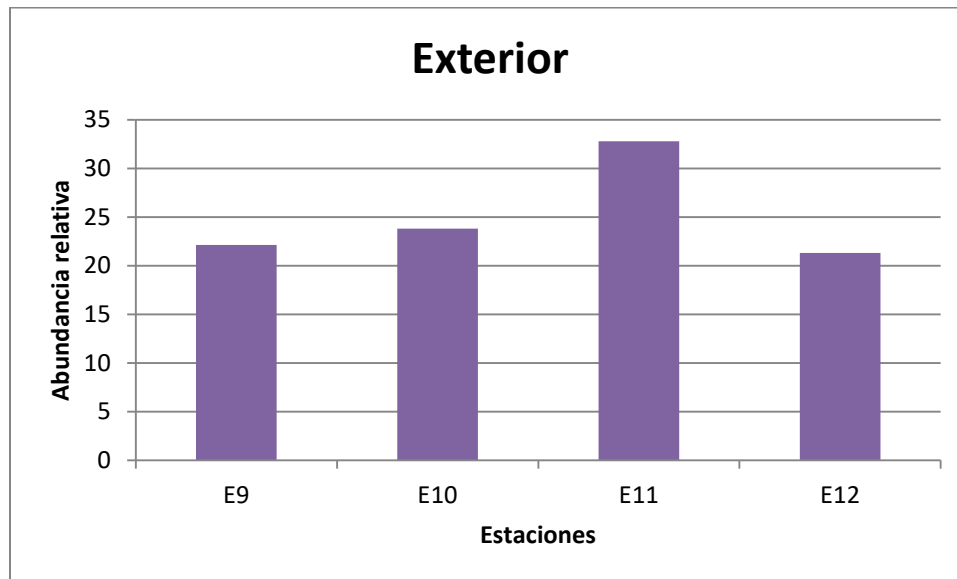


Figura 27: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por estación para el transecto exterior.

### 7.2.3 Descripción y análisis de la comunidad en el ciclo anual.

#### Ciclo anual

El total de individuos registrados fue de 7559 pertenecientes a 38 especies de las cuales 12 se identificaron a nivel género y 26 hasta nivel especie. La especie dominante fue *Ammonia beccarii parkinsoniana* (37.15%), *Criboelphidium excavatum* (25.39%) y *Rosalina sp.* (11.43%). Estas tres especies en conjunto comprenden cerca de tres cuartas partes de la comunidad (Tabla XXVI). *Ammonia beccarii parkinsoniana* es conocida por ser un organismo cosmopolita que habita en zonas eurihalinas con sedimentos finos y asociada a pastos marinos (Debany et al., 1998), su presencia se asocia entonces a las condiciones actuales del delta, está bien documentado que esta especie tiene una gran capacidad de adaptación frente a los cambios tanto de temperatura como de salinidad, lo que puede explicar su abundancia en la zona (Toyofuku, 2011). De la misma manera el género *Criboelphidium* ha sido asociado a zonas estuarinas con pastos marinos (Murray, 2001), este género por si solo representa más de la cuarta parte del total

de la comunidad y su presencia puede deberse a las grandes planicies de pastos que existen en las planicies de inundación aledañas (Santa Rosa-del Río *et al.*, 2011). El género *Rosalina* ha sido reportado como abundante en zonas con condiciones de océano abierto y zonas lagunares (Phleger, 1960).

Los géneros más diversos fueron *Criboelphidium* con siete especies, seguido de *Quinqueloculina* con seis especies. En el caso del primero de ellos, las siete especies en conjunto representan cerca del 35% del total de la comunidad, mientras que el segundo apenas alcanza un poco más del 2% (Figura 28). Las características del género *Criboelphidium* ya fueron mencionadas anteriormente sin embargo para el caso de *Quinqueloculina*, encontramos que el trabajo de Murray (1973) asocia este género con ambientes hipersalinos, condición bien conocida que domina en la zona desde que cesó el aporte de agua dulce (Rivera & Cortés, 2007).

Los organismos de testa aglutinada se hicieron presentes con cuatro especies, las cuales fueron: *Ammoscalaria pseudospiralis* (1.68%), *Anomalinoidea sp.* (0.03%), *Nodulina dentaliniformis* (0.11%) y *Trochamina sp.* (0.42%). En conjunto representan el 2% de la comunidad sin embargo ya que su presencia no fue registrada en trabajos anteriores, este bajo porcentaje es importante porque aumenta la diversidad. Las especies más raras fueron *Fursenkoia pontoni* y *Langenosolenia sp.*, ambas con únicamente un individuo registrado. La presencia de organismos de testa aglutinada es importante, ya que suelen ser abundantes donde existe aporte de agua dulce en los ambientes marinos, la que vuelve el pH más ácido y disminuye la disponibilidad de carbonato de calcio inhibiendo la calcificación, por lo que tienden a abundar los organismos aglutinados (Bernal *et al.*, 2008).

Tabla XXVI: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el ciclo anual con sus rangos de salinidad y temperatura.

<b>Especie</b>	<b>Abundancia total</b>	<b>Abundancia relativa %</b>	<b>Salinidad *</b>	<b>Temperatura * °C</b>
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	2808	37.15	<33->37	15-30°
<i>Ammonia sp.</i>	99	1.31	<33->37	15-30°
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	127	1.68	<33-37	15-30°

<i>Anomalinoidea sp.</i>	2	0.03	<33-37	15-30°
<i>Bolivina sp 1</i>	44	0.58	32-37	<30°
<i>Bolivina sp 3</i>	5	0.07	32-37	<30°
<i>Bolivina sp4</i>	4	0.05	32-37	<30°
<i>Buccella tenerrima</i>	319	4.22	33-37	<30
<i>Bulimina denudata</i>	12	0.16	32-37	<30°
<i>Bulimina marginata</i>	54	0.71	32-37	<30°
<i>Buliminella elegantissima</i>	111	1.47	33-37	15-30°
<i>Cancris sp</i>	7	0.09	33-37	15-30°
<i>Criboelphidium tumidum</i>	4	0.05	35->37	>15°
<i>Criboelphidium excavatum</i>	1919	25.39	35->37	>15°
<i>Criboelphidium gunteri</i>	301	3.98	35->37	>15°
<i>Criboelphidium incertum</i>	63	0.83	35->37	>15°
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	19	0.25	35->37	>15°
<i>Criboelphidium spinatum</i>	49	0.65	35->37	>15°
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	335	4.43	35->37	>15°
<i>Cycloforina exsculpta</i>	24	0.32	>32	<15-30°
<i>Fissurina sp</i>	5	0.07	33-37	<15-30°

<i>Fursenkoina pontoni</i>	1	0.01	<33-37	15-30°
<i>Hanzawaia nitidula</i>	2	0.03	33-37	15-30°
<i>Langenosolenia sp.</i>	1	0.01	33-37	15-30°
<i>Miliolinella californica</i>	17	0.22	32-50	10-30°
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	8	0.11	33-37	<15-30°
<i>Nonionella basispinata</i>	62	0.82	33-37	15-30°
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	8	0.11	33-37	15-30°
<i>Nonionella stella</i>	56	0.74	33-37	15-30°
<i>Pseudononion japonicum</i>	5	0.07	<33-37	<15-30°
<i>Quinqueloculina compta</i>	7	0.09	>32	<15-30°
<i>Quinqueloculina elongata</i>	11	0.15	>32	<15-30°
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>	60	0.79	>32	<15-30°
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	14	0.19	>32	<15-30°
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	93	1.23	>32	<15-30°
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	7	0.09	>32	<15-30°
<i>Rosalina sp</i>	864	11.43	33-37	15-30°
<i>Trochammina sp</i>	32	0.42	<33->37	<15-30°

\* Recuperado de: Murray (2006).

