



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL
POSTGRADO EN ECOLOGÍA



TESIS DOCTORAL

**DINÁMICA DEL MICROFITOBENTOS Y SU RELACIÓN
ECOLÓGICA CON EL PLANCTON DE LA ZONA COSTERA
CENTRAL DE VENEZUELA**

Presentada ante la ilustre Universidad Central de Venezuela
por el M.Sc. Carlos Julio Pereira Ibarra, para optar al
título de Doctor en Ciencias, mención Ecología

TUTORA:
Dra. Evelyn Zoppi De Roa

CARACAS, ABRIL DE 2019



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Comisión de Estudios
de Postgrado

VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar la Tesis Doctoral presentada por el **Magíster CARLOS JULIO PEREIRA IBARRA**, cédula de identidad N° 17.400.224, bajo el título “**DINÁMICA DEL MICROFITOBENTOS Y SU RELACIÓN ECOLÓGICA CON EL PLANCTON DE LA ZONA COSTERA CENTRAL DE VENEZUELA**”, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **DOCTOR EN CIENCIAS, MENCIÓN ECOLOGÍA**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 09 de abril de 2019 a las 10:00 a.m. para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que este hizo en el Instituto de Zoología y Ecología Tropical mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **Aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por el autor, conforme a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado constituye uno de los pocos estudios que se han realizado en el país sobre el tema, y el primero en la costa oeste del Edo. Miranda. Además, no sólo se limitó a la descripción de la comunidad del microfitobentos, sino también que caracterizó otras comunidades más, identificando más de 900 especies en la región de

estudio y realizando un importante aporte al conocimiento de la dinámica ecológica de las cinco comunidades estudiadas.

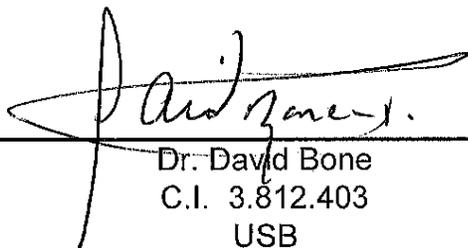
En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 09 días del mes de abril del año 2019, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado. Se deja constancia de que actuó como Coordinadora del jurado la Dra. Evelyn Zoppi.



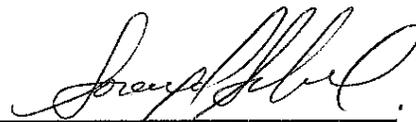
Dr. Ernesto González
C.I. 5.964.571
UCV



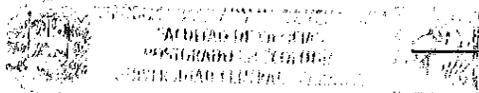
Dra. María Eugenia Grillet
C.I. 5.768.612
UCV



Dr. David Bone
C.I. 3.812.403
USB



Dra. Soraya Silva
C.I. 5.584.384
IVIC



Dra. Evelyn Zoppi
C.I. 1.877.100
UCV



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
POSTGRADO EN ECOLOGÍA
UNIVERSIDAD CENTRAL CARACAS



hd

RESUMEN

El microfitobentos es una comunidad que agrupa a los organismos fotosintéticos que colonizan el sustrato bentónico. Estas microalgas y cianobacterias tienen gran relevancia para los ecosistemas marinos y costeros, debido a su alta productividad y a que son una fuente de alimento importante para los organismos que habitan los fondos. En Venezuela, este grupo ha sido escasamente estudiado y se desconoce su interacción con otros organismos, por lo cual se planteó analizar la relación ecológica, composición, abundancia y variaciones espaciales y temporales del microfitobentos, el microfitoplancton, el meiobentos y el zooplancton con las condiciones ambientales de la zona costera ubicada entre Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda. Los muestreos fueron realizados mensualmente desde junio de 2014 hasta marzo de 2015. Para la captura del fitoplancton y el zooplancton, se realizaron arrastres horizontales con redes cónicas. Las muestras bentónicas se obtuvieron con el uso de un muestreador cilíndrico. Adicionalmente, se realizó un muestreo especial para evaluar la diferenciación espacial del microfitobentos a escalas disímiles. La identificación y conteo de las microalgas y cianobacterias se realizó por el método de Utermöhl y del zooplancton en una cámara de Bogorov. Para el análisis de los resultados, se hicieron pruebas de hipótesis y se aplicaron análisis multivariados para conocer las relaciones de las diferentes comunidades. Como resultado, se obtuvo que la zona evaluada presenta unas condiciones ambientales en las que dominan dos épocas: lluvia y sequía, que condicionan la variación temporal de las variables estimadas. El microfitobentos presentó una riqueza de 327 especies, dominada por las diatomeas y dinoflagelados, sin variaciones espaciales y temporales notables. En términos de abundancia, el grupo más representativo fue el de las diatomeas, seguido por las cianobacterias. La zona presentó una variabilidad temporal en la que se alcanzaron las densidades mayores entre julio y agosto, mientras que el resto de los meses presentaron abundancias similares. Sin embargo, en términos generales se obtuvo una abundancia alta en todos los muestreos que junto a la riqueza, le confiere a la zona una biodiversidad alta durante todo el año. El

microfitoplancton tuvo una representación de 343 especies, con la riqueza y abundancia más baja en la época de lluvias, la cual aumentó progresivamente hasta alcanzar la riqueza mayor en los meses de surgencia costera. Se evidencian cambios temporales en la estructura de esta comunidad, relacionados con el aporte de aguas continentales durante la época de precipitaciones máximas, los procesos de mezcla de las masas de aguas y un ascenso de aguas profundas durante los primeros meses del año. Adicionalmente, se evidencia la ocurrencia de floraciones algales nocivas por la diatomea *R. setigera* y dinoflagelados bentónicos del género *Ostreopsis*. El zooplancton estuvo representado por 121 especies con una representación de 12 phyla, típica de ambientes costeros del mar Caribe. Los organismos más representativos en términos de riqueza fueron los copépodos, cnidarios y decápodos. Temporalmente, se observó que la abundancia presentó sus máximos entre junio y septiembre y sus mínimos entre febrero y marzo. La meiofauna mostró una riqueza mayor que la del zooplancton, con dominancia de copépodos y foraminíferos, seguido de los cnidarios y moluscos. Temporalmente, se encontró un patrón similar al observado en la comunidad zooplanctónica pero con variaciones más sutiles. Espacialmente, la riqueza de especies no mostró diferencias entre las tres zonas establecidas. En cuanto a la abundancia, hubo mayor representación de los foraminíferos, seguido de los nemátodos y moluscos. Finalmente, se identificaron 119 especies de macroalgas, dominadas por el Phylum Rhodophyta, seguidas por las Ochrophyta, con un comportamiento bimodal, similar al meiobentos. Resalta la presencia de algunas especies de macroalgas indicadoras de surgencia costera y una disminución de la diversidad durante la época de máximas precipitaciones. En cuanto a las relaciones entre las comunidades, a pesar que el fitoplancton y el microfitobentos comparten 150 especies, poseen especies características de cada comunidad con patrones de distribución diferentes. El resto de las comunidades presentaron mayor relación en función del compartimiento donde habitaban.

Palabras claves: ecología marina, microfitobentos, microfitoplancton, zooplancton, meiobentos.

DEDICATORIA

*A mi esposa María Virginia
y a mis padres Julio César y Gladys Ilies.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle inmensamente a la Dra. Evelyn Zoppi de Roa de la Universidad Central de Venezuela, quien además de ser la tutora de mi tesis doctoral, fue una madre, que con sus consejos me enseñó cosas valiosas de vida, no he conocido a nadie con un espíritu tan joven como el de ella.

Debo agradecer a PDVSA Intevep, mi sitio de trabajo por más de 10 años y a la Planta de Distribución Carenero, quienes mediante el proyecto ATE Comercio y Distribución Venezuela, el cual tuvo entre sus actividades, el estudio de variables ambientales de la zona marina y costera adyacente a la Planta de Distribución Carenero, por la ocurrencia de intoxicaciones masivas en la zona, financiaron esta investigación.

El apoyo logístico para realizar las salidas de campo fue brindado por la Planta de Distribución Carenero, quien puso a disposición de este estudio una embarcación tipo peñero con motor fuera de borda y el personal necesario para realizar los muestreos. Gracias al Gerente de la Planta Miguel Suñer, Thayvev Sulbarán, los buzos y marinos del muelle Carenero y en especial a nuestro capitán Uvencio Hurtado.

La identificación de los componentes biológicos se realizó en los laboratorios de Ecotoxicología de la Gerencia de Ambiente de PDVSA Intevep, el de Plantas no Vasculares de la Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser de la Universidad Central de Venezuela y el de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton) del Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Universidad Central de Venezuela. Los análisis de las variables fisicoquímicas se realizaron con equipos de los laboratorios de Ecotoxicología y Química Ambiental de PDVSA Intevep. Gracias a todas las personas que trabajan en estos espacios de generación de conocimientos.

A mis tesistas: María Angélica Crespo y Alan Fernández, ya unos profesionales de la

biología, quiénes fueron un gran apoyo no solo en los muestreos y análisis de muestras sino que dieron grandes aportes durante el proyecto.

A mis profesores y amigos: Joxmer Scott, Rubén Torres, Luis Troccoli, Fabiola López, Chiara Facca, Tamara Cibic, Estrella Villamizar, Mayra García, Edie Montiel, Santiago Gómez y Ernesto González, por sus sabios aportes durante el análisis de las muestras, la revisión del proyecto y este manuscrito.

Al postgrado de Ecología, sus profesores y en especial a Herminia Daboin, quien es el brazo fundamental para el funcionamiento del mismo; además de su amistad, siempre me brindó una solución para cada situación.

A mis compañeros de trabajo y amigos: Vanessa Hernández, Carolina Peña, José García, Nihumar Adames, Juan Figueras, Alberto Espinoza, Enrique Chacón, Enrique Abreu, María Virginia Barrios, Yesi Cardona, quienes fueron mis aliados y cómplices durante las campañas de muestreo y análisis en campo. A Anyoelis Castillo por su apoyo en la elaboración de los mapas.

A mis supervisores laborales: Gabriel Yannotta, Francisco Guerra y José Acosta por darme el tiempo para llevar a cabo mis estudios de doctorado.

No puedo dejar de agradecerle a mi familia, mi bella esposa María Virginia, que es mi compañera de vida, a mis padres: Ilies y Julio y mis hermanos. Gracias por su apoyo y paciencia durante mi ausencia.

¡Millones de gracias a todos!

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes.....	4
OBJETIVOS.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
HIPÓTESIS.....	8
Hipótesis biológica.....	8
Hipótesis estadística.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Área de estudio.....	10
Diseño de muestreo.....	11
Toma de las muestras.....	13
Análisis de las muestras en laboratorio.....	16
Análisis estadístico.....	17
RESULTADOS.....	21
Características ambientales de la zona de estudio.....	21
Temperatura del agua.....	21
Oxígeno disuelto.....	22
Salinidad.....	22
Precipitación.....	23
pH.....	24
Fosfato.....	25
Nitrito.....	26

Nitrato.....	27
Análisis de componentes principales (ACP).....	28
Composición taxonómica y abundancia del microfitobentos.....	30
Composición taxonómica y abundancia del microfitoplancton.....	38
Composición taxonómica y abundancia del zooplancton.....	45
Composición taxonómica y abundancia del meiobentos.....	54
Macroalgas de la zona supralitoral.....	64
Relación de la composición y distribución espacial y temporal del microfitobentos, microfitoplancton, microzooplancton y meiobentos.....	68
Asociación entre las variables ambientales y los componentes del microfitobentos, microfitoplancton, zooplancton y meiobentos.....	72
Distribución del microfitobentos a escalas espaciales diferentes.....	83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	85
CONSIDERACIONES FINALES.....	144
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
ANEXOS.....	192
Anexo 1. Lista de microalgas planctónicas y bentónicas identificadas en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés.....	193
Anexo 2. Lista de especies de animales planctónicos y bentónicos identificados en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés.....	215
Anexo 3. Lista de especies de macroalgas identificadas en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés.....	223

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS ESTIMADAS EN LA ZONA COSTERA DE CHIRIMENA Y PUERTO FRANCÉS EN JUNIO 2014 Y MARZO 2015	16
Tabla 2.	Porcentaje de la varianza total explicada por los componentes del ACP de las variables físicoquímicas	29
Tabla 3.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfitobentónica por especies	74
Tabla 4.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfitobentónica por grupos	75
Tabla 5.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfitoplanctónica por especies	76
Tabla 6.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfitoplanctónica por grupos	77
Tabla 7.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad zooplanctónica por especies	79
Tabla 8.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad zooplanctónica por grupos	80
Tabla 9.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad meiobentónica por especies	81
Tabla 10.	Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la	82

comunidad meiobentónica por grupos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen de la zona marino costera del estado Miranda, mostrando la situación relativa nacional y regional	11
Figura 2.	Mapa del área de estudio, especificando las tres zonas de muestreo	13
Figura 3.	Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del agua de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	21
Figura 4.	Variabilidad espacial y temporal del oxígeno disuelto de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	22
Figura 5.	Variabilidad espacial y temporal de la salinidad de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	23
Figura 6.	Variabilidad temporal de las precipitaciones medias en Caracas y Carenero entre junio 2014 y marzo 2015	24
Figura 7.	Variabilidad espacial y temporal del pH de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	25
Figura 8.	Variabilidad espacial y temporal del fosfato de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	26
Figura 9.	Variabilidad espacial y temporal del nitrito de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	27
Figura 10.	Variabilidad espacial y temporal del nitrato de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	28
Figura 11.	Proyección de las variables fisicoquímicas, definida por los dos primeros componentes del análisis de componentes principales	29
Figura 12.	Riqueza porcentual de las especies de microlagas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés	31
Figura 13.	Variación mensual de la riqueza de las microalgas bentónicas de la	33

zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

- Figura 14. Variación espacial de la riqueza de las microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 34
- Figura 15. Variación mensual de la abundancia media por zona y sustrato de las microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 34
- Figura 16. Variación mensual de la abundancia media de los grupos de microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 36
- Figura 17. Índice de diversidad biológica de Shannon del microfitobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 37
- Figura 18. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia de microalgas bentónicas en los sustratos arenoso y rocoso de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 38
- Figura 19. Riqueza porcentual del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 39
- Figura 20. Variación mensual de la riqueza del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 40
- Figura 21. Variación espacial de la riqueza del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 40
- Figura 22. Variación mensual de la abundancia media del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y 42

	marzo 2015	
Figura 23.	Variación mensual de la abundancia media del microfitoplancton por grupos funcionales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	42
Figura 24.	Índice de diversidad biológica de Shannon del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	43
Figura 25.	Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia de microalgas planctónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	44
Figura 26.	Riqueza porcentual del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	46
Figura 27.	Variación mensual de la riqueza del zooplancton por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	47
Figura 28.	Variación espacial de la riqueza del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	48
Figura 29.	Variación mensual de la abundancia media del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	50
Figura 30.	Variación mensual de la abundancia media del zooplancton por grupos funcionales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	51
Figura 31.	Variación espacial y temporal de la biomasa húmeda zooplanctónica de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015	51
Figura 32.	Índice de diversidad biológica de Shannon del zooplancton de la	52

zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

- Figura 33. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 54
- Figura 34. Riqueza porcentual del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 55
- Figura 35. Variación mensual de la riqueza del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 57
- Figura 36. Variación espacial de la riqueza del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 58
- Figura 37. Variación de la riqueza del meiobentos por tipo de sustrato de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 58
- Figura 38. Variación espacial de la abundancia media del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 60
- Figura 39. Variación mensual de la abundancia media del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 60
- Figura 40. Variación mensual de la abundancia media del meiobentos por grupos funcionales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 61
- Figura 41. Índice de diversidad biológica de Shannon del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 61
- Figura 42. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no 63

paramétrico (NMDS) de la abundancia del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