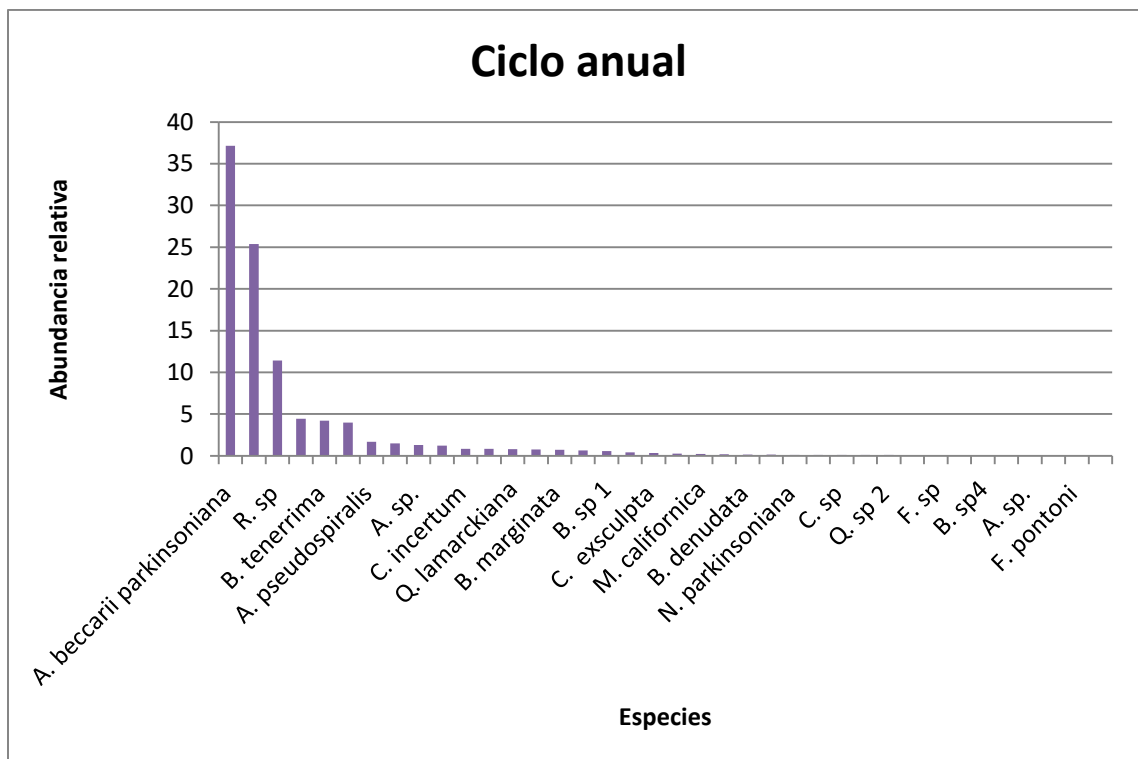


Figura 28: Abundancia de especies en la tanatocenosis para el ciclo anual.

Los tres géneros más abundantes de la comunidad pertenecen al tipo de testa hialino. Este tipo de organismos constituyen cerca del 94% del total de la población (Tabla XXVII). Berkeley *et al* (2008), mencionan que la composición de las testas de los organismos puede servir para diferenciar entre los ambientes marinos, de esta forma la comunidad estudiada se asocia a un ambiente marino o hipersalino ya que en estas zonas dominan las especies hialinas, además esto se puede corroborar con los rangos de salinidad y temperatura de las tres especies (Calonge *et al.*, 2001; Murray, 2006).

Tabla XXVII: Abundancia de individuos en la tanatocenosis por tipo de testa durante el ciclo anual.

Tipo de testa	Abundancia total	Abundancia relativa %
Aglutinados	169	2.24
Porcelanados	233	3.08
Hialinos	7157	94.68

La temporada con mayor abundancia de individuos registrados fue invierno, sin embargo el mayor número de especies fue en primavera. Verano fue la estación

con menor número tanto de individuos como de especies. La comunidad de tanatocenosis se ve sujeta a procesos tafonómicos como el transporte, la destrucción de testas y la pérdida de calcio por disolución, los cuales pueden modificar su abundancia y distribución (Debenay y Guillou, 2002) (Figura 29).

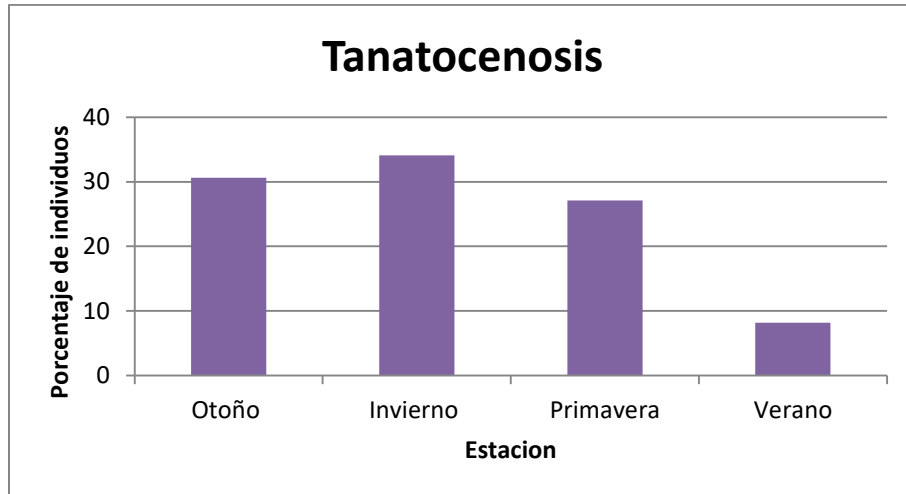


Figura 29: Abundancia en la tanatocenosis registrada por temporada.

La estación con mayor número de individuos registrados fue la estación cinco con un total de 1254 individuos, la estación con menor abundancia fue la E3 con apenas 388 (Tabla XXVIII). El porcentaje de individuos registrados para cada transecto fue de interior (21.54%), central (42.28%) y exterior (36.18%) (Figura 30).

Tabla XXVIII: Abundancia en la tanatocenosis por transecto y estación de muestreo.

Transecto	Interior				Central				Exterior			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Abundancia total</b>	659	428	291	338	1214	579	622	734	601	577	920	596

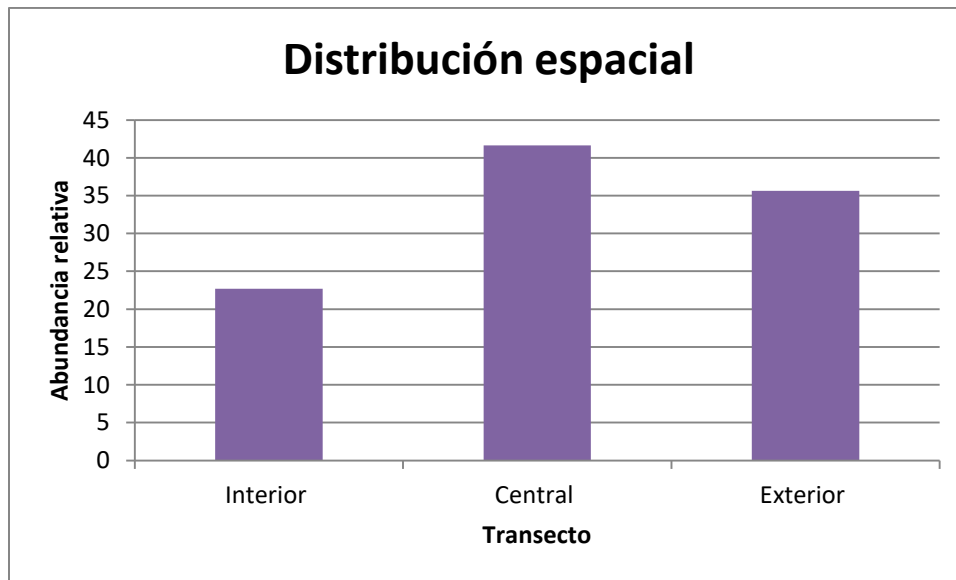


Figura 30: Abundancia en la tanatocenosis registrada por transecto para el ciclo anual.