- Figura 43. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la distribución de las especies de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 66
- Figura 44. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la distribución mensual de las muestras de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 67
- Figura 45. Variación mensual de la riqueza de especies de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 67
- Figura 46. Variación espacial de la riqueza de especies de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 68
- Figura 47. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitoplancton (Fito) y del zooplancton (Zoo) de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 69
- Figura 48. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitoplancton (MFP) y del microfitobentos (MFB) de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 71
- Figura 49. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitobentos (Fito) y el meiobentos (Zoo) de la zona costera entre Chirimena y Puerto 72

Francés entre junio 2014 y marzo 2015

- Figura 50. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y las especies de la comunidad microfítobentónica de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 73
- Figura 51. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfítobentónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 74
- Figura 52. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfítoplanctónica por especies de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 76
- Figura 53. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad microfítoplanctónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 77
- Figura 54. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad zooplanctónica por especies de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 78
- Figura 55. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad zooplanctónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015 79
- Figura 56. Análisis de correspondencia canónica de las variables físicoquímicas y la comunidad meiobentónica por especies de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y 81

marzo 2015

- Figura 57. Análisis de correspondencia canónica de las variables 82
físicoquímicas y la comunidad meiobentónica por grupos de la zona
costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo
2015
- Figura 58. Dendograma de los grupos de muestras del microfitobentos a 83
diferentes escalas espaciales de la zona costera entre Chirimena y
Puerto Francés tomadas en agosto 2015
- Figura 59. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no 84
paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitobentos a escalas
espaciales diferentes de la zona costera entre Chirimena y Puerto
Francés en agosto 2015

INTRODUCCIÓN

El microfitobentos es un término genérico que agrupa a las microalgas eucariotas, cianobacterias y otras bacterias fotosintéticas que colonizan el sustrato bentónico (MacIntyre *et ál.* 1996, Dalu *et ál.* 2018). Esta comunidad incluye todos los productores primarios microscópicos, tales como las diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias, euglenofitas y algunas clorofitas sésiles, que viven en la interfase agua-sedimento, una zona en la cual existen gradientes fuertes de las variables fisicoquímicas, que regulan su biomasa y composición. Además, se acumulan en los primeros milímetros de los sedimentos u otros fondos, incluyendo sustratos artificiales (Colijn y de Jonge 1984, MacIntyre *et ál.* 1996, Boogert *et ál.* 2006).

Las diatomeas, que suelen ser el grupo más importante del microfitobentos en términos de riqueza y abundancia, pueden clasificarse en epipsámicas y epipélicas, de acuerdo a su capacidad de movimiento. Las primeras, por lo general son inmóviles y se encuentran unidas a las partículas del sedimento a través de una biopelícula mucilaginosa. Están representadas por especies arrafídeas, monorafídeas, birrafídeas o centrales de pequeño tamaño y por lo general, dominan ambientes de alta energía. Las epipélicas se mueven activamente a través del sedimento mediante la secreción mucilaginosa de sus rafeles, están constituidas por especies birrafídeas y son características de zonas más protegidas (Round 1971, Miller *et ál.* 1987). Sin embargo, las diferencias entre estas dos categorías no es absoluta, ya que hay diatomeas epipsámicas móviles, aunque más lentas que las epipélicas (Harper 1969). De hecho, muchos géneros de diatomeas, tales como: *Nitzschia*, *Navicula* y *Amphora* tienen representantes en ambos grupos (Wolff 1979).

El microfitobentos juega un papel importante en los ecosistemas donde viven, debido a que con las macroalgas y macrofitas sumergidas, constituyen la base de las redes tróficas bentónicas y transforman la energía química en biomasa a partir de la fotosíntesis, aunque pueden comportarse como heterótrofos cuando las

concentraciones de materia orgánica son altas (Madigan *et ál.* 1999). De hecho, la producción primaria del microfítobentos marino representa la mayor fuente de energía disponible para los niveles tróficos más altos que habitan en el fondo, excediendo en algunos casos la del fitoplancton (Blanchard *et ál.* 2001).

El microfítobentos contribuye a la estabilización de los sedimentos, mediante la formación de una matriz mucilaginosa sobre la superficie, llamada biopelícula. Ésta es utilizada por las microalgas y cianobacterias como una fuente de energía y mecanismo de transporte, favoreciendo la deposición de sedimentos, disminuyendo la erosión, inmovilizando compuestos tóxicos y protegiendo a los otros microorganismos de la herbivoría y de la acción de bacterias patógenas (Kang *et ál.* 2003, Stal *et ál.* 2010, Launeau *et ál.* 2018). Finalmente, el estudio de los dinoflagelados, de los cuales se han encontrado un poco menos de 200 especies netamente bentónicas (Hoppenrath *et ál.* 2014) y otras planctónicas con una fase bentónica en forma de quistes, ha ganado interés en los últimos años, debido a las implicaciones que tienen en la producción de toxinas que afectan a los seres humanos de manera directa o indirecta a partir de las floraciones algales nocivas, comúnmente llamadas mareas rojas (Aguilar *et ál.* 2014).

La composición y abundancia del microfítobentos depende de variables ambientales y biológicas múltiples, siendo las más importantes: la luz, tipo de sedimento, temperatura, salinidad, corrientes, mareas, gases disueltos, nutrientes e interacciones ecológicas, tales como la competencia, la facilitación y la herbivoría (Underwood 1994, Van der Grinten *et ál.* 2004, Jesus *et ál.* 2006). Estas variables causan cambios en la abundancia y composición del microfítobentos a diferentes escalas temporales y espaciales (Schmidt *et ál.* 1998). Espacialmente, el microfítobentos muestra una estructura horizontal en la superficie del sedimento, que va de milímetros a miles de kilómetros; y vertical, a través de las capas del sedimento (de μm a mm) (Janousek 2005). Una de las particularidades en su distribución es la agregación, donde las comunidades se distribuyen en parches, altamente variables en tamaño y

composición, que forman un mosaico a escalas superiores (Pinckney 1992, Janousek 2005, Spilmont *et ál.* 2011).

Temporalmente, la composición y abundancia de estos organismos varía en diferentes escalas, que van de interdiaria a anuales (Round 1971, Pinckney y Zingmark 1993). En la zona intermareal, la variación interdiaria está condicionada al fotoperíodo y a los ciclos de marea (Pinckney 1992). A una escala anual, en las zonas tropicales, la biomasa de microfitobentos está condicionada a la estacionalidad (de Jonge y Cojin 1994, Nozaki *et ál.* 2003, Neely 2008).

Para conocer la variabilidad de la biomasa y composición de especies es necesario establecer una escala espacial y temporal adecuada durante su estudio. Asimismo, es importante determinar un intervalo amplio de variables ambientales, que incluya fisicoquímicas y biológicas, para determinar cuáles son los factores que regulan su dinámica comunitaria. De esta manera, conocer los cambios en la diversidad y la composición de las comunidades permite la comprensión de los patrones espaciales y temporales en los procesos de los ecosistemas (Janousek 2005).

El microfitobentos marino interactúa con un conjunto de organismos, tanto bentónicos como planctónicos, con tipos múltiples de relaciones ecológicas como la competencia, facilitación y herbivoría. En los sedimentos marinos, además de la diversidad relacionada con la microflora, habitan incontables especies de invertebrados marinos, los cuales presentan interacciones múltiples que configuran una red trófica compleja (Aberle 2004).

Por otra parte, cuando la producción del fitoplancton no es lo suficiente para abastecer las necesidades metabólicas del zooplancton, estos organismos descienden al fondo para consumir microalgas bentónicas (Perissinotto *et ál.* 2003). De modo similar, cuando las microalgas se resuspenden en la columna de agua por acción de los movimientos del agua, constituyen un componente importante de la dieta de

muchos consumidores planctónicos (Delgado *et ál.* 1991).

Un aspecto relevante es que algunos autores consideran que las algas que componen el microfitobentos no son estrictamente bentónicas y las planctónicas tampoco lo son. Esto se debe a que cuando el microfitobentos es resuspendido por acción del viento o de las corrientes marinas, forma parte del plancton y bajo condiciones de calma, el fitoplancton puede asentarse en los sedimentos e incorporarse al microfitobentos (de Jong y de Jonge 1995, MacIntyre y Cullen 1995). En contraparte, recientemente, algunos investigadores han indicado que las especies de ambas comunidades, aunque puedan interactuar, tienen características distintivas en cuanto a su morfología, comportamiento e incluso, su ciclo de vida, lo cual las hace muy diferentes (Margulis y Chapman 2009, Hoppenrath *et ál.* 2014). A pesar de esta disyuntiva, las interacciones entre el fitoplancton y el microfitobentos no son bien conocidas, por lo que su estudio constituye un aporte valioso para la ecología marina.

Antecedentes

En el mar Caribe, se han realizado pocos trabajos sobre la composición del microfitobentos marino, entre los que destacan las investigaciones sobre diatomeas bentónicas de Navarro *et ál.* (1989) en la isla de Caja de Muertos en Puerto Rico, Siqueiros *et ál.* (1985, 2002, 2004, 2006a, 2006b), López *et ál.* (2010) y Hernández *et ál.* (2013) en las costas mexicanas y Loza *et ál.* (2011) en Cuba. El resto de los trabajos realizados están relacionados a dinoflagelados bentónicos que causan floraciones algales nocivas, distinguiéndose los realizados en Cuba por Delgado *et ál.* (2006) y en México por Almazán *et ál.* (2012).

En Venezuela se han realizado trabajos escasos sobre el microfitobentos marino, destacándose tres publicaciones en las que se estudiaron los dinoflagelados epifitos potencialmente tóxicos presentes en las praderas de *Thalassia testudinum* de las costas nororientales del país (Valerio y Díaz-Ramos 2007), de la isla La Tortuga, la

bahía de Mochima y el golfo de Cariaco (Valerio y Díaz-Ramos 2008), así como los dinoflagelados epibentónicos en diferentes sustratos de la bahía Turpialito, en el golfo de Cariaco (Navarro-Vargas *et ál.* 2014).

Adicionalmente, en dos trabajos de grado sobre la composición, abundancia y estructura comunitaria del microfítobentos asociado a una comunidad de corales de la bahía de Puerto Real, en el archipiélago de Los Frailes, se encontró que el tipo de coral ejerce un efecto en la composición del mismo y sugiere la existencia de una relación directa entre la variable biológica y la turbulencia (Cavada 2005) y la variabilidad quincenal de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* en la isla de Margarita (Solórzano 2006).

En cuanto al fitoplancton, en Venezuela se han realizado diversos estudios sobre la composición y distribución de la comunidad fitoplanctónica, destacándose los realizados en la zona oriental por Margalef (1965), Halim (1967), Brewer (1977), Mandelli y Ferraz-Reyes (1982), Troccoli (1989), López (1997), Gómez *et ál.* (2000), Lárez (2004), Fernández (2007) y Pirela-Ochoa *et ál.* (2008). En las Dependencias Federales, se mencionan los de Gamboa *et ál.* (1994), Gamboa y Ferreira (1994), Sánchez-Suárez (1994), Ayala (2005), Rodríguez-Centeno *et ál.* (2010) y Pereira *et ál.* (2018) y en la zona central, los de Ferraz-Reyes (1983) en la cuenca Tuy-Cariaco, García (2011) en costas del estado Vargas, González (2011) y Pereira (2012) en las costas del estado Miranda.

En esta última investigación, se encontró que las diatomeas constituyen el grupo más representativo del fitoplancton de la zona, a pesar de que en algunos meses del año se invierte su relación con otros grupos de microalgas, tales como los dinoflagelados y las cianobacterias. La zona costera presenta una diversidad alta con variaciones mensuales bien definidas, relacionadas con el agotamiento de nutrientes. Adicionalmente, la dinámica del fitoplancton está relacionada con el aporte de aguas continentales durante la época de precipitaciones máximas y un ascenso de aguas

profundas durante los primeros meses del año (Pereira 2012).

En cuanto al zooplancton marino, en Venezuela se han hecho diversos estudios sobre su composición y abundancia, especialmente en la región oriental (Legaré 1961, 1964, Zoppi de Roa 1961, 1971, 1977, 2003, González 2003, Marín *et ál.* 2004, Martín *et ál.* 2007 y Márquez *et ál.* 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2015) y en el occidente del país, específicamente en el Parque Nacional Morrocoy (Estévez 1999). En la zona insular, destaca el trabajo realizado por Añez (1983) en las islas de Margarita y Cubagua y Casanova *et ál.* (2007) en el archipiélago Los Roques. Sin embargo, en la zona central se han realizado pocos estudios, destacando el de Urosa (1983) en la cuenca Tuy- Cariaco.