### Índices ecológicos

El mayor número de especies se presentó en primavera con 33 especies, mientras que en invierno y verano se registraron 25. Especialmente el mayor número de especies registradas ocurrió en el transecto central con 33 especies y la menor en el transecto exterior con 29 especies. En lo que respecta a la abundancia de organismos la temporada con mayor número fue invierno mientras que la menor fue verano, es cuanto a los transectos el central fue el de mayor abundancia mientras que el interior el de menor. La comunidad de tanatocenosis puede sufrir el efecto de los procesos tafonómicos como el transporte, la destrucción de testas y la pérdida de calcio por disolución, los cuales pueden modificar su abundancia y distribución (Debenay y Guillou, 2002).

Los índices ecológicos fueron calculados para el ciclo anual de 2016-2017 (Tabla XXIX), tomando en cuenta las cuatro estaciones del año (otoño, invierno, primavera y verano) y los tres transectos de muestreo (Interior, Central y Exterior).

La diversidad calculada con el índice de Shannon-Weaver, presenta valores que rondan entre el 1.7 y el 2.1, los valores usados de referencia para este índice son de dos a tres, cualquier valor por debajo de este, se considera como baja diversidad. Las cuatro temporadas del año muestran valores por debajo de dos, por lo que presentan una baja diversidad. Para el caso de los transectos de la misma manera se encuentran valores que indican baja diversidad. El valor para el ciclo anual corresponde a dos y también pertenece a una baja diversidad (Magurran, 1988).

La dominancia calculada con el índice de Simpson presentó valores de 0.7 para las cuatro temporadas, los tres transectos y el ciclo anual, estos valores sugieren una comunidad homogénea con mayor dominancia de unas pocas especies, lo que se confirma con las tres especies más abundantes durante todo el ciclo (Moreno, 2001).

La equitatividad es calculada con el índice de Pielou con valores entre cero y uno. El valor más cercano a la unidad corresponde a verano y el más bajo a primavera, el valor alto en verano indica una distribución más uniforme de los individuos entre las especies, mientras que en primavera existe una alta dominancia de pocas especies y una distribución menos uniforme. Para el caso de los transectos el valor más bajo se encuentra en el exterior (para el cual se repite el comportamiento de primavera) y el más alto en el central donde se distribuyen de una forma más homogénea los individuos en las especies. El valor para el ciclo anual corresponde a la presencia de un grupo de especies dominantes, pero a la vez una distribución uniforme en el resto de las especies (Moreno, 2001).

Tabla XXIX: Índices ecológicos de la comunidad en la tanatocenosis por estación y transecto.

<b>Estación</b>	<b>Especies</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Dominancia</b>	<b>Equitatividad</b>
Otoño	29	2316	1.999	0.7913	0.5937
Invierno	25	2929	1.905	0.7715	0.5919
Primavera	33	2048	1.993	0.7527	0.5699
Verano	25	617	1.934	0.7519	0.6007
<b>Transecto</b>	<b>Especies</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Dominancia</b>	<b>Equitatividad</b>
Interior	31	1716	2.153	0.7847	0.5997
Central	33	3149	2.123	0.7993	0.6072
Exterior	29	2694	1.785	0.743	0.5302
<b>Anual</b>	<b>38</b>	<b>7559</b>	<b>2.022</b>	<b>0.7779</b>	<b>0.5559</b>

### Análisis estadístico

El análisis de la variación estacional de los foraminíferos bentónicos para cada estación del año mediante la prueba de normalidad Shapiro- Wilk no proporciona evidencia estadística suficiente para afirmar que los datos estacionales pertenecen a una distribución normal (Otoño  $W=0.41107$   $p=3.499e-11$ ; Invierno  $W=0.40245$   $p=2.854e-11$ ; Primavera  $W=0.35827$ ,  $p=1.036e-11$ ; Verano  $W=0.35914$   $p=1.057e-11$ ). Por lo anterior, al aplicar la prueba de Fligner, se encontró suficiente evidencia para afirmar que existen diferencias entre las varianzas de las cuatro estaciones ( $X^2=11.21$ ,  $df=3$ ,  $p=0.01064$ ).

Ya que los datos no pertenecen a una distribución normal y sus varianzas no son homogéneas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las medianas de las cuatro estaciones. La prueba arroja datos de que no existen evidencias estadísticas que permitan afirmar que las medianas de las cuatro estaciones son distintas ( $X^2=6.6986$ ,  $df=3$ ,  $p=0.08215$ ), lo que indica que la comunidad total no varía a lo largo del ciclo anual.

Al analizar la variación espacial mediante la prueba de normalidad Shapiro Wilk se encontró que no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que los datos pertenezcan a una distribución normal (Interior  $W=0.39543$ ,  $p=2.422e-11$ ; Central  $W=0.41959$ ,  $p=4.288e-11$ ; Exterior  $W=0.37024$ ,  $p=1.357e-11$ ). Con base en esto se aplicó la prueba Fligner obteniéndose suficiente evidencia estadística para afirmar que los varianzas de los transectos son homogéneas ( $X^2=1.7615$ ,  $df=2$ ,  $p=0.4145$ ).

Al no pertenecer los datos a una distribución normal, y que sus varianzas son homogéneas, se aplicó la prueba Kruskal-Wallis para determinar si existen por lo menos dos grupos significativamente diferentes. Los resultados muestran que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que no existen diferencias entre los tres transectos ( $X^2=2.4807$ ,  $df=2$ ,  $p=0.2893$ ), por lo que las poblaciones no varían a lo largo del año.

### Parámetros físico-químicos

La comunidad de tanatocenosis analizada no presenta influencia por parámetros ambientales al momento del muestreo, como en el caso de la biocenosis.

### 7.3.- Comparación de biocenosis y tanatocenosis

#### Abundancia total de individuos

La comunidad total de foraminíferos bentónicos en el alto golfo de California está constituida en casi un 90% por tanatocenosis, y 10% restante por la biocenosis. Este porcentaje varía en cada una de las estaciones del año (Figura 31). El mayor porcentaje de biocenosis se registró en primavera y el menor en verano, esto puede deberse a los cambios de temperatura como se explicó previamente.