En virtud de lo antes expuesto y considerando que se han realizado pocos estudios sobre el microfítobentos marino en el mar Caribe y el Atlántico Occidental, se propone investigar la composición de especies del microfítobentos y su variabilidad espacial y temporal relacionada a variables ambientales. Se incluye un análisis de su interacción con el microfítoplancton (microalgas planctónicas con tamaños superiores a 20 μm), el zooplancton y el meiobentos en las costas marinas entre las poblaciones de Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda.

Este estudio constituye el primer aporte en el país para conocer las interacciones ecológicas, aún desconocidas entre estas comunidades. Adicionalmente, se hará por primera vez, un inventario de especies netamente bentónicas que no esté relacionado a especies de dinoflagelados potencialmente tóxicos, contribuyendo con el conocimiento de la biodiversidad de Venezuela. Finalmente, esta investigación representará el inicio de una nueva línea de investigación en el país en cuanto a la dinámica comunitaria del microfítobentos y sus interacciones con otros organismos, incluyendo los niveles tróficos superiores que dependen de ellas.

En esta investigación surgen las siguientes preguntas:

¿Existe una variación espacial y temporal de la estructura comunitaria del microfitobentos de la zona marina y costera entre las localidades Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda?

¿Esta variación ocurre en función de las características fisicoquímicas del agua?

¿Existe una relación en la dinámica de la composición y abundancia del microfitobentos, el microfitoplancton, el zooplancton y el meiobentos?

¿Las variaciones espaciales del microfitobentos difieren en función de la escala espacial que se utilice en el análisis?

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la dinámica del microfitobentos, su relación ecológica con el microfitoplancton, el meiobentos y el zooplancton, composición, abundancia y variaciones espaciales y temporales relacionadas con las variables ambientales en la zona costera entre las localidades Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda.

Objetivos específicos

1. Describir la variabilidad espacial y temporal de las características fisicoquímicas del agua de la zona costera entre las localidades Chirimena y Puerto Francés.
2. Describir la composición taxonómica y cuantificar la abundancia del microfitobentos, microfitoplancton, zooplancton y meiobentos.
3. Determinar la composición taxonómica de macroalgas presentes en la zona

supralitoral.

4. Relacionar la composición, abundancia y distribución espacial y temporal del microfitobentos, microfitoplancton, zooplancton y meiobentos como variables dinámicas ecológicas.
5. Establecer relaciones de asociación entre las variables ambientales y los componentes del microfitobentos, el microfitoplancton, el zooplancton y el meiobentos.

HIPÓTESIS

Hipótesis biológicas

El microfitobentos, microfitoplancton, zooplancton y meiobentos presentan una diferenciación espacial y temporal relacionada con las condiciones ambientales, esperándose una relación interactiva múltiple, entre y dentro de las cuatro comunidades, que incluyen la presencia de algunos componentes del microfitobentos en el fitoplancton y viceversa.

Adicionalmente, se prevé que el microfitobentos presente una distribución en forma de parches con variaciones significativas a escalas espaciales diferentes.

Hipótesis estadística

En términos generales, se establecen las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 = Se espera que no haya diferencias entre las medias aritméticas de las diferentes variables estudiadas (microfitobentos, microfitoplancton, zooplancton y meiobentos) con respecto a la columna de agua, el tipo de fondo o sustrato, las zonas en estudio y

los meses del año.

H_1 = Se esperan diferencias significativas entre al menos una pareja de medias aritméticas de las variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se encuentra en la región centro-norte de la República Bolivariana de Venezuela, en el municipio Brión, sub-región Barlovento, estado Miranda y comprende desde las poblaciones de Chirimena hasta Puerto Francés. La costa mirandina se extiende unos 165 km y limita al occidente con el estado Vargas y al oriente con el estado Anzoátegui (Figura 1). Es un área heterogénea porque presenta costas profundas, someras y la desembocadura de quebradas y ríos, tales como el Tuy y la laguna costera de Tacarigua (Pereira 2012).

Fisiográficamente, esta zona se asienta en las estribaciones finales de la cordillera de la Costa y se caracteriza por ser una zona costera con numerosas ensenadas formadoras de playas. La geología está representada por rocas metamórficas, fuertemente plegadas, con fallas normales de dirección noreste – sureste. La vegetación está representada por una diversidad de formaciones vegetales, que incluye: bosques tropicales siempre verdes, matorrales, espinares, herbazales, palmares y manglares. Los vientos predominantes son los vientos alisios (dirección NE-SO) y la temperatura media en el agua es de 26 °C (Solé y Vera 1997).

La zona se caracteriza por un clima tropical con verano seco (As), de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, donde el mes con menor precipitación es marzo, con aproximadamente 28 mm y una temperatura media alrededor de 29,1 °C. Por otro lado, se obtiene una precipitación anual de 1327 mm, siendo noviembre el mes con mayor precipitación, con un valor medio de 234 mm (Schwarz 2014).

En cuanto a las corrientes marinas, la zona presenta un patrón diferencial debido al accidente topográfico de Cabo Codera, aunque por lo general, el patrón de corriente es en dirección Este-Oeste (Viale-Rigo *et ál.* 1999). Esta región presenta una carga

sedimentaria alta proveniente de los ríos Unare y Tuy, además de fondos fangosos, formaciones de manglar y playas arenosas (Capobianco *et ál.* 2008).

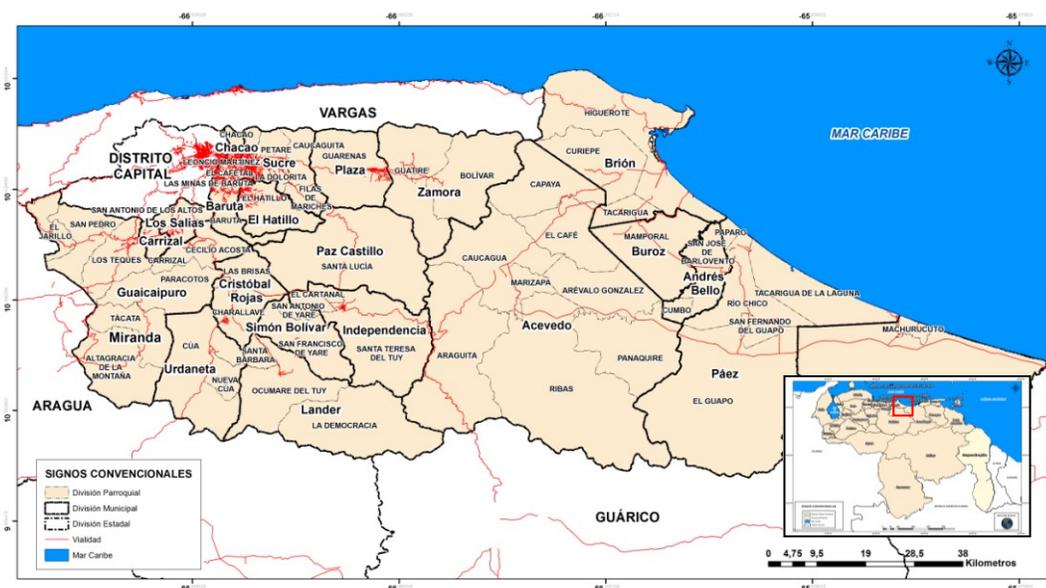


Figura 1. Imagen de la zona marino costera del estado Miranda, mostrando la situación relativa nacional y regional

Diseño de muestreo

Las muestras para cada uno de los tratamientos se tomaron a partir de un diseño por conglomerado bietápico y polietápico con submuestras. Se establecieron como variables independientes: la columna de agua con los niveles superficie y fondo, el tipo de fondo con los niveles arenoso y rocoso, las tres zonas de estudio (Chirimena, Caracolito y Puerto Francés) y los meses en que se realizó el muestreo. Las variables dependientes son la riqueza y abundancia de las cuatro comunidades bajo estudio y las condiciones ambientales.

El área de estudio fue seleccionada, considerando las comunidades donde se ha

reportado la ocurrencia de intoxicaciones masivas por floraciones de algas nocivas (Pereira *et ál.* 2011) y fue dividida en tres zonas, tomando en cuenta las características generales del sustrato de la zona. En una evaluación previa para la selección del área de muestreo se realizó una caracterización del sustrato, encontrándose un fondo rocoso con parches arenosos separados entre sí por áreas más extensas con fondos arenosos, el cual fue utilizado como criterio para el establecimiento de tres zonas (Figura 2). La primera, llamada Chirimena, se encuentra entre las coordenadas $10^{\circ}36'42''$ N $66^{\circ}10'37,15''$ O y $10^{\circ}36'1,3''$ N $66^{\circ}8'8,3''$ O, la segunda: Caracolito, la cual limita con la primera zona, finaliza en $10^{\circ}35'30,7''$ N $66^{\circ}6'6,7''$ O y Puerto Francés, que limita con Caracolito y termina en $10^{\circ}34'52''$ N $66^{\circ}3'40,8''$ O.

Las tres zonas son bastante heterogéneas en cuanto al desarrollo urbano; las zonas 1 y 3 presentan más desarrollo residencial debido a que la zona 2 no tiene acceso por vía terrestre y sus playas son visitadas por traslado en lancha. La zona 3 está más próxima a la desembocadura del río Tuy y presenta comunidades más pequeñas aunque estén más cerca a la localidad de Higuerote, mientras que la zona 1 presenta una comunidad con 1.850 habitantes que se dedica principalmente al turismo, la pesca y la minería por extracción de arena y cantos rodados. Cuenta con acceso por carreteras y los servicios básicos de electricidad, telefonía, abastecimiento de agua, salud primaria y recolección de residuos sólidos (Pereira 2012).

Sin embargo, el sistema de recolección de aguas servidas representa uno de los mayores problemas de esta comunidad, debido a que se vierten las aguas servidas a la quebrada a través de cunetas y canales, llegando finalmente a la playa de Chirimena. En cuanto a la hidrografía, posee la quebrada de Chirimena, la cual suministra el agua potable a esta población y en la actualidad, se encuentra afectada por una deforestación descontrolada en su cabecera, por lo que ha disminuido su cauce original, aunque en algunos meses de año, la quebrada no tiene una comunicación directa con la playa por lo que su descarga es solo por percolación a través de la

barrera de arena que las separa pero cuando las lluvias son fuertes, la quebrada desemboca directamente en la playa suministrando concentraciones importantes al área marina. Otro cuerpo continental importante en la zona 1 es el río Aricagua que suministra una carga importante de material en suspensión en épocas de máximas precipitaciones. Por lo que en la zona, se van a formar estuarios con una alta influencia sobre sus comunidades planctónicas (Pereira 2012).

Toma de las muestras

Este estudio fue coordinado y financiado por PDVSA Intevep mediante el proyecto ATE Comercio y Distribución Venezuela, el cual tiene entre sus actividades el estudio de variables ambientales de la zona marina y costera adyacente a la Planta de Distribución Carenero. Los muestreos se realizaron mensualmente desde junio de 2014 hasta marzo de 2015 en doce estaciones elegidas aleatoriamente cada mes dentro de tres zonas de muestreo (Figura 2).



Figura 2. Mapa del área de estudio, especificando las tres zonas de muestreo

Para la aleatorización de las estaciones de muestreo, se establecieron cuatro criterios.

El primero fue la elaboración de una rejilla con cinco filas y cinco columnas con un total de 25 celdas en cada zona. Cada celda contó con una dimensión de 50 metros de largo en dirección hacia el mar y 870 metros a lo largo de la costa. El segundo criterio fue el establecimiento de tres bloques horarios (mañana: 8:00 - 11:00, mediodía: 11:00 - 14:00 y tarde: 14:00 -18:00). El tercero fue la columna de agua, con los niveles: superficie que corresponde a muestras planctónicas y fondo a muestras bentónicas. Finalmente, se estableció el criterio: tipo de fondo con los niveles: arenoso y rocoso. Por lo tanto, en cada estación se obtuvieron dos muestras: una vegetal y otra animal con los atributos aleatorizados de acuerdo a los criterios establecidos anteriormente.

Para la captura de las muestras de fitoplancton y zooplancton, se realizaron arrastres horizontales con redes cónicas de plancton con diámetros de malla de 60 μm y 162 μm , respectivamente. Cada arrastre tuvo una duración de 10 minutos aproximadamente en una embarcación tipo peñero con motor fuera de borda, a una velocidad media de 5 km/h. Las muestras fueron recolectadas en envases de plástico de 500 ml y fijadas *in situ* con una solución de lugol y formalina neutralizada al 5 % v/v. Adicionalmente, se tomaron muestras de fitoplancton en botellas de un litro para identificar el microfitoplancton (tamaños superiores a los 20 μm , Tilstone *et ál.* 2017). Las muestras de zooplancton de fondo se obtuvieron por arrastre con una red cónica con diámetro de malla de 162 μm a un metro aproximadamente de separación del fondo marino.

Las muestras de microfitobentos y meiobentos se obtuvieron usando una cuadrata de 0,25 m² dividida en 25 cuadrantes del mismo tamaño, previamente numerados. Una vez, que se llegó al punto de muestreo, se dejó caer la cuadrata desde la superficie y se tomaron tres (3) muestras aleatorias dentro de la misma, usando un muestreador cilíndrico (nucleador) de 5 cm de diámetro el cual fue enterrado cerca de 1 cm en sustrato arenoso y luego tapado para obtener por succión esa capa del sustrato y los organismos que se encuentran en ella. En el caso del sustrato rocoso, se realizaron

movimientos circulares con el mismo nucleador para raspar la capa superficial que cubre la roca, rápidamente se tapó por ambos lados y se trasladó a la embarcación para su fijación con una solución de lugol y formalina neutralizada al 5 % v/v.