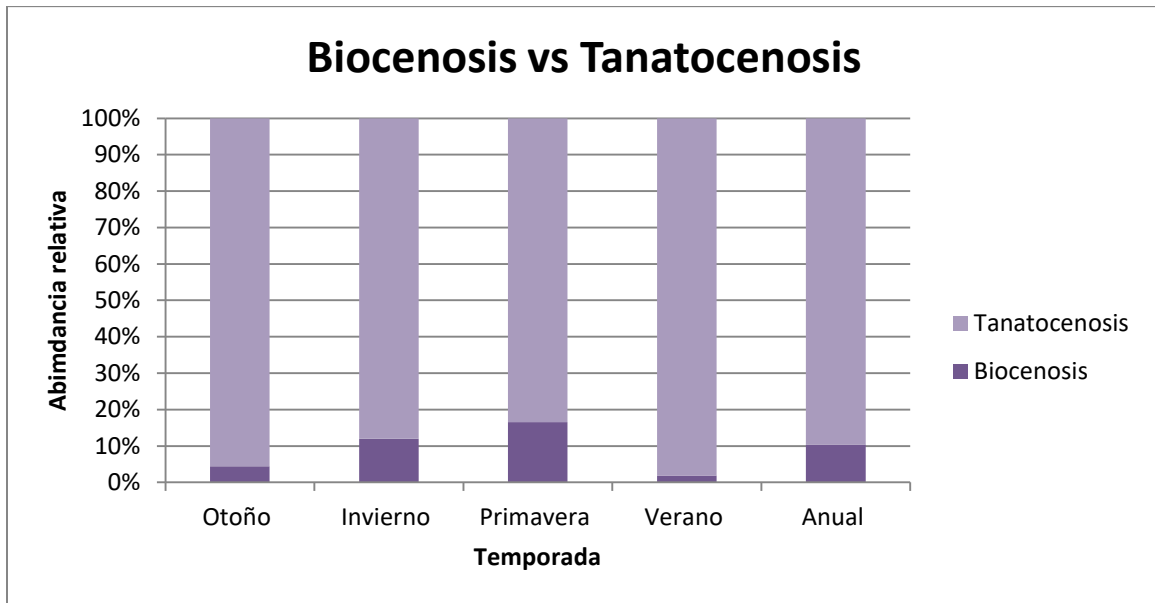


Figura 31.- Abundancia de biocenosis vs tanatocenosis por temporada.

La proporción entre biocenosis y tanatocenosis también varió en cuestión espacial, tanto el transecto exterior como el interior presentaron cerca de 11% de biocenosis mientras que el interior apenas un 5% (figura 32) Esto puede deberse a que el transecto interior se ve más afectado por el efecto de la marea, patrones de circulación, concentración de materia orgánica o la competencia por alimento (Hayward et al, 1996; Debenay & Guillou, 2002).

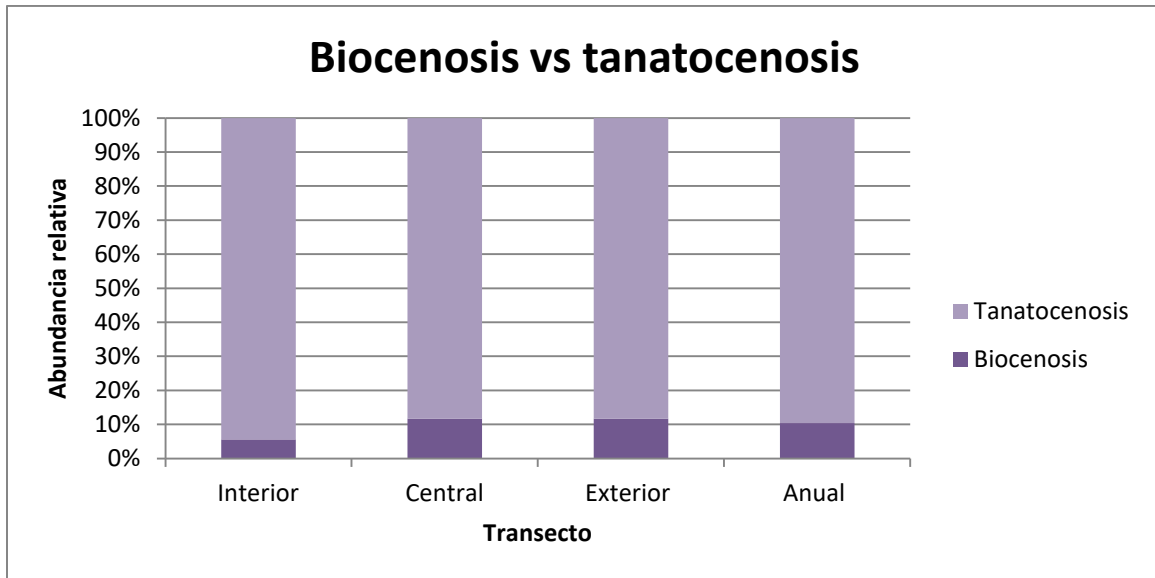


Figura 32.- Abundancia de biocenosis vs tanatocenosis por transecto.

Berkeley *et al.*, (2008) mencionan que comparar las comunidades de biocenosis y tanatocenosis permite ver las posibles pérdidas de la fauna original u observar especies introducidas por otros ambientes adyacentes. En el caso de nuestra zona de estudio descartamos la segunda opción, ya que todas las especies vivas también fueron registradas en la tanatocenosis. Sin embargo, en el caso de la pérdida de fauna original destaca que de la biocenosis se registraron únicamente 18 especies mientras que para tanatocenosis 38. Estas 38 especies de tanatocenosis son una acumulación de organismos desde varias décadas atrás hasta semanas antes del muestreo (conocido como promediado temporal), todos los cambios en las condiciones ambientales que ha presentado la zona traen como consecuencia la aparición o desaparición de especies. Las especies no presentes en la biocenosis se muestran a continuación en la tabla XXX.

Tabla XXX: Abundancia de especies “pérdidas” para el ciclo anual.

Especie	Abundancia total
<i>Anomalinoidea sp.</i>	2
<i>Bolivina sp 3</i>	5
<i>Bolivina sp4</i>	4
<i>Bulimina denudata</i>	12
<i>Cancris sp</i>	7
<i>Criboelphidium tumidum</i>	4
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	19

<i>Cycloforina exsculpta</i>	24
<i>Fissurina sp</i>	5
<i>Fursenkoina pontoni</i>	1
<i>Hanzawaia nitidula</i>	2
<i>Langenosolenia sp.</i>	1
<i>Miliolinella californica</i>	17
<i>Nodulina dentaliniformis</i>	8
<i>Pseudononion japonicum</i>	5
<i>Quinqueloculina compta</i>	7
<i>Quinqueloculina elongata</i>	11
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	14
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	7
<i>Trochammina sp</i>	32

### Tipo de testas

Los organismos que presentaron mayor abundancia en la zona fueron con testa tipo hialina, seguidos por porcelanados y aglutinados tanto en la biocenosis como en la tanatocenosis (Figura 33).

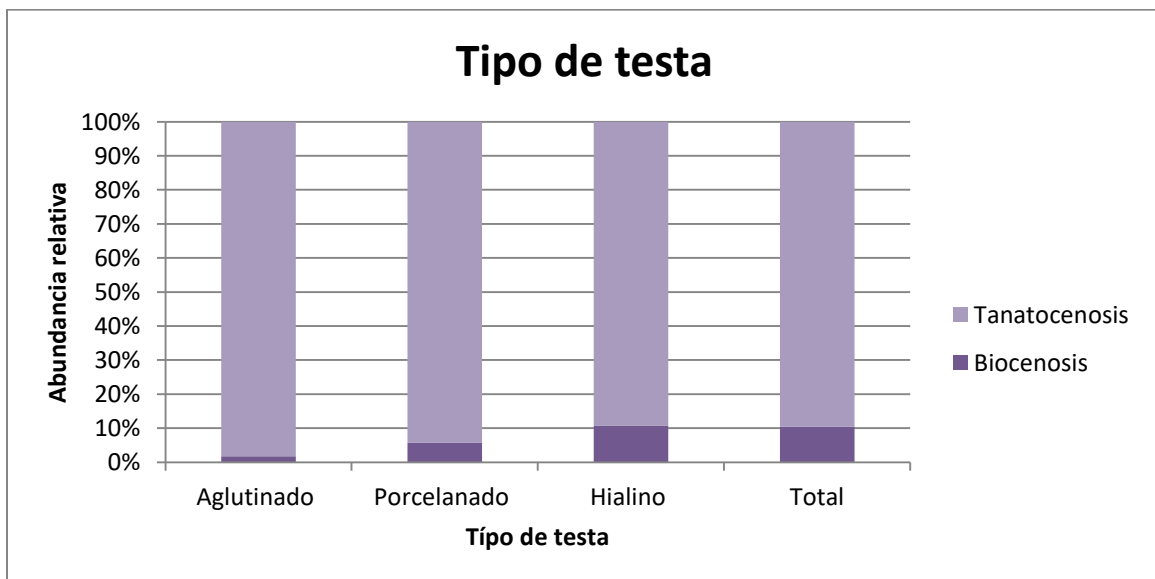


Figura 33.- Abundancia de organismos por tipo de testa tanatocenosis vs biocenosis.