Adicionalmente, en cada zona de muestreo, se colectaron macroalgas correspondientes a cada tipo de sustrato. Las mismas fueron colocadas en bolsas plásticas y preservadas con formalina neutralizada al 5 % v/v.

En agosto de 2015, se realizó un muestreo adicional e independiente de los diez muestreos mensuales para evaluar la diferenciación espacial del microfitobentos de la zona supralitoral a diferentes escalas. Para ello, se establecieron cinco cuadrantes de diferentes tamaños. Las dimensiones de los cuadrantes fueron:

- Cuadrante 1: incluye toda la comunidad en estudio con una dimensión de 500 m de largo por 15.000 m de ancho.
- Cuadrante 2: 500 m de largo por 1.000 m de ancho.
- Cuadrante 3: 100 m de largo por 100 m de ancho.
- Cuadrante 4: 10 m de largo por 10 m de ancho.
- Cuadrante 5: 0,5 m de largo por 0,5 m de ancho.

Cada cuadrante fue dividido en 10 filas y 10 columnas y se aleatorizaron ocho puntos en cada cuadrante para obtener una muestra de microfitobentos con el muestreador cilíndrico de 5 cm de diámetro. De igual manera, las muestras se preservaron con formalina al 5 % v/v.

Para la estimación de las variables fisicoquímicas, se emplearon los métodos definidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables fisicoquímicas estimadas en la zona costera de Chirimena y Puerto Francés ente junio 2014 y marzo 2015

VARIABLE	EQUIPO	MÉTODO
Temperatura	Medidor multiparámetros marca HACH	No aplica
Salinidad	Medidor multiparámetros marca HACH	Método 2520 B (APHA 1998)
pH	Medidor multiparámetros marca HACH	Método 4500-0 H (APHA 1998)
Oxígeno disuelto	Medidor de oxígeno marca Thermo Orion	Método 4500-0 G (APHA 1998)
Nutrientes: fosfato, nitrito y nitrato	UV-visible marca HACH DR800	Strickland y Parsons (1972)

Análisis de las muestras en laboratorio

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton) del Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Universidad Central de Venezuela, laboratorio de Plantas no Vasculares del Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser de la Universidad Central de Venezuela y laboratorios de Ecotoxicología y Química Ambiental de la Gerencia de Ambiente de PDVSA Intevep. Se estimó la abundancia de las microalgas, tanto planctónicas como bentónicas, por el método de Utermöhl (1958), mediante el uso de cámaras de sedimentación y un microscopio invertido marca Leica, empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Abundancia (cél/l)} = \frac{Sc \times N \times 1000}{Sc \times vc} \quad (2)$$

donde:

Sc = superficie de la cámara de sedimentación = 383,13 mm²

N = número de organismos contados

sc = superficie contada = N° de bandas x ancho de banda (mm) x 10 mm

vc = volumen de la cámara = 50 ml

Ancho de la banda en 10X = 0,4 mm

Ancho de la banda en 40X = 0,1 mm

La identificación taxonómica de las microalgas se realizó utilizando los trabajos de Cupp (1943), Peragallo (1965), Ferguson (1968), Saunders y Glenn (1969), Sournia (1986), Balech (1988), Round *et ál.* (1990), Chretiennot-Dinet *et ál.* (1993), Tomas (1996), Yamaji (1996), Berárd-Therriault *et ál.* (1999), Al-Yamani y Saburova (2011), Siqueiros-Beltrones *et ál.* (2014), Guiri y Guiri (2019), entre otros. Los nombres de las especies fueron verificadas en la página web de algaebase.org.

La identificación y conteo de los organismos zooplanctónicos se realizó en una cámara Bogorov usando una lupa estereoscópica marca Wild Heerbrook y microscopio óptico. Para la identificación se utilizaron los trabajos de Davis (1955), Cervigón (1962), Legaré (1964), Owré y Foyo (1967), Trégouboff y Rose (1967a, b), Zoppi de Roa (1971), De Boyd (1977), Wicktead (1979), Suárez-Morales (1990), Todd y Laverack (1991), Campos y Suárez (1994), Suárez-Morales y Gasca (1997), Johnson y Allen (2005), Díaz *et ál.* (2009), Conway (2012a, b), entre otros.

Las macroalgas fueron identificadas usando los trabajos de Taylor (1960, 1972), Ganesan (1989), Littler y Littler (2000), Scullion y Masterton (2000), Dawes y Mathieson (2008) y Gómez *et ál.* (2016).

Análisis estadístico

Estadísticamente se establecieron dos hipótesis. Para ello, se utilizó un modelo multifactorial de cuatro (4) factores sin interacciones para cada una de las variables dependientes, representado por la siguiente ecuación (Montgomery 2004):

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + v_l + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Para todo $i = 1, 2$; $j = 1, 2$; $k = 1, 2, 3$; $l = 1, 2, \dots, 10$

donde:

α = columna de agua: superficie (1) y fondo (2)

β = fondo ubicación vertical: arenoso (1) y rocoso (2)

τ = zonas de estudio: Chirimena (1), Caracolito (2) y Puerto Francés (3)

v = meses del año: junio (1), julio (2), agosto (3)..... marzo (10)

ε_{ijk} = error aleatorio ($2 \times 2 \times 3 \times 10 = 120$)

A partir de la ecuación surgen las siguientes hipótesis:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2$$

$$H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2$$

$$H_0: \beta_1 = \beta_2$$

$$H_1: \beta_1 \neq \beta_2$$

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$$

$$H_1: \text{al menos una } \tau_k \neq 0$$

$$H_0: v_1 = v_2 = \dots v_{10}$$

$$H_1: \text{al menos una } v_l \neq 0$$

Estas hipótesis se resumen en las dos generales descritas anteriormente. Con los datos obtenidos, se elaboró una matriz que incluye las variables biológicas y ambientales estudiadas, identificadas con el mes, estación de muestreo, zona y tipo de sustrato en el caso de las bentónicas. Las variables biológicas están constituidas por los taxa identificados y sus respectivas abundancias, así como las variables fisicoquímicas

estimadas en el momento que se obtuvieron las variables biológicas.

Se presentan los datos de riqueza, composición, abundancia y diversidad biológica de las comunidades microfitobentónica, fitoplanctónica, zooplanctónica, meiobentónica y de macroalgas por mes y zona de muestreo, así como de las variables ambientales, mediante el uso de técnicas de estadística descriptiva. Como parte de la caracterización de cada una de las comunidades, se realizaron pruebas de hipótesis a partir de un modelo bifactorial (mes y zona) sin interacciones para cada comunidad, mediante un análisis de similitud (ANOSIM). En los casos donde se hallaron diferencias significativas con un error de tipo I (α) = 0,05, se aplicaron las pruebas *a posteriori* de diferencias menos significativas (DMS). Se aplicó la prueba SIMPER para conocer el porcentaje de similitud entre grupos de muestras de acuerdo a los dos factores mencionados anteriormente y se aplicaron análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétricos (NMDS) para conocer la distribución de las muestras (Clarke y Warwick 1994).

Para establecer similitudes entre las variables fisicoquímicas de las estaciones de muestreo, se realizó una clasificación mediante la aplicación de una distancia euclidiana a los datos normalizados. Para reducir las dimensiones de los datos, extraer las variables más importantes e identificar posibles relaciones de asociación, se aplicó un análisis de clasificación y ordenación (análisis de componentes principales, PCA) a todos los datos fisicoquímicos estimados en este estudio, el cual está basado en una matriz de correlaciones (Johnson y Wichern 1992).

Para conocer la relación entre la composición y distribución espacial y temporal de las comunidades se aplicó la prueba Relate en la que se correlacionan las matrices de similitud usando la distancia de Bray-Curtis y el método de correlación de Spearman; además de análisis de similitud y análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico. Para evaluar las relaciones entre las variables biológicas y abióticas, se emplearon los análisis multivariados Bioenv y análisis de

correspondencia canónica (Clarke y Warwick 1994).

Por su parte, para la determinación de la distribución del microfitobentos a diferentes escalas espaciales, se confeccionaron 5 cuadrículas o grillas de diferentes áreas y se muestrearon dentro de estas 8 muestras de forma aleatoria en cada una. Con los datos obtenidos, se llevó a cabo un análisis de conglomerado de casos, estimando la existencia de núcleos de agrupamiento o apiñamientos. La métrica de agrupamiento utilizada fue la distancia Euclideana (medida de disimilaridad) y el método de agrupamiento de Ward. Los agrupamientos obtenidos se evaluaron estadísticamente y se calculó la distancia entre estos, con el fin de determinar estructuras lógicas de agrupamiento de acuerdo a la distancias de los núcleos estimados. Adicionalmente, se aplicó un análisis de similaridad y un análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico. Los análisis estadísticos se realizaron en los programas PAST versión 3.22 y PRIMER 6 (Clarke y Warwick 1994, Hammer *et ál.* 2001).

RESULTADOS

Características ambientales de la zona de estudio

Temperatura del agua

Durante el periodo de muestreo, se obtuvo una temperatura media de $26,3 \pm 1,5$ °C, una mínima de 24 °C y una máxima de 28,88 °C, con un patrón espacial similar en las tres zonas con diferenciación sólo en noviembre, en el cual la zona 2 presenta una disminución de la temperatura mientras en las otras dos zonas aumenta (Figura 3). Con respecto al patrón temporal, a partir de julio comienza a subir la temperatura progresivamente hasta alcanzar una máxima en septiembre que comienza a descender hasta enero, a partir del cual se mantiene constante. En las zonas 1 y 2 se obtuvo una temperatura media de 26,35 °C y en la zona 3 un valor medio de 26,24 °C. Sin embargo, septiembre 2014 y noviembre 2014 fueron los meses con mayor temperatura con 28,69 °C y 27,28 °C, respectivamente; mientras que julio y enero presentaron las temperaturas más bajas con 24,42 °C y 24,5 °C, respectivamente.

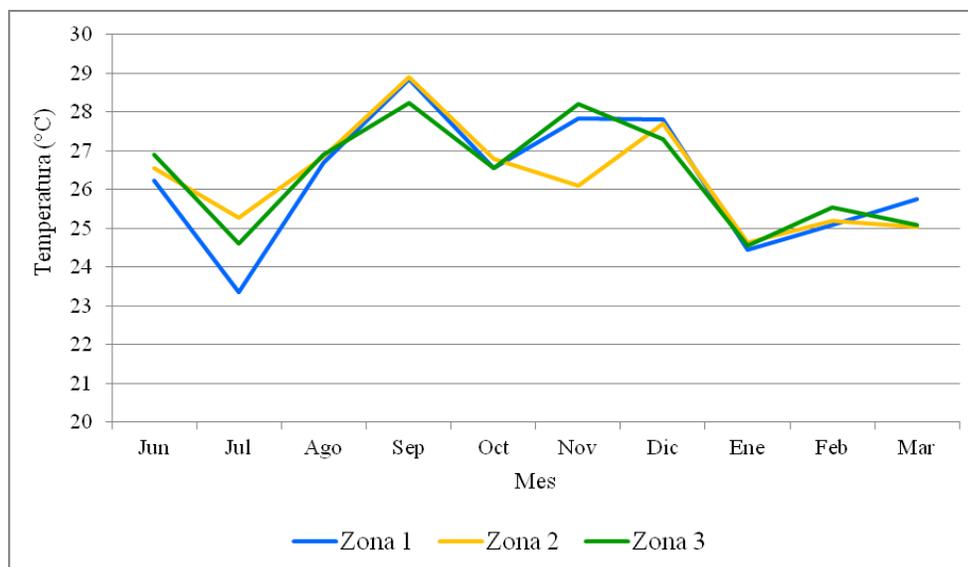


Figura 3. Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del agua de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto presentó una media de $6,56 \pm 0,59$ mg/l, con diferencias espaciales notables entre junio y octubre. Las estimaciones más bajas y altas se presentaron en la zona 1, específicamente en julio con 5,58 mg/l y en diciembre con 7,25 mg/l. A pesar de estas diferencias en el patrón temporal, los valores medios en tres zonas son similares, obteniéndose $6,51 \pm 0,55$ mg/l en la zona 1, $6,72 \pm 0,37$ mg/l en la zona 2 y $6,41 \pm 0,52$ mg/l en la zona 3 (Figura 4).

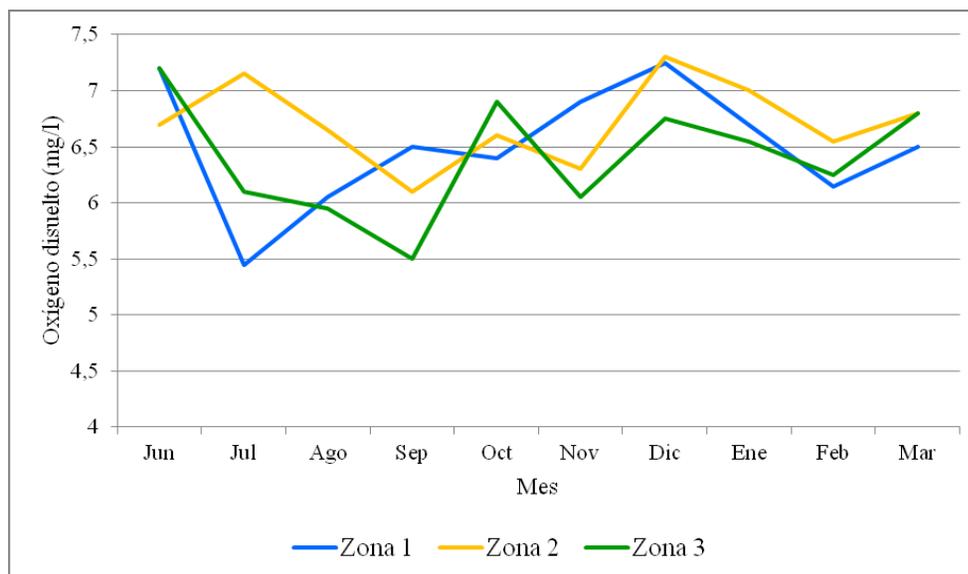


Figura 4. Variabilidad espacial y temporal del oxígeno disuelto de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Salinidad

La salinidad mostró una media de $37,64 \pm 2,01$ ups durante todos los meses de muestreo en las tres zonas. Tal como se observa en la Figura 5, la salinidad mostró un comportamiento similar entre las tres zonas de muestreo, aunque en noviembre hubo una disminución notable en las tres zonas con una diferenciación mayor en la zona 3. Los valores medios de salinidades en este mes fueron 30,7 ups en la zona 3, 35,8 ups

en la zona 2 y 36,1 ups en la zona 1. Con respecto al periodo que presentó mayor salinidad fue entre junio y agosto, en el cual se obtuvo salinidades entre los 39 y 40 ups.

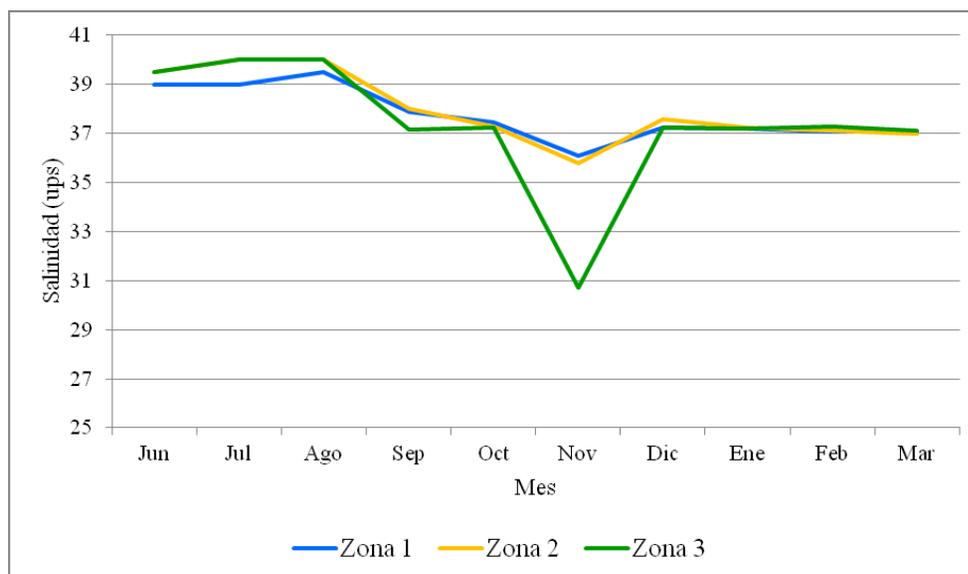
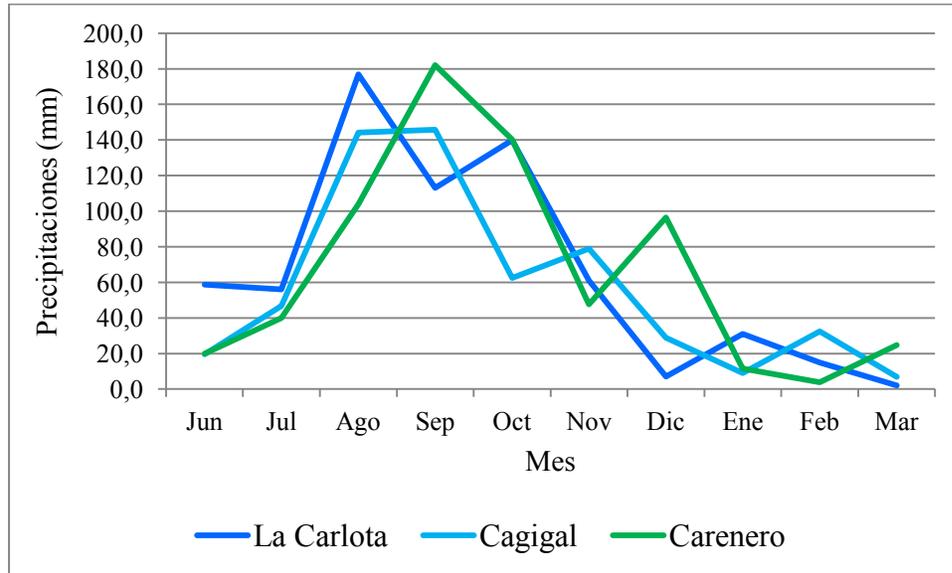


Figura 5. Variabilidad espacial y temporal de la salinidad de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Precipitaciones

Los datos de esta variable fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas de La Carlota, Cagigal y la Planta de Distribución de Carenero, suministrados por la Gerencia de Meteorología de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, considerando que el río Tuy descarga en las costas mirandinas pero tiene entre sus afluentes el río Guaire, el cual atraviesa la ciudad de Caracas. En las tres estaciones meteorológicas se obtuvo las precipitaciones más bajas en junio, julio y a partir de enero hasta marzo con acumulados mensuales inferiores a los 60 mm y las más altas en agosto, septiembre, octubre y diciembre, alcanzándose 176,8 mm en agosto en La Carlota y 182 mm en septiembre en la Planta de Distribución Carenero (Figura 6). A pesar que en noviembre se registra una disminución considerable en la salinidad del

agua, el máximo de precipitaciones no se obtuvo en este mes por lo que valdría la pena obtener las precipitaciones diarias durante días previos al muestreo.



Fuente: Estaciones Meteorológicas de La Carlota, Gacigal y la Planta de Distribución de Carenero
 Figura 6. Variabilidad temporal de las precipitaciones medias en Caracas y Carenero entre junio 2014 y marzo 2015

pH

El pH mostró una media de $8,1 \pm 0,1$ con un comportamiento muy similar en las tres zonas de muestreo (Figura 7). Temporalmente, hubo un patrón similar entre los meses, a excepción de noviembre, el cual presentó una disminución con una media de 7,8, coincidiendo a la disminución de salinidad indicada en la Figura 5.

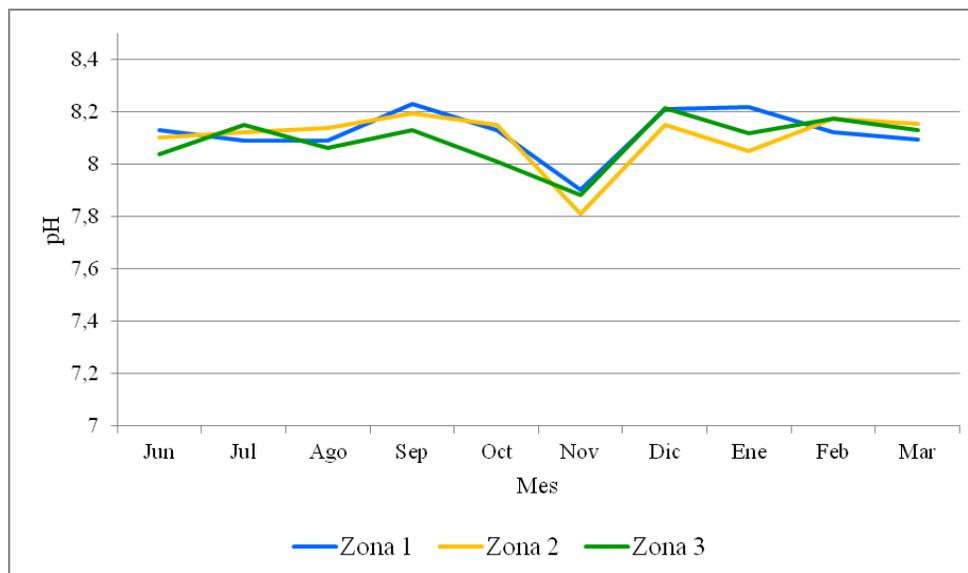


Figura 7. Variabilidad espacial y temporal del pH de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Fosfato

La concentración media de fosfato (PO_4) fue de $0,25 \pm 0,19$ mg/l, notándose un patrón similar en las tres zonas de muestreo aunque con diferencias en su magnitud, siendo las zonas 1 y 2 las que presentaron mayor concentración con una media de $0,27 \pm 0,11$ mg/l y la zona 3 una concentración media menor de $0,21 \pm 0,14$. Los meses que presentaron concentraciones menores fueron septiembre con 0,19 mg/l, seguidos de los meses junio, agosto y marzo con 0,17 mg/l. Mientras que julio y diciembre presentaron las concentraciones de fosfatos más altas con 0,40 mg/l y 0,43 mg/l, respectivamente (Figura 8).

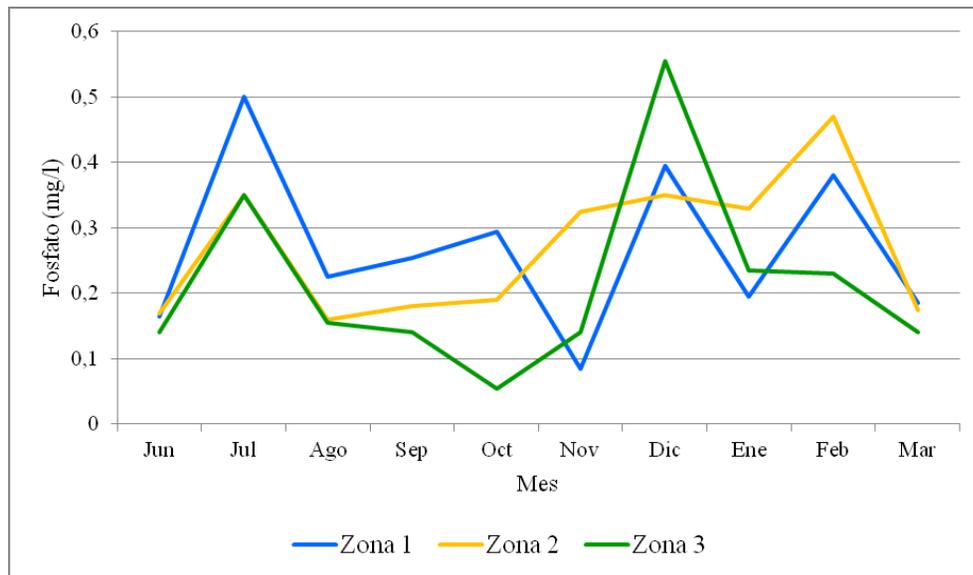


Figura 8. Variabilidad espacial y temporal del fosfato de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Nitrito

La concentración media de este nutriente fue de $0,009 \pm 0,004$ mg/l con diferencias poco notables entre las zonas de muestreo. Temporalmente, se obtuvieron concentraciones constantes entre junio y diciembre ($0,007 \pm 0,001$ mg/l), a partir del cual ocurre un aumento abrupto en la concentración ($0,015 \pm 0,002$ mg/l) que se mantiene constante hasta marzo (Figura 9).

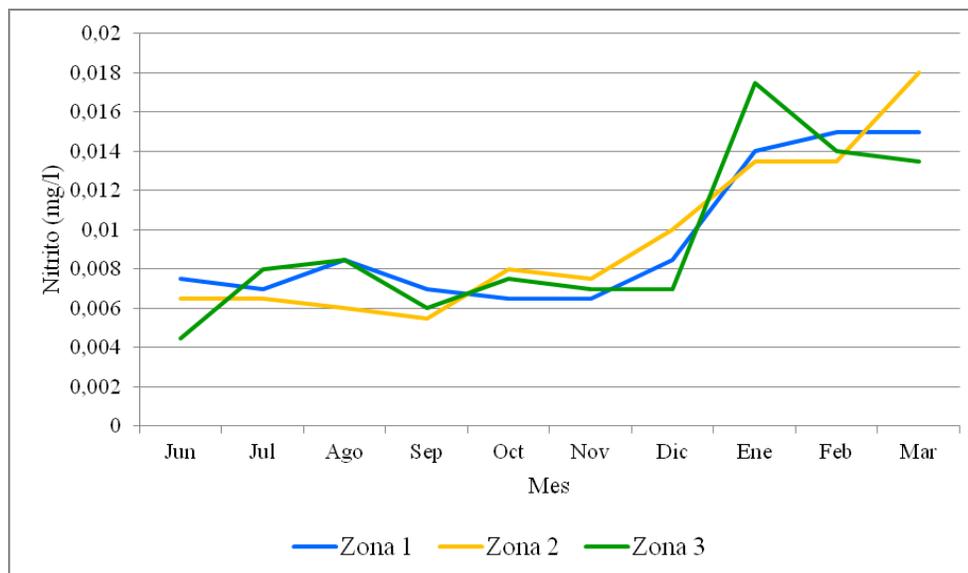


Figura 9. Variabilidad espacial y temporal del nitrito de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Nitrato

La concentración media de este nutriente fue $1,08 \pm 0,49$ mg/l con variaciones temporales y espaciales importantes. Se puede apreciar en la Figura 10 que la zona 3 arrojó mayor concentración de este nutriente con una media de $1,23 \pm 0,38$ mg/l, tres máximos en agosto, noviembre y febrero con 1,55 mg/l, 1,35 mg/l y 1,7 mg/l, respectivamente. La zona 1 presentó una media de $1,04 \pm 0,38$ mg/l con aumentos progresivos a partir de julio con 0,55 mg/l hasta enero con 1,55 mg/l, luego ocurre una disminución drástica en febrero alcanzando una concentración de 0,55 mg/l y un aumento importante en marzo hasta alcanzar 1,65 mg/l. La zona 2 presentó la menor concentración media ($0,97 \pm 0,43$ mg/l) con un patrón similar a la zona 1 desde junio hasta octubre, en el cual se registra la mayor concentración con 1,65 mg/l y comienza un patrón más irregular, siendo febrero el mes en el que se registra la concentración más baja de este periodo con 0,56 mg/l (Figura 10).