La clasificación por tipo de testa nos muestra que la abundancia de organismos hialinos constituye más del 98% en el caso de la biocenosis: cerca del 95% en la tanatocenosis y el 95% en el total general (Figura 34). De acuerdo a Berkeley *et al.*, (2008), las asociaciones de biocenosis son una aproximación para diferenciar distintos ambientes marinos. El alto golfo de California presenta salinidades hipersalinas, y de acuerdo a la abundancia por tipo de testa es posible clasificar el ambiente como ambiente marino o hipersalino de acuerdo a Murray (2006).

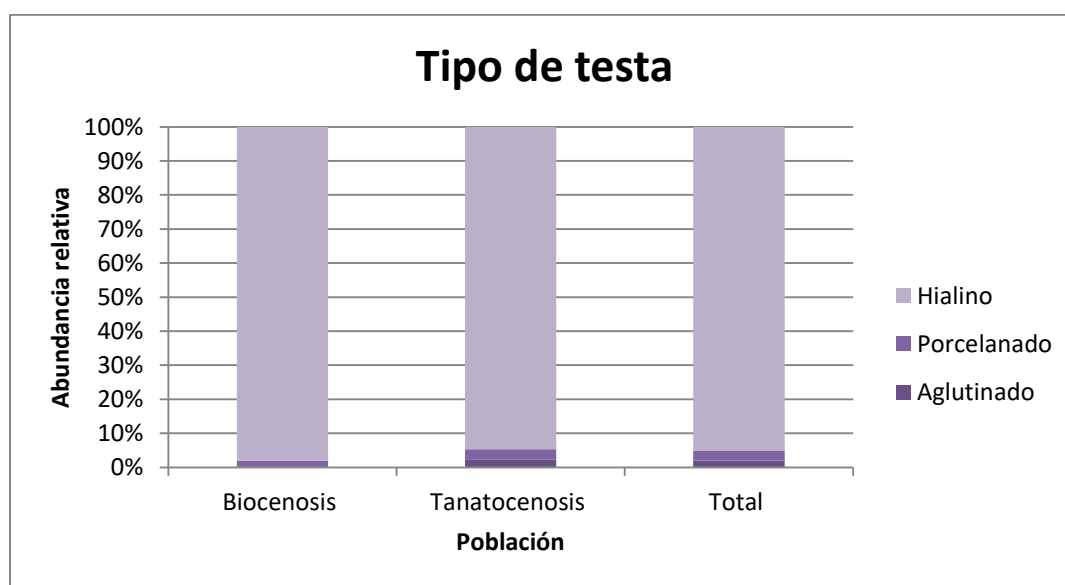


Figura 34: Abundancia de organismos por tipo de testa.

Las 20 especies que se encuentran presentes únicamente en la tanatocenosis se clasificaron de acuerdo a su tipo de testa. De esta forma podemos apreciar que el mayor porcentaje de organismos ausentes en la biocenosis pertenece a los porcelanados (Tabla XXXI y figura 35), este tipo en conjunto a los organismos hialinos son abundantes en condiciones hipersalinas u oceánicas, condiciones se sabe están presentes en la zona de alto golfo desde ya hace varias décadas. (Calogne *et al.*, 2001; Murray, 2006)

Tabla XXXI: Tipo de testa de las especies perdidas.

Tipo de testa	Abundancia total	Abundancia relativa
Aglutinado	42	22.46
Hialino	65	34.76
Porcelanado	80	42.78

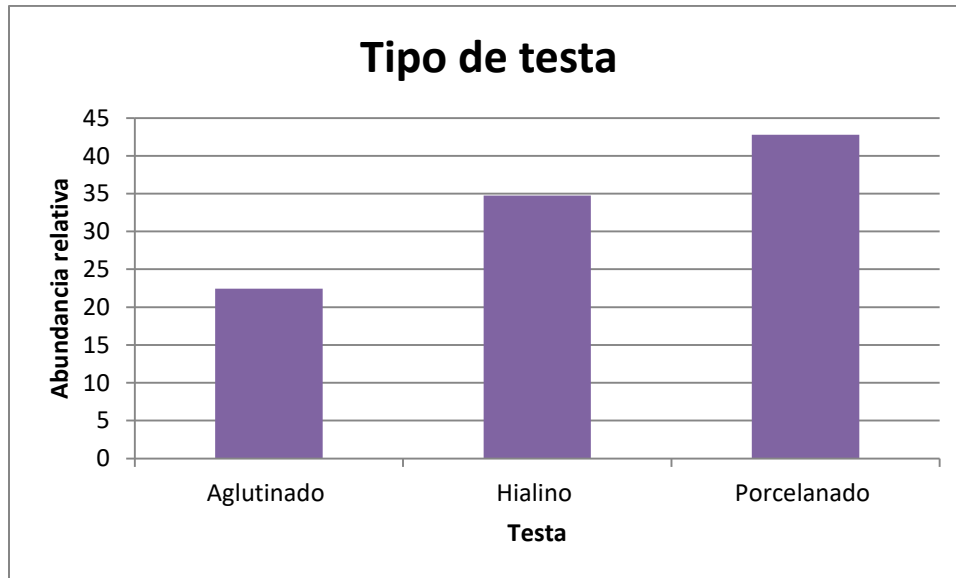


Figura 35: Abundancia por tipo de testa de las especies “pérdidas” en la tanatocenosis no presentes en la biocenosis.

Especies aglutinadas presentes

Las especies aglutinadas se consideran un indicador de la presencia de agua dulce (Bernal *et al.*, 2008). Temporalmente la estación con mayor abundancia de organismos aglutinados fue invierno seguido de primavera, las estaciones de otoño y verano no presentaron ningún individuo aglutinado (Figura 36).

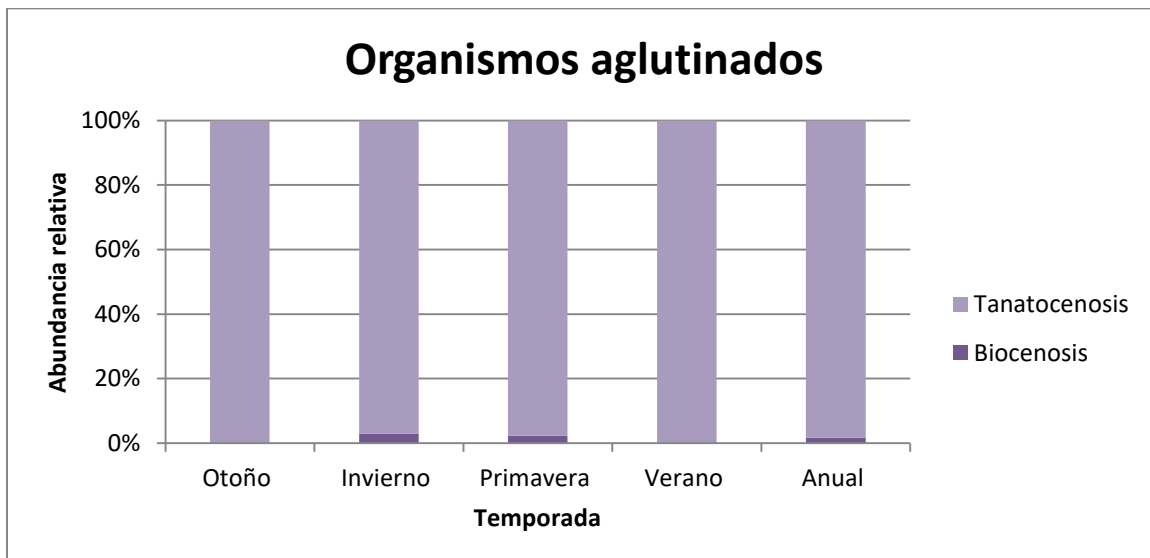


Figura 36: Abundancia de especies aglutinadas por temporada.