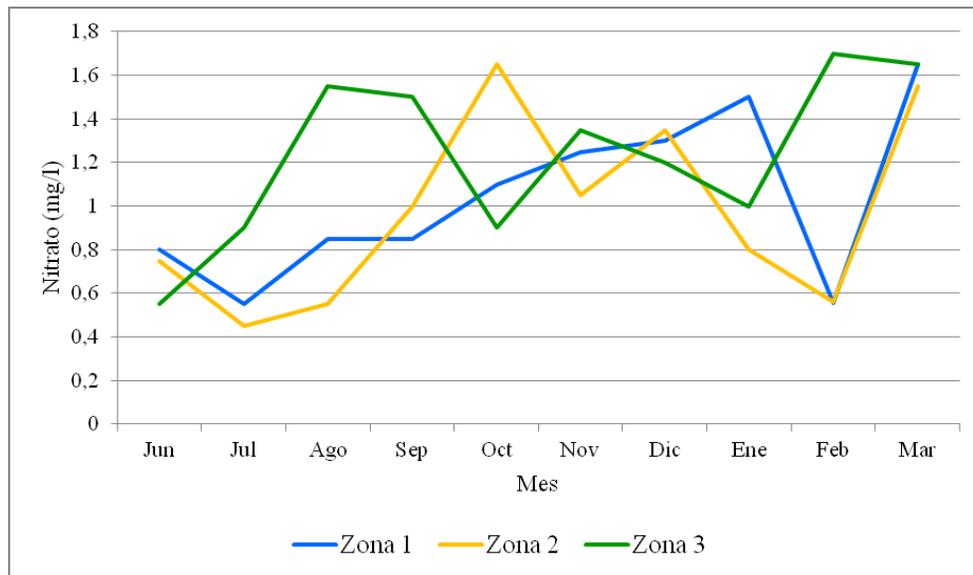


Figura 10. Variabilidad espacial y temporal del nitrato de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales con las estimaciones de las variables fisicoquímicas extrajo 7 componentes principales, de los cuales los dos primeros mostraron una variabilidad acumulada de 87,12 % (Tabla 2). El primer componente explicó el 51,19 % y se encuentra asociado positivamente con la temperatura, el oxígeno disuelto y los nitritos, siendo la primera variable la que explica en mayor proporción la variabilidad de los datos. Mientras que el segundo componente explica el 35,93 % de la variabilidad total, siendo la salinidad, la variable que afecta positivamente en mayor proporción la distribución de los datos. Los meses relacionados a salinidades altas son junio, julio y agosto y a las más bajas octubre y noviembre, mientras que las muestras de septiembre se correlacionan positivamente con la temperatura y las de julio, enero, febrero y marzo con temperaturas bajas. Cabe mencionar la correlación negativa entre la salinidad y los nitratos (Figura 11).

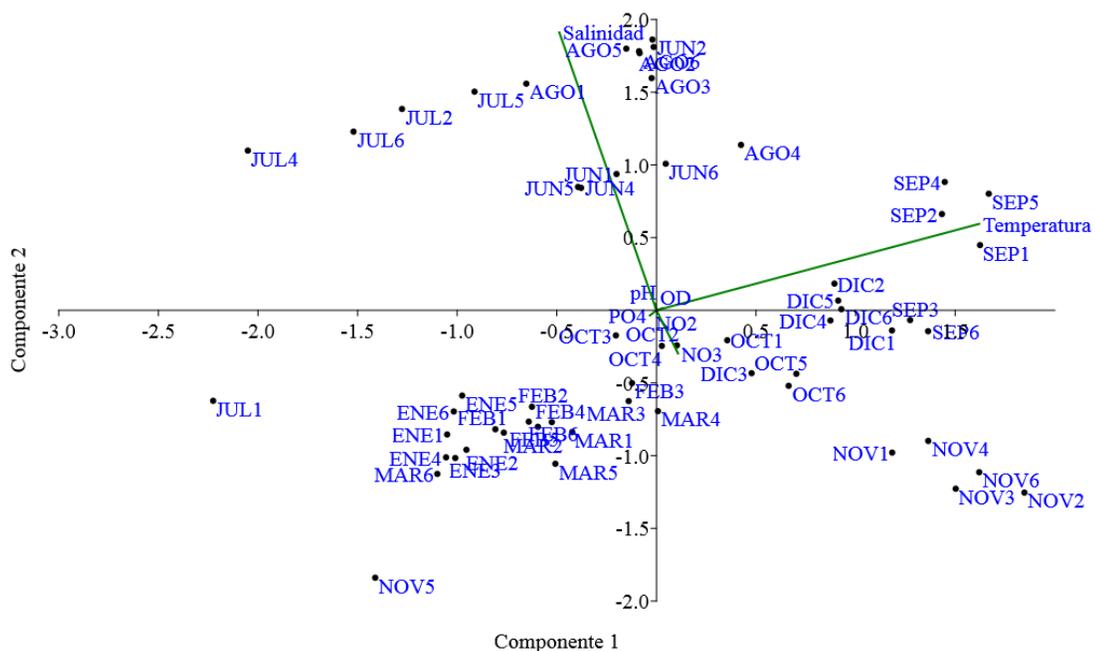


Figura 11. Proyección de las variables fisicoquímicas, definida por los dos primeros componentes del análisis de componentes principales

Tabla 2. Porcentaje de la varianza total explicada por los componentes del ACP de las variables fisicoquímicas

Componente	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	51,19	51,19
2	35,93	87,12
3	7,63	94,75
4	4,33	99,07
5	0,71	99,78
6	0,22	100,00
7	0,0002	100,00

Composición taxonómica y abundancia del microfitobentos

El microfitobentos estuvo constituido por 327 especies distribuidas en 241 diatomeas, 64 dinoflagelados, 11 cianobacterias, 7 euglenofitas, 3 clorofitas y 1 ochrofito (Anexo 1, Figura 12). Las especies más frecuentes del grupo de las diatomeas fueron: *Achnanthes armillaris*, *Halamphora acutiuscula*, *Amphora angustissima*, *Amphora fluminensis*, *Amphora ocellata*, *Amphora proteus*, *Amphora spectabilis*, *Halamphora turgida*, *Anaulus birostratus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Bacillaria paxillifera*, *Biddulphia* sp, *Biremis ambigua*, *Caloneis liber*, *Caloneis liber* var. *linearis*, *Campylodiscus* sp, *Catacombas gaillonii*, *Cocconeis dirupta*, *Cocconeis distans*, *Cocconeis scutellum*, *Cocconeis sublittoralis*, *Coscinodiscus granii*, *Coscinodiscus subtilis*, *Ctenophora pulchella*, *Cylindrotheca closterium*, *Denticula* sp, *Diatomella* cf. *balfouriana*, *Diploneis bombus*, *Diploneis crabro*, *Diploneis puella*, *Carinasigma recta*, *Entomoneis paludosa*, *Eunotogramma marinum*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria striatula*, *Grammatophora oceanica*, *Gyrosigma distortum*, *Isthmia enervis*, *Licmophora abbreviata*, *Lyrella clavata*, *Lyrella irrorata*, *Navicula arenicola*, *Navicula cancellata*, *Navicula cincta*, *Navicula lanceolata*, *Navicula lineola*, *Navicula pavillardi*, *Navicula scabriuscula*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia clausii*, *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia dissipata* var. *media*, *Nitzschia filiformis*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia incurvata* var. *lorenziana*, *Odontidium* sp, *Opephora pacifica*, *Palmerina hardmaniana*, *Paralia sulcata*, *Parlibellus delognei*, *Pinnularia* spp, *Plagiolemma confusum*, *Plagiotropis lepidoptera*, *Pleurosigma normanii*, *Psammodictyon panduriforme*, *Rhaphoneis amphiceros*, *Stauroneis* sp, *Tabularia fasciculate*, *Thalassiosira aestivalis*, *Thalassiothrix longissima*, *Trachyneis antillarum*, *Triceratium reticulum*, *Triceratium robertsonianum*, *Tropidoneis longa*, *Tryblionella* sp y *Ulnaria ulna*.

Las especies de dinoflagelados mejor representadas en la mayoría de las muestras fueron: *Amphidinium carterae*, *Dinophysis acuminata*, *Gyrodinium estuariale*, *Gyrodinium fusiforme*, *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum gracile*, *Prorocentrum*

lima, *Prorocentrum norrisianum* y *Prorocentrum rhathymum*, las cianobacterias fueron: *Arthrospira* sp, *Chroococcus* sp, *Merismopedia* sp, *Nostoc* spp, *Schizothrix* sp y *Trichodesmium thiebautii* y las euglenofitas: *Eutreptiella gymnastica*, *Notosolenus ostium* y *Petalomonas* sp.

Es importante destacar la presencia de especies generadoras de floraciones algales nocivas, tales como *Dinophysis* spp, *Coolia monotis*, *Eutreptiella* sp y *Ostreopsis* sp, de las cuales las dos últimas han generado intoxicaciones masivas en la zona, producto de floraciones que alcanzan densidades superiores a 3.000 cél/l (Pereira *et ál.* 2011).

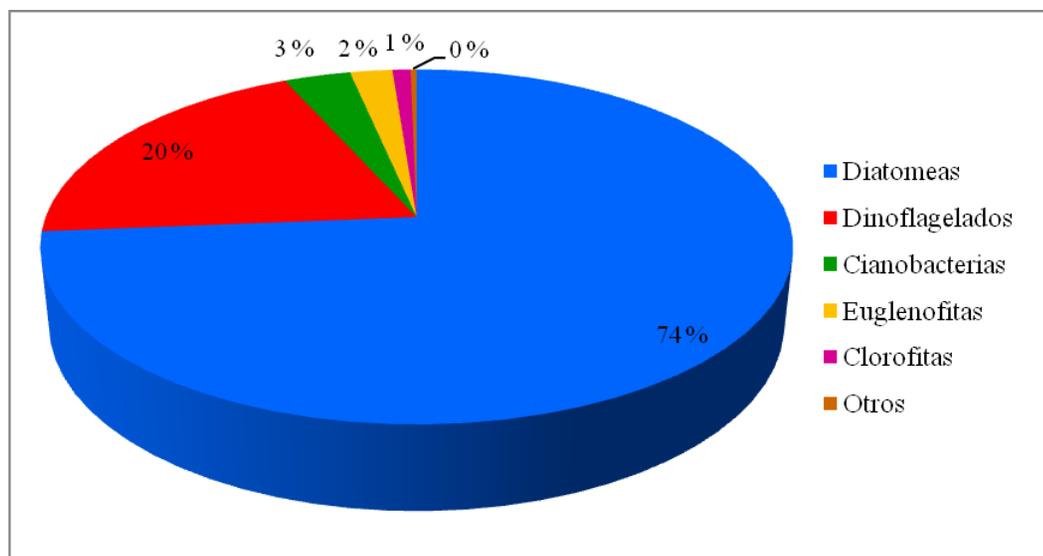


Figura 12. Riqueza porcentual de las especies de microlagas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés

Durante el estudio, se evidencia una variación mensual de la riqueza en dos bloques. El primero presenta una riqueza ligeramente más alta desde junio con 203 especies hasta octubre, en el que se alcanza la riqueza más alta con 216 especies y comienza a descender manteniéndose una riqueza constante con un promedio de 196 especies entre enero y marzo (Figura 13). En general, esta variación se debe a las fluctuaciones

en el grupo de las diatomeas y los dinoflagelados, ya que a partir de octubre y noviembre, en los cuales se evidencia una disminución importante de la salinidad, desaparecen especies tales como las diatomeas: *Actinoptychus senarius*, *Amphiprora* sp, *Auliscus sculptus*, *Campilodiscus* sp2, *Cocconeis fasciolata*, *Delphineis minutissima*, *Diplomenora cocconeiformis*, *Fragilaria* sp, *Fragilariopsis* sp, *Grammatophora undulata*, *Leptocylindrus danicus*, *Melosira nummuloides*, *Navicula* sp6, *Navicula pennata*, *Pinnunavis yarrensensis*, *Seminavis robusta*, *Tryblionella coarctata* y los dinoflagelados: *Diplopsalis lenticula*, *Kryptoperidinium foliaceum*, *Phalacroma* spp, *Prorocentrum hoffmannianum*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium biconicum*, *Protoperidinium conicum*, *Protoperidinium latum*, *Pyrocystis pseudonoctiluca*, *Roscoffia capitata*, *Sinophysis grandis*, *Triadinium polyedricum* y *Tripes furca*.

Sin embargo a partir de noviembre comienzan a aparecer las diatomeas: *Achnanthes brevipes*, *Achnanthes subconstricta*, *Amphora bacillaris*, *Amphora crassa*, *Asterionella formosa*, *Triceratium favus*, *Caloneis* sp, *Chaetoceros laciniosus*, *Cyclophora tenuis*, *Eunotogramma laeve*, *Fragilaria hyalina*, *Guinardia flaccida*, *Guinardia striata*, *Gyrosigma eximium*, *Helicotheca tamesis*, *Hemiaulus hauckii*, *Manguinea rigida*, *Neocalyptrella robusta*, *Nitzschia sigmoidea*, *Odontella* sp, *Pinnularia* sp3, *Plagiogramma* sp, *Pleurosigma marinum*, *Pleurosigma salinarum*, *Epithemia gibba*, *Tabellaria flocculosa*, *Toxarium undulatum*, *Tryblionella angustata*, los dinoflagelados: *Amphidinium* sp, *Exuviaella compressa*, *Gonyaulax gracilis*, *Gymnodinium uberrimum*, *Ostreopsis lenticularis*, *Prorocentrum maculosum*, *Protoperidinium pellucidum*, *Protoperidinium roseum*, *Pyrophacus horologium* y cianofitas del orden Pyramimonadales. El resto de los grupos mantienen riquezas con variaciones escasas (Figura 13).

En cuanto a las zonas establecidas, la zona 1 presenta una riqueza promedio de 240 especies sin diferencias considerables entre los sustratos rocosos y arenosos, la zona 2 presenta la riqueza más alta con variación mayor entre ambos sustratos, obteniéndose

252 especies en el sustrato arenoso y 237 en el rocoso. La zona 3 presentó una riqueza ligeramente más baja con variación escasa entre ambos sustrato y una media de 232 especies. Las variaciones en las tres zonas corresponden a las diferencias entre las especies de diatomeas, ya que el resto de los grupos mantienen riquezas más o menos constantes (Figura 14).