Espacialmente el transecto exterior fue el que presentó mayor abundancia de organismos de este tipo, el transecto central no presentó ningún individuo (Figura 37).

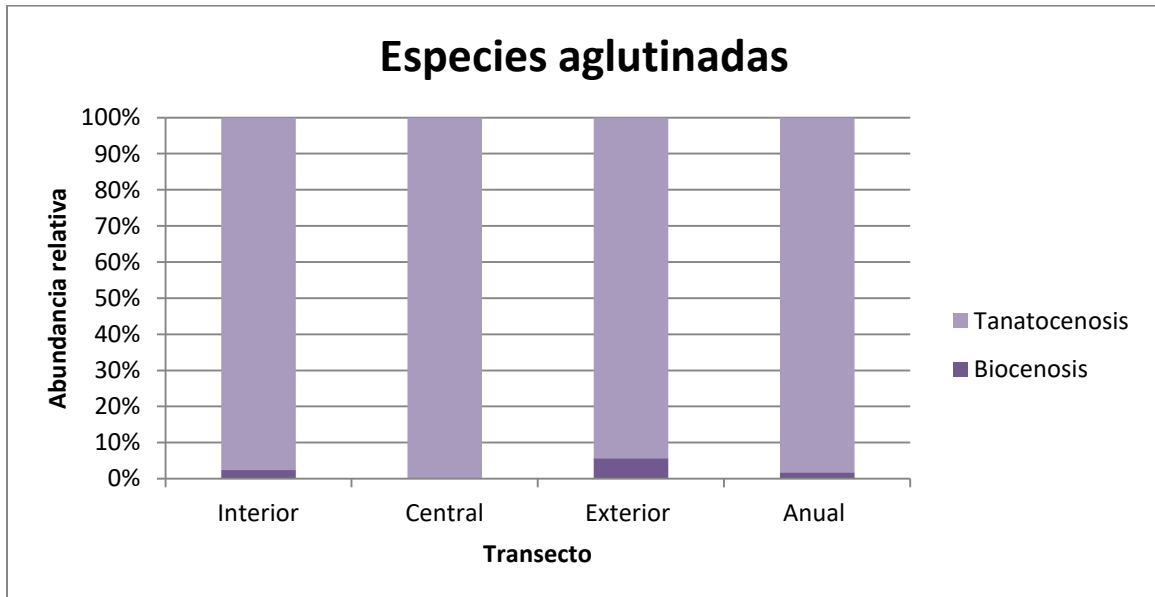


Figura 37: Abundancia de especies aglutinadas por transecto.

### Índices ecológicos

Los valores obtenidos para las comunidades de biocenosis y tanatocenosis fueron distintos. La comunidad de biocenosis presenta valores correspondientes a la comunidad al momento del muestreo, mientras que el estudio de la comunidad de tanatocenosis se orienta a un promediado temporal de un conjunto de generaciones que han habitado la zona.

El índice Shannon-Weaver muestra que la comunidad de tanatocenosis es más diversa que la de biocenosis, porque encontramos un mayor número de especies, sin embargo considerado el promediado temporal de la tanatocenosis, las especies involucradas son una acumulación y no corresponden a un momento fijo del tiempo, es decir, no es posible conocer si todas las especies registradas coexistieron al mismo tiempo o no. (Magurran, 1988).

El índice de Simpson muestra que en el caso de la tanatocenosis la dominancia de especies es más marcada que en el caso de la biocenosis, sin embargo para ambos casos tenemos las mismas tres especies dominantes en ambas comunidades, estas especies son conocidas por su gran adaptabilidad, por esto mismo aún a pesar de los cambios ambientales permanecen en la zona (Moreno, 2001).

El índice de Pielou muestra que ambas comunidades tienen condiciones similares en cuanto a la equitatividad de la distribución de sus individuos entre las especies, sin embargo, como se ha mencionado la tanatocenosis corresponde a un conjunto de generaciones de organismos por lo que no es posible comprobar que todo el tiempo haya existido esta misma relación con presencia de especies dominantes. (Moreno, 2001).

## **8.- Conclusiones**

El estudio de comunidades bentónicas y en especial de microorganismos como el caso de los foraminíferos es de gran importancia y practicidad, puesto que con una cantidad muy pequeña de muestra se puede obtener una gran información, como lo que hemos mostrado en este trabajo, en el cual la comunidad de foraminíferos bentónicos correspondiente al ciclo 2016-2017 indica que la zona del alto golfo de California presenta características marinas o hipersalinas, lo que se comprueba al analizar los valores de salinidad registrados.

La comunidad de tanatocenosis presenta mayor diversidad, dominancia y equitatividad que la de biocenosis, ya que existe una mayor abundancia y riqueza de especies en ésta en comparación con la biocenosis. Sin embargo las especies dominantes para ambas comunidades son las mismas.

La comunidad de foraminíferos del alto golfo de California únicamente presentó diferencias significativas estacionalmente para el caso de la biocenosis en la estación de verano, ya que es la única temporada donde los datos estadísticos permiten afirmarlo. Especialmente no existieron diferencias significativas ni para biocenosis ni para tanatocenosis.

La mayor abundancia y riqueza para biocenosis fue registrada en primavera, estación en la cual se presentaron temperaturas 16-19 grados y salinidades 36-40; mientras que las menor en verano temporada del año con la menor salinidad y la mayor temperatura registradas.

La temperatura es el factor ambiental que puede estar influenciando en mayor medida la distribución de foraminíferos en el alto golfo de California (a mayor temperatura menor abundancia). Mientras que la salinidad no muestra un efecto directo sobre la misma.

La presencia de organismos aglutinados en las comunidades de biocenosis y tanatocenosis en la zona puede indicar la presencia de agua dulce procedente de pulsos de agua liberados desde el río Colorado

## **9.- Recomendaciones**

Realizar un muestreo por lo menos un día de cada mes para disminuir el error estacional. Además medir otras variables importantes como el tipo de sedimento, y el carbono orgánico, para ampliar el conocimiento de la comunidad y su relación con el ambiente.