En cuanto a la abundancia, se observa que las tres zonas muestran un patrón similar, con algunas variaciones en octubre, diciembre y febrero. Las abundancias más altas se obtienen en julio y agosto (inicio de la época de precipitaciones) con máximos cercanos a los 100 mil millones de células/m³. A partir de septiembre, se obtiene una densidad promedio de $24.533.140.000 \pm 3.839.990.000$ células/m³, que indica una estabilidad en la abundancia del microfítobentos incluso en épocas de mayor inestabilidad de los sedimentos, en la que las abundancias registradas varían más por el tipo de sustrato que por la zona (Figura 15).

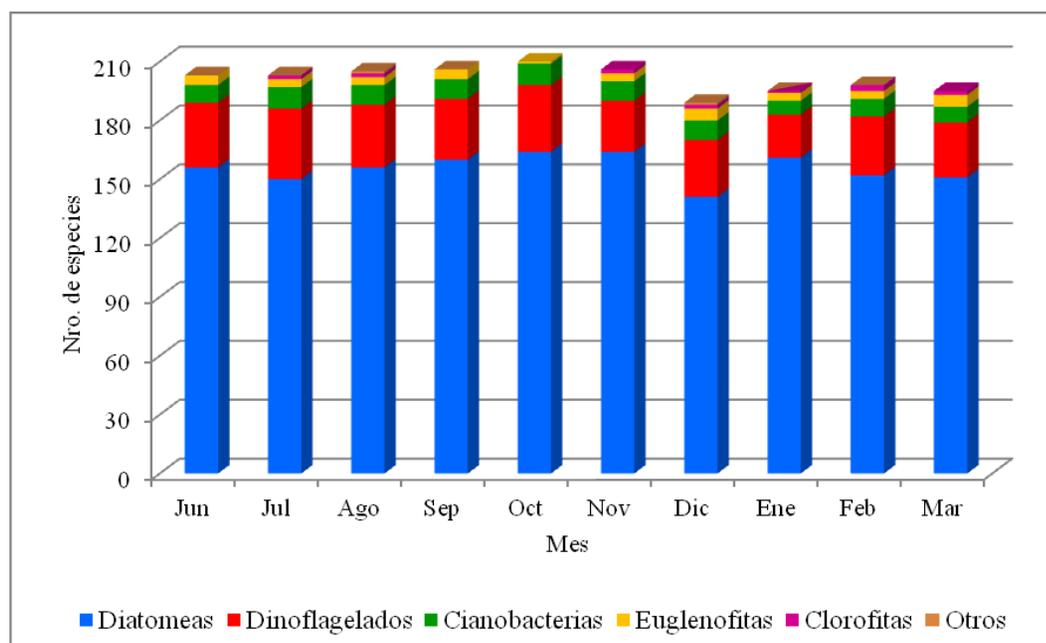


Figura 13. Variación mensual de la riqueza de las microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

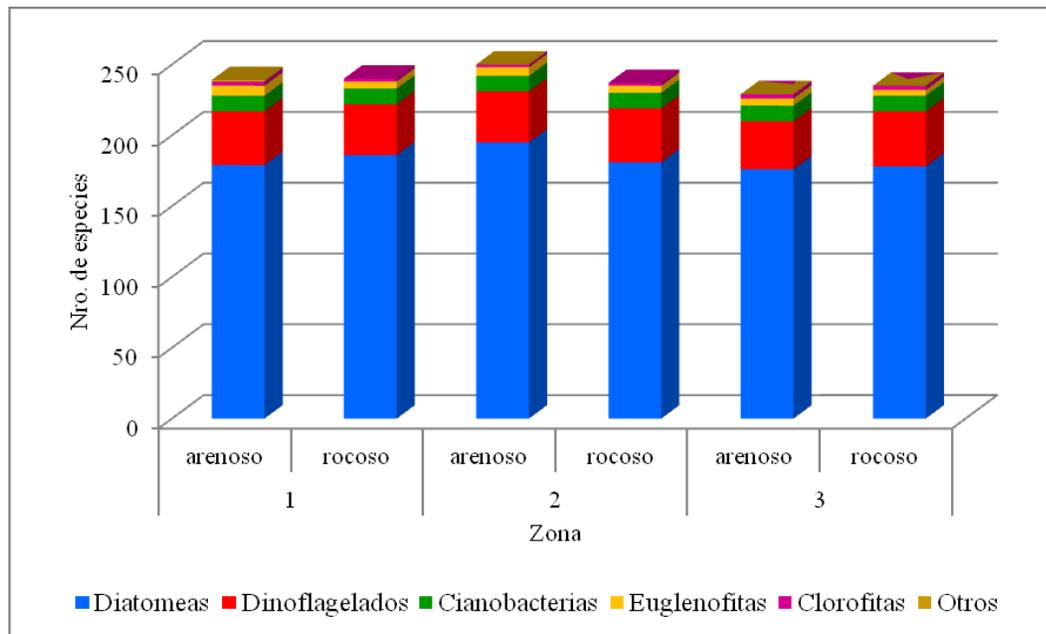


Figura 14. Variación espacial de la riqueza de las microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

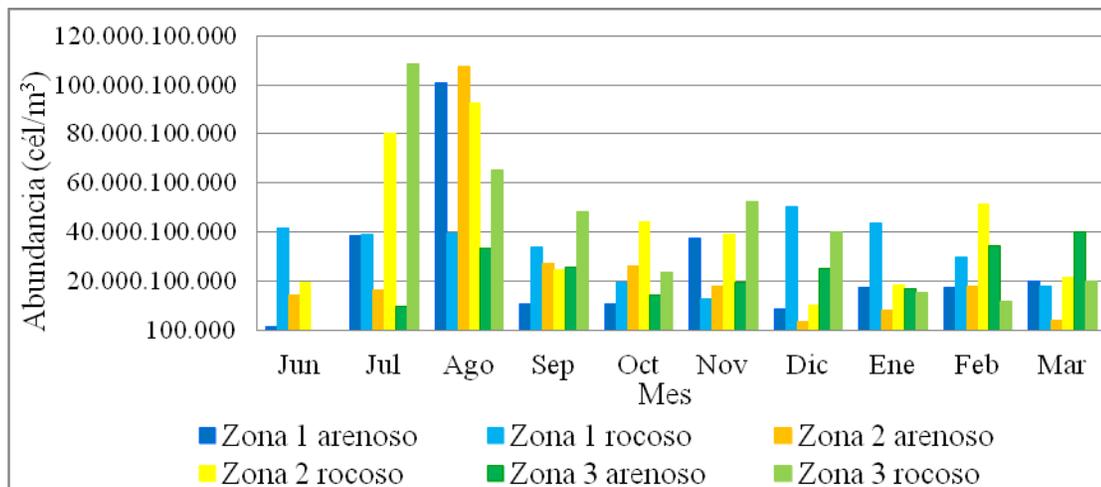


Figura 15. Variación mensual de la abundancia media por zona y sustrato de las microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Al hacer el análisis por grupos, se observa que durante los meses evaluados, la proporción de abundancias varía en mayor magnitud en las diatomeas y

cianobacterias. Esto se debe al aumento de la densidad de cianobacterias en julio y agosto, en la que se alcanzan promedios de $27.558.350.000 \text{ cél/m}^3$ y $22.230.320.000 \text{ cél/m}^3$, respectivamente, los cuales representan unos incrementos importantes con relación al resto de los meses, los cuales exhiben densidades promedios entre $1.288.210.000 \text{ cél/m}^3$ en marzo y $6.335.970.000 \text{ cél/m}^3$ en noviembre con una media general de $4.845.990.000 \pm 2.178.170.000 \text{ cél/m}^3$. En el caso de las diatomeas, las cuales representan el grupo más abundante del microfitobentos, se obtiene una media de $21.416.610.000 \pm 10.176.660.000 \text{ cél/m}^3$ con valores constantes en la mayoría de los meses, a excepción de agosto en la que se alcanza una densidad promedio de $49.334.930.000 \text{ cél/m}^3$. El resto de los grupos manifiestan pocas variaciones, con abundancias medias de $733.250.000 \pm 293.280.000 \text{ cél/m}^3$ en el caso de los dinoflagelados, $231.290.000 \pm 122.460.000 \text{ cél/m}^3$ de euglenofitas y $48.110.000 \pm 43.300.000 \text{ cél/m}^3$ de clorofitas (Figura 16).

Las especies de diatomeas más abundantes fueron: *Amphora angustissima*, *Cocconeis* spp, *Carinasigma recta*, *Fragilaria capucina*, *Navicula arenicola*, *Navicula pavillardii*, *Nitzschia* sp1, *Nitzschia filiformis*, *Nitzschia frustulum*, *Paralia sulcata*, *Stauroneis acuta*, *Thalassiosira aestivalis* y *Thalassiothrix longissima*, las de cianobacterias: *Merismopedia* sp, *Nostoc* sp y *Trichodesmium thiebautii*, los dinoflagelados: *Dinophysis acuminata*, *Dissodinium pseudolunula*, *Gyrodinium estuariale*, *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum* spp y *Scrippsiella acuminata* y las euglenofitas: *Eutreptiella gymnastica* y *Notosolenus ostium*.

Por otra parte, la diversidad biológica del microfitobentos muestra valores superiores a 2,5 bits/ind, siendo menor en julio y agosto con valores cercanos a 2,8 bits/ind, lo cual coincide con las abundancias mayores y biodiversidad superior entre septiembre y marzo con una media de 3,3 bits/ind. Las diferencias más notables de la comunidad microfitobentónica se observaron en julio y agosto, debido a un aumento de las poblaciones de las diatomeas: *Amphora* spp, *Cocconeis* spp, *Leptocylindrus danicus*, *Licmophora abbreviata*, *Nitzschia* spp, *Opephora* spp, *Paralia sulcata*, *Staurisirella*

mutabilis y *Thalassiosira aestivalis*, el dinoflagelado: *Gyrodinium estuariale*, la euglenofita: *Eutreptiella gymnastica* y las cianobacterias: *Chroococcus* y *Merismopedia*. Este aumento coincidió con el inicio de la época de precipitaciones (Figura 6). En general, no se observan diferencias notables entre las tres zonas (Figura 17).

Al aplicar un análisis de similaridad (Anosim) de dos vías anidado a la matriz de abundancia, en el que se establecen las zonas dentro de los meses, se obtuvo que no hay diferencias significativas entre las zonas ($R = 0,13$; $p = 0,6 \%$) pero si entre los meses ($R = 0,677$; $p = 0 \%$), aunque de acuerdo a lo indicado por Schiller (2003), dos grupos que se están comparando, sólo pueden ser considerados totalmente diferentes cuando los valores de R están entre 0,75 y 1. Al hacer la comparación entre los meses, se obtuvo que junio, julio y marzo se diferencian de la mayoría de los meses. Sin embargo, agosto, octubre y diciembre presentan mayor similitud con la mayoría de los meses.

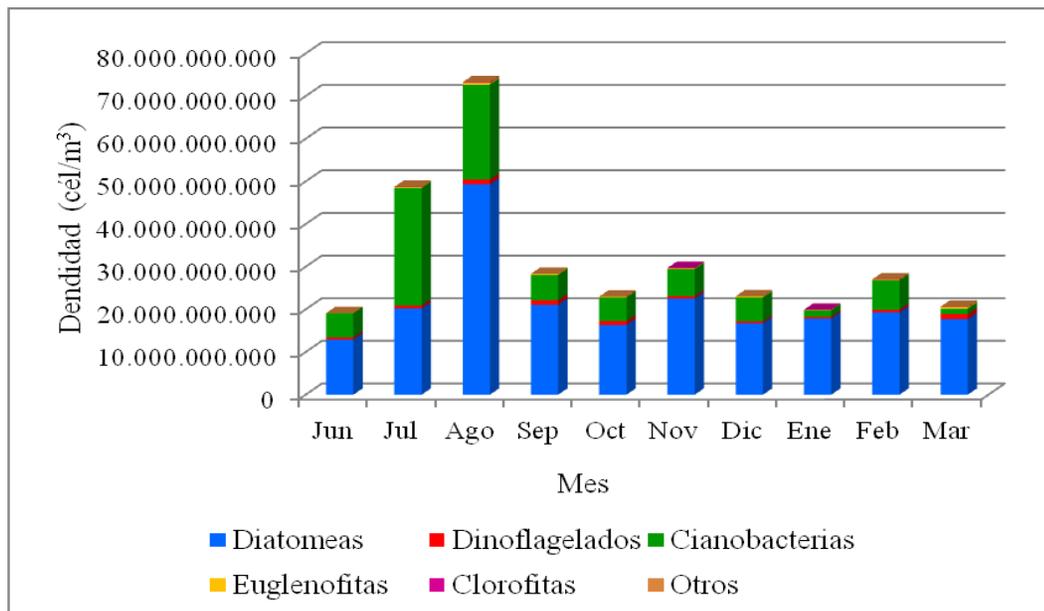


Figura 16. Variación mensual de la abundancia media de los grupos de microalgas bentónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

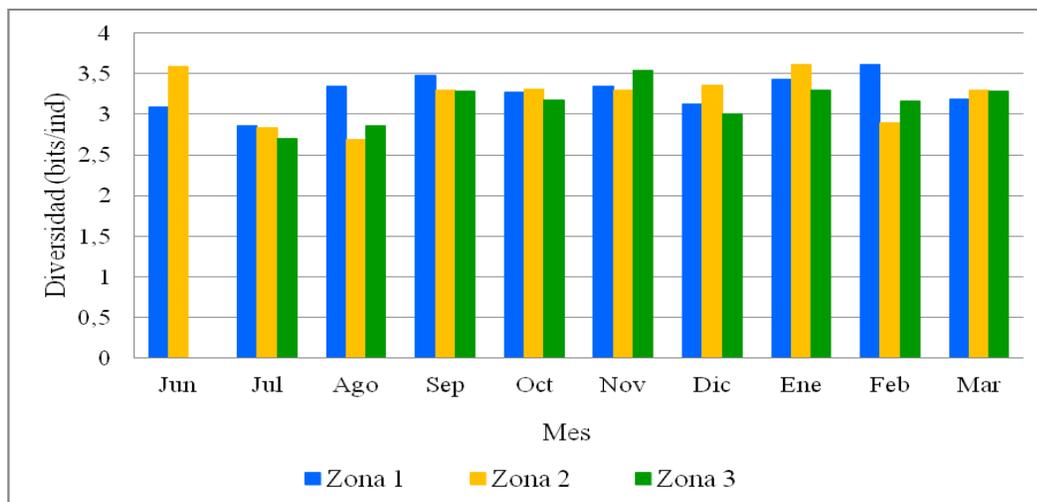


Figura 17. Índice de diversidad biológica de Shannon del microfitorbentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

La prueba SIMPER arroja que dentro de los meses, las muestras presentan similitudes entre 38,7 % en junio y 51,1 % en marzo con fluctuaciones entre los meses. Al comparar los meses, se obtuvo que junio y julio presentaron una similaridad promedio con el resto de los meses de 35,9 % y 37,3 %, respectivamente y entre el resto de los meses se observan similitudes un poco mayor que fluctúan entre 40 y 47 %. Las especies que contribuyen a estas variaciones en la comunidad fueron las cianobacterias: *Merismopedia* y *Trichodesmium thiebautii* y las diatomeas: *Nitzschia* sp1, *Cocconeis* sp, *Amphora angustissima*, *Opephora pacifica*, *Thalassiothrix longissima*, incluyendo algunas especies del género *Navicula*.