## 10.- Referencias

- Alvarez-Borrego, S. & Galindo, L. (1975) Hidrología del alto Golfo de California I. Condiciones durante Otoño. California Cooperative oceanic fisheries investigations.
- Alve, E. y Goldstein, S. (2003) Propagule transport as a key method of dispersal in benthic foraminifera (Protista). *Limnol. Oceanogr.* 48(6), 2136-2170.
- Bakus, Gerald J. (2007) Quantitative analysis of marine biological communities: field biology and environment. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 435 p.
- Berkeley, A., Perry., C.T., Smithers, S.G. y Horton, B. P. (2008). The spatial and vertical distribution of living (stained) benthic foraminifera from a tropical, intertidal environment, north Queensland, Australia. *Marine Micropaleontology* 69. 240-261.
- Bernal, G., Ruiz-Ochoa, M., Piedrahita, M.T. y Restrepo, E. (2008) Foraminíferos en los sedimentos superficiales del sistema lagunar de Cispatá y la interacción río sinú-mar Caribe Colombiano. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, núm. 23, pp. 5-20.
- Bouchet, V.M.P., Alve, E., Rygg, B. y Telford, R.J. (2012) Benthic foraminifera provide a promising tool for ecological quality assessment of marine waters. *Ecological Indicators*. 23. 66-75 pp.
- Boudreau, R.E.A., Patterson, R.T., Dalby, A.P. y McKillop, W.B. (2001) Non-marine occurrence of the foraminifer *Criboelphidium Gunteri* in northern lake Winnipegosis, Manitoba, Canadá. *Journal of Foraminiferal Research*, v. 31, no. 2, p. 108-119.
- Calonge, A., Caus, E. & García, J. (2001) Los Foraminíferos: Presente y Pasado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (92). 144-150 pp. ISBN: 1132-9157.
- Carbajal, N.; Souza, A. & Durazo, R. (1997) A numerical study of the ex-ROFI of the Colorado River. *Journal of marine systems*. 12. Pp.17- 33
- Carriquiry, J. & Sánchez, A. (1999) Sedimentation in the Colorado River delta and Upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. *Marine Geology*. *Marine Geology* 158. Pp.125-145
- Celis – Gutiérrez, S. (1986) Interpretación paleoambiental de los depósitos marinos litorales pleistocénicos de Punta Chueca, Sonora. *Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista*, vol. 6, núm. 2, p. 259-268

- Dabrio, Cristino J. (1984) Sedimentación en costas siliciclásticas, deltas y mares someros. In Sedimentación fluvial / M. Díaz Molina. Sedimentación lacustre / P. Anadón Monzón. Sedimentación en costas siliciclásticas, deltas y mares someros / C. J. Dabrio González. Ciclo de seminarios de sedimentología - IGME (1). Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria y Energía, Madrid, pp. 131-191. ISBN 84-7474-237-4
- Debenay, J.P., (2002) Ecological factors acting on the macrofauna in mangrove swamps: the case of foraminiferal assemblages in French Guiana. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 509-533.
- Debenay, J.P. and Guillou J.J. (2002) Ecological Transitions Indicated by Foraminiferal Assemblages in Paralic Environments. *Estuaries*. Vol. 35. No. 6A, p. 1107-1120.
- Debenay, J.P., Beck, B., Duleba, W., Bonetti, C. y Eichler-Coelho, P. (1998) Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons. *Marine Micropaleontology*. Vol. 35, Ed. 1-2. P. 67-89.
- Hayward, B.W., Grenfell, H., Cairns, G. y Smith, A. (1996). Environmental controls on benthic foraminiferal and Thecamoebian associations in a New Zealand tidal inlet. *Journal of the Royal Microscopical Society*, 306-336 pp.
- IIP (2014) México y EE.UU. se beneficiaran de descarga de agua de una presa en la frontera. Oficina de Programas de Información internacional (IIP) del Departamento de Estado de Estados Unidos.
- Kowalewski, M., Flessa, K.W. & Aggen, J.A. (1994) Taphofacies analysis of recent shelly cheniers (beach ridges), northeastern Baja California, Mexico. *Facies* 31: 209
- Lipps, J.H; Berger, W. H; Bruzas, M. A; Douglas R.G & Ross C. A. (1979) Foraminiferal Ecology and Paleoecology. *Society of Economic Paleontologist and Mineralogists*. USA. 187 p.
- Magurran, A.E. (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton University. New Jersey, 179 pp.
- Millán, R.; Santamaría del Ángel, E.; Cajal, R.; Barocio, L. & Alcides O. (1999) El Delta del Río Colorado: Un ecosistema con alta productividad primaria. *Ciencias Marinas*. Vol. 25. Núm. 4. Diciembre. Pp. 509-524
- Moreno, C.E. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. M&T –Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- Murray, J.W. (1973) *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*. Heinemann, London. 288 pp.
- Murray, J.W. (2001) The niche of benthic foraminifera, critical thresholds and proxies. *Marine Micropaleontology*. Vol. 41, Ed. 1-2, 1-7 p.
- Murray, J.W. (2006) *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. New York. 426 pp.
- Páez, M.; Zúñiga, O.; Valdés, J. & Ortlieb, Luc. (2001) Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos micróxicos de la bahía Mejillones del Sur. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 36. Núm. 2. Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, Chile. 123-133 pp.
- Pardo, A. & Camara, N. (2007) Foraminíferos, los legionarios del océano invisible. *Inmersión*. Núm. 88, 22-29 pp.
- Phleger, F.B. (1960). *Ecology and Distribution of Recent Foraminifera*. Johns Hopkins Press, Baltimore. 297 pp.
- Quiroz, G. (2008) *Sociedad, pesca y conservación en la reserva de la biosfera del alto golfo de California y delta del Río Colorado*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La paz, México 143 p.
- Rivera, E. & Cortés, I. (2007) *Valoración económica de la actividad recreativa en el Río Colorado*. *Región y Sociedad*. Vol XIX. No. 40. 147-150 pp. ISBN: 1870-3925
- Samaniego, M. (2008) *El Río Colorado como factor histórico. La necesidad de estudiar la relación tierra/agua*. *Frontera Norte*. Vol. 20. Núm. 40. 49-51 pp.
- Santa Rosa-del Río M., Ávila, G., Téllez-Duarte, M., Gonzalez-Yajimovich, O., Cupul, L. (2011) *Distribución y abundancia de tanatocenosis de foraminíferos bentónicos submareales en el delta del río Colorado*. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. Vol. 63. Núm. 3, 445-458 pp.
- Santa Rosa-del Río, M. (2013) *Foraminíferos bentónicos como indicadores de la ecología y paleoecología del delta del Río Colorado*. Tesis de Doctorado Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México. 94 p
- Toyofuku, T., Suzuki, M., Suga H., Sakai, S., Ishikawa, T., Jan de Nooijer, L., Shiebel, R., Kawahata, H. y Kitazato, H. (2011). Mg/Ca and  $\delta^{18}\text{O}$  in the brackish shallow-water benthic foraminifer *Ammonia* 'beccarii'

- Valdez, C. (2010) Distribución y abundancia de juveniles de totoaba (*Totoaba macdonaldi*: Gilbert, 1891), en relación con las variables ambientales en el alto golfo de california y del delta del Río Colorado. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, México 73 p.
- Walton, W.R. (1952) Techniques for the recognition of living foraminifera: Cushman Found. Foram. Research, Contr., V. 3 pt. 2, 56 – 60 pp.

## 11.- Anexos

Otoño

Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Total
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	0	0	0	0	70	86	74	84	108	134	83	85	724
<i>Ammonia sp.</i>	0	0	0	0	0	13	17	4	0	5	4	8	51
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	0	0	0	0	1	2	0	22	0	0	3	1	29
<i>Anomalinooides sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sp 1</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7
<i>Bolivina sp 3</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Bolivina sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bucella tenerrima</i>	0	0	0	0	17	28	14	12	36	25	14	22	168
<i>Bulimina denudata</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Bulimina marginata</i>	0	0	0	0	0	9	1	1	1	0	0	1	13
<i>Buliminela elegantissima</i>	0	0	0	0	13	20	2	4	1	0	0	0	40
<i>Cancris sp</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Criboelphidium excavatum</i>	0	0	0	0	89	80	64	84	102	86	110	129	744
<i>Criboelphidium gunteri</i>	0	0	0	0	23	11	49	33	6	20	28	4	174
<i>Criboelphidium incertum</i>	0	0	0	0	11	0	5	0	0	0	0	0	16
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	5
<i>Criboelphidium spinatum</i>	0	0	0	0	0	1	5	3	4	8	3	11	35
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	0	0	0	0	9	9	7	12	15	6	11	12	81
<i>Criboelphidium tumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina sp</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Fursenkoina pontoni</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hanzawaia nitidula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Langenosolenia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella californica</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
<i>Nonioella atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella basispinata</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	2	1	2	0	11
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella stella</i>	0	0	0	0	2	11	0	2	5	0	6	1	27
<i>Quinqueloculina compta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina elongata</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	8

<i>Quinqueloculina exsculpta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i>	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	5
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	0	0	0	0	0	5	14	2	2	0	0	2	25
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	7
<i>Reophax dentaliniformis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rosalina sp</i>	0	0	0	0	36	12	34	38	21	15	37	31	224
<i>Trochammina sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	0	0	0	0	301	303	302	301	303	300	302	308	2420

Invierno

Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Total
<i>Ammonia beccarii</i>													
<i>parkinsoniana</i>	91	64	7	8	95	169	88	159	98	156	97	120	1152
<i>Ammonia sp.</i>	0	7	0	0	0	6	0	9	0	0	0	0	22
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	3	1	0	0	38	3	2	0	0	4	0	14	65
<i>Anomalinoidea sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Bolivina sp 1</i>	0	0	0	0	3	2	1	1	0	0	0	1	8
<i>Bolivina sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sp4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Bucella tenerrima</i>	3	4	0	0	15	15	26	6	1	6	4	14	94
<i>Bulimina denudata</i>	0	0	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	9
<i>Bulimina marginata</i>	2	2	0	0	3		5	3	3	4	3	0	25
<i>Buliminella elegantissima</i>	2	0	0	0	2	1	4	0	2	0	2	5	18
<i>Cancris sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Criboelphidium excavatum</i>	75	10	5	0	79	36	70	62	88	76	100	64	665
<i>Criboelphidium gunteri</i>	12	26	0	0	8	23	13	8	12	9	0	5	116
<i>Criboelphidium incertum</i>	7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	9
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Criboelphidium spinatum</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	5	0	10
<i>Criboelphidium spinatum var.</i>													
<i>Translucens</i>	5	1	0	0	14	14	37	24	18	7	9	22	151
<i>Criboelphidium tumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hanzawaia nitidula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Langenosolenia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella californica</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
<i>Nonioella atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Nonionella basispinata</i>	10	3	0	0	2	0	0	0	5	2	1	0	23
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella stella</i>	5	3	0	0	5	0	5	3	3	1	6	14	45
<i>Quinqueloculina compta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina elongata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Quinqueloculina exsculpta</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i>	5	5	0	0	0	3	0	3	1	0	1	0	18
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	6	11	0	0	3	1	3	4	4	0	4	6	42
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reophax dentaliniformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosalina sp</i>	72	18	2	4	36	29	38	40	62	34	67	37	439
<i>Trochammina sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>302</b>	<b>156</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>311</b>	<b>303</b>	<b>303</b>	<b>323</b>	<b>300</b>	<b>302</b>	<b>301</b>	<b>302</b>	<b>2929</b>

## Primavera

Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Total
<i>Ammonia beccarii parkinsoniana</i>	78	135	162	94	137	22	12	241	24	89	176	31	1201
<i>Ammonia sp.</i>	3	0	7	2	11	1	0	5	4	6	0	0	39
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	6	4	7	2	0	1	0	3	0	0	1	1	25
<i>Anomalinoidea sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sp 1</i>	0	2	2	2	11	0	0	0	1	2	4	2	26
<i>Bolivina sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sp4</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Buccella tenerrima</i>	6	10	1	10	15	2	2	1	0	1	2	0	50
<i>Bulimina denudata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bulimina marginata</i>	4	2	4	1	6	0	0	1	0	0	4	0	22
<i>Buliminella elegantissima</i>	0	20	3	0	14	0	0	2	0	0	2	0	41
<i>Cancris sp</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Criboelphidium excavatum</i>	78	80	61	105	66	3	0	22	3	8	70	0	496
<i>Criboelphidium gunteri</i>	4	0	0	6	16	0	0	0	0	2	0	0	28
<i>Criboelphidium incertum</i>	6	3	5	0	0	1	0	2	0	0	5	1	23
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	2	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	0	7
<i>Criboelphidium spinatum</i>	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	4
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	11	15	9	26	38	1	0	5	0	0	6	1	112
<i>Criboelphidium tumidum</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Fissurina sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hanzawaia nitidula</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Langenosolenia sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Miliolinella californica</i>	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	2	0	8
<i>Nonioella atlantica</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
<i>Nonionella basispinata</i>	12	1	3	1	0	0	0	0	0	0	7	0	24
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	5
<i>Nonionella stella</i>	4	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	10
<i>Quinqueloculina compta</i>	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	2	0	6
<i>Quinqueloculina elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina exsculpta</i>	9	2	4	3	0	0	0	1	0	0	1	0	20
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i>	6	4	4	8	1	1	0	2	0	3	9	0	38
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	6
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	3	2	0	8	2	0	0	0	0	0	1	1	17
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reophax dentaliniformis</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	4
<i>Rosalina sp</i>	43	24	25	42	12	3	1	10	1	2	46	0	209
<i>Trochammina sp</i>	0	1	4	1	0	2	0	0	2	0	1	3	14
<b>Total</b>	<b>277</b>	<b>308</b>	<b>306</b>	<b>332</b>	<b>334</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>304</b>	<b>36</b>	<b>117</b>	<b>348</b>	<b>40</b>	<b>2455</b>

Verano

Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Total
<i>Ammonia beccarii</i>													
<i>parkinsoniana</i>	33	0	1	0	126	4	5	39	23	3	19	0	253
<i>Ammonia sp.</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	0	0	0	0	6	0	1	1	1	1	1	0	11
<i>Anomalinoidea sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sp 1</i>	0	0	0	1	7	0	1	0	0	0	0	0	9
<i>Bolivina sp 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bolivina sp4</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bucella tenerrima</i>	2	0	0	0	8	0	1	2	1	0	0	0	14
<i>Bulimina denudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bulimina marginata</i>	0	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0	0	7
<i>Buliminella elegantissima</i>	2	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Cancris sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Criboelphidium excavatum</i>	31	1	0	0	104	0	5	6	7	1	25	0	180
<i>Criboelphidium gunteri</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Criboelphidium incertum</i>	0	0	0	1	15	0	0	0	1	0	0	0	17
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Criboelphidium spinatum</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Criboelphidium spinatum var. Translucens</i>	3	0	2	0	3	0	1	0	0	0	1	0	10
<i>Criboelphidium tumidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fissurina sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fursenkoina pontoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hanzawaia nitidula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Langenosolenia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miliolinella californica</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nonioella atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nonionella basispinata</i>	3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	7
<i>Nonionella parkinsoniana</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Nonionella stella</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Quinqueloculina compta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quinqueloculina exsculpta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Quinqueloculina lamarkiana</i>	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	6
<i>Quinqueloculina poeyana</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Quinqueloculina sp 1</i>	2	0	0	0	10	0	0	3	0	0	1	0	16
<i>Quinqueloculina sp 2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reophax dentaliniformis</i>	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Rosalina sp</i>	9	0	0	0	26	0	3	2	2	0	2	0	44
<i>Trochammina sp</i>	4	2	1	5	0	4	2	0	0	0	0	0	18
<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>338</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>629</b>