En cuanto a la diferenciación de la comunidad en función del tipo de sustrato, la prueba Anosim una vía, no mostró diferencias significativas ($R = 0,263$; $p = 0 \%$), sin embargo en el análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS), a pesar que hay muestras de un sustrato que se agrupan con el resto de las muestras de otro sustrato, se puede observar que la mayoría de ellas presentan una diferenciación clara que sugiere que la comunidad pudiera variar en función del tipo de sustrato (Figura 18). La prueba SIMPER indica una similaridad

entre las muestras del sustrato arenoso del 44,88 % en la que especies como *Nitzschia* sp1, *Amphora angustata*, *Merismopedia* spp, *Cocconeis* sp, *Navicula pavillardii*, *Carinasigma recta*, *Thalassisira aestivalis*, *Nitzschia frustulum*, *Stauroneis acuta* y *Cocconeis sublittoralis* contribuyeron al 70 % de esta similaridad. En el caso del sustrato rocoso, se obtiene una similaridad entre las muestras de 43 %, en la que además de las mismas especies mencionadas para el sustrato arenoso, *Paralia sulcata*, *Thalassiothrix longissima*, *Navicula arenicola*, *Nostoc* spp, *Fragilaria capucina* y *Trichodesmium thiebautii*. Entre ambas zonas, hay una similaridad de 38,38 %.

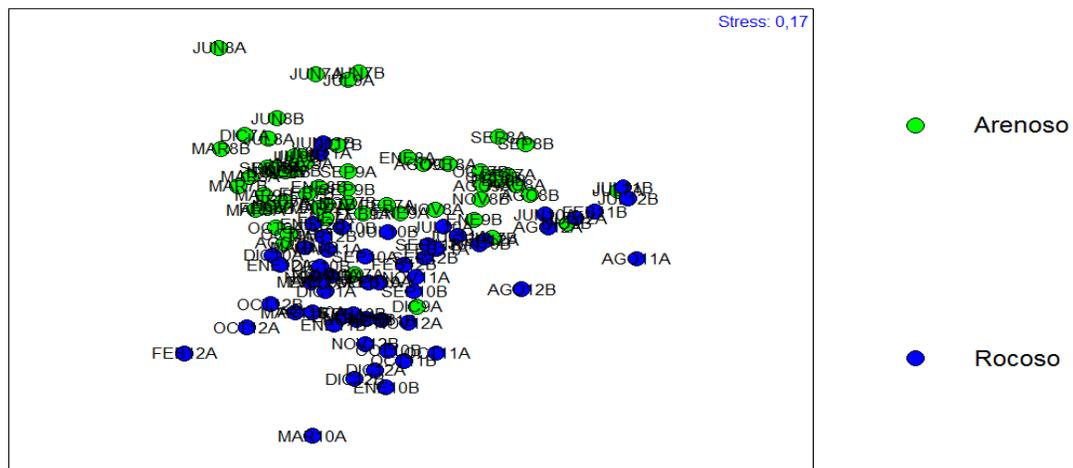


Figura 18. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia de microalgas bentónicas en los sustratos arenoso y rocoso de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Composición taxonómica y abundancia del microfitoplancton

El microfitoplancton estuvo constituido por 343 especies de microalgas distribuidas en 203 diatomeas, 132 dinoflagelados, 4 cianobacterias y 4 euglenofitas (Figura 19, Anexo 1). Las especies más frecuentes fueron las diatomeas: *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus centralis*, *Guinardia striata*, *Isthmia enervis*, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus danicus*, *Licmophora abbreviata*, *Navicula* sp2, *Nitzschia frustulum*,

Nitzschia longissima, *Nitzschia sigma*, *Pleurosigma angulatum*, *Proboscia alata*, *Rhizosolenia imbricata*, *Rhizosolenia styliformis*, *Striatella unipunctata*, *Thalassionema nitzschioides*, los dinoflagelados: *Dinophysis caudata*, *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum gracile*, *Tripos dens*, *Tripos furca*, *Tripos fusus*, *Tripos macroceros* y la cianobacteria: *Trichodesmium thiebautii*.

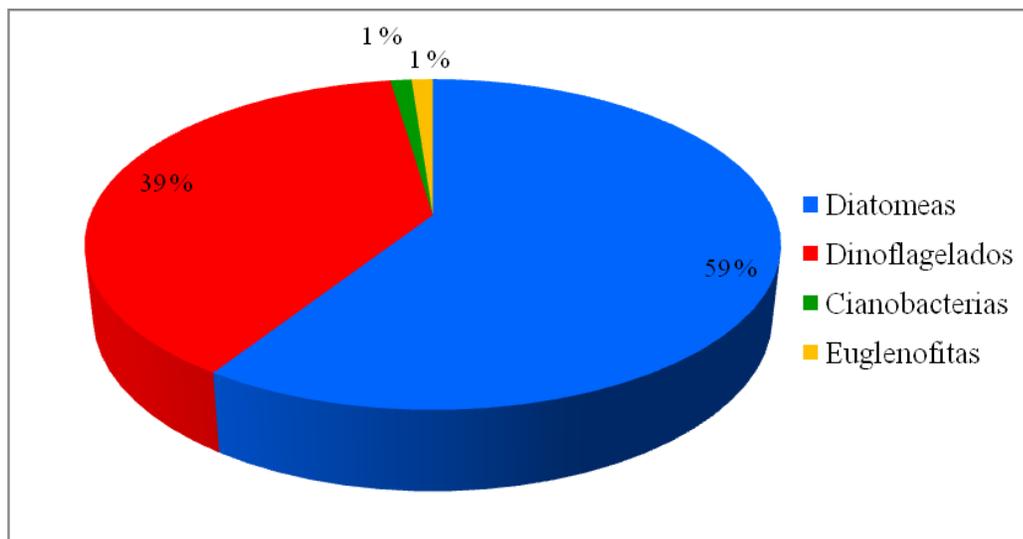


Figura 19. Riqueza porcentual del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

El microfitoplancton presentó una variación mensual bien pronunciada en en que se alcanza la riqueza menor en julio con 42 especies y comienza a aumentar progresivamente hasta alcanzar su máximo en enero y febrero con 172 especies. En cuanto a la distribución porcentual por grupos, se observa que las diatomeas presentan la proporción mayor de especies durante todos los meses, seguida por los dinoflagelados, aunque con variaciones ligeras en la que se duplica el número de diatomeas con respecto a los dinoflagelados solo en agosto, septiembre y octubre. A partir de noviembre comienza a incrementarse el número de dinoflagelados, alcanzando 70 especies en enero, lo cual indica una riqueza mayor en época de sequía (Figura 20). Especialmente, no se observan diferencias notables en el número y distribución de las especies por grupo en las tres zonas establecidas, por lo que

podiera considerarse una comunidad homogénea a lo largo de toda la zona de estudio (Figura 21).

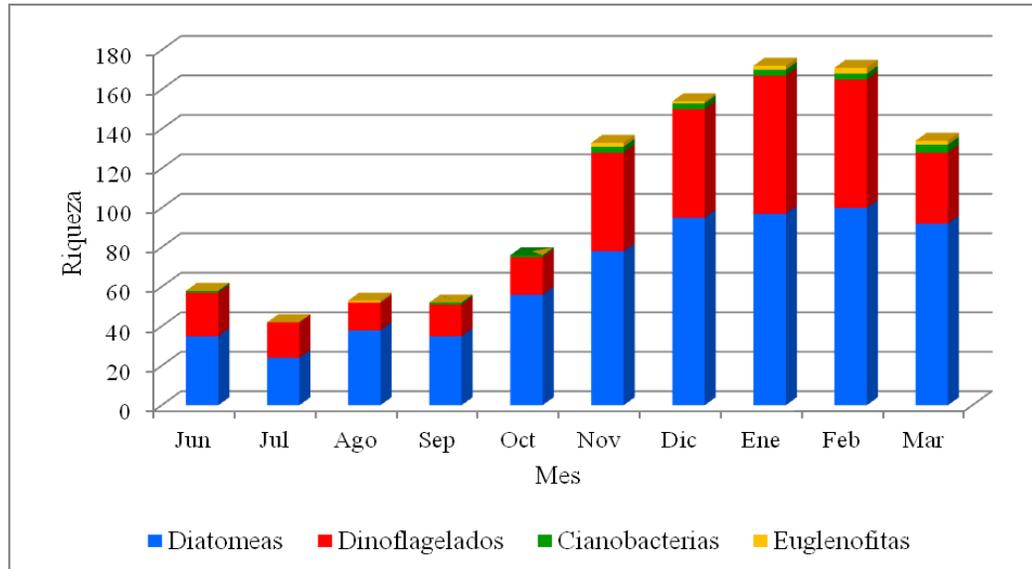


Figura 20. Variación mensual de la riqueza del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

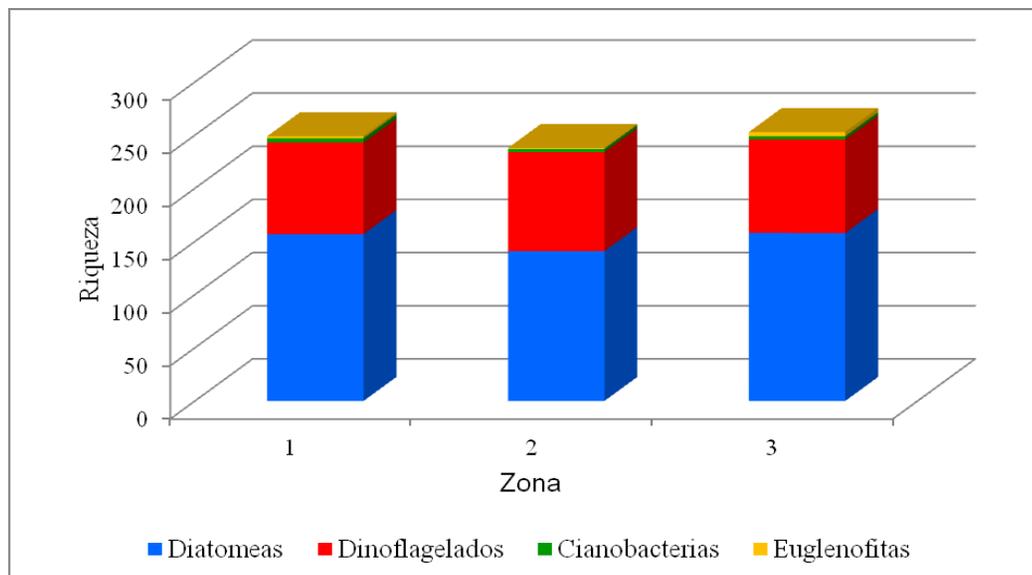


Figura 21. Variación espacial de la riqueza del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Con relación a la abundancia, se observan densidades similares entre junio y septiembre, sin variaciones considerables entre las tres zonas, con una media de 839 ± 814 cél/l, que comienza a ascender progresivamente hasta febrero, cuando se alcanza una densidad promedio de 156.333 ± 56.228 cél/l, con variaciones importantes entre las tres zonas. Sin embargo, en marzo ocurre un descenso abrupto a 7.732 ± 1.313 cél/l (Figura 22).

Al hacer el análisis por grupos, se observa que durante los meses evaluados, la abundancia de todos los grupos y su proporción sobre la comunidad son fluctuantes, aunque siempre las diatomeas dominan la comunidad. En el caso de las diatomeas, el estudio inicia en junio con 1.610 ± 528 cél/l, desciende hasta alcanzar una densidad de 302 ± 49 cél/l en septiembre, luego se obtiene un máximo de 15.948 ± 13.886 cél/l en octubre, vuelve a descender a 7.826 ± 5.480 cél/l en noviembre y comienza a aumentar progresivamente hasta alcanzar su máximo en febrero con 144.301 ± 58.214 cél/l. En el caso de los dinoflagelados, se observa un patrón similar al de las diatomeas con un mínimo en septiembre con $54,5 \pm 32,5$ cél/l y un máximo en enero de 12.173 ± 9.013 cél/l que se mantiene más o menos constante hasta febrero. Finalmente, las cianobacterias presentan densidades muy bajas durante todo el estudio con promedios máximos de 1.668 ± 2.053 cél/l en noviembre y 5.335 ± 4.740 cél/l en diciembre (Figura 23).

Las especies de diatomeas más abundantes fueron: *Chaetoceros socialis*, *Rhizosolenia setigera*, *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros didymus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Helicotheca tamesis*, *Isthmia enervis*, *Psammodiscus nitidus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros danicus*, *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, *Guinardia striata*, *Navicula* sp2, *Chaetoceros compressus*, *Leptocylindrus danicus*, los dinoflagelados: *Ostreopsis siamensis*, *Dinophysis caudata*, *Protoperdinium pallidum*, *Prorocentrum rhathymum*, *Tripos furca*, *Ostreopsis ovata*, *Protoperdinium divergens*, *Scrippsiella acuminata*, *Gymnodinium* sp y la cianobacteria: *Trichodesmium thiebautii*.

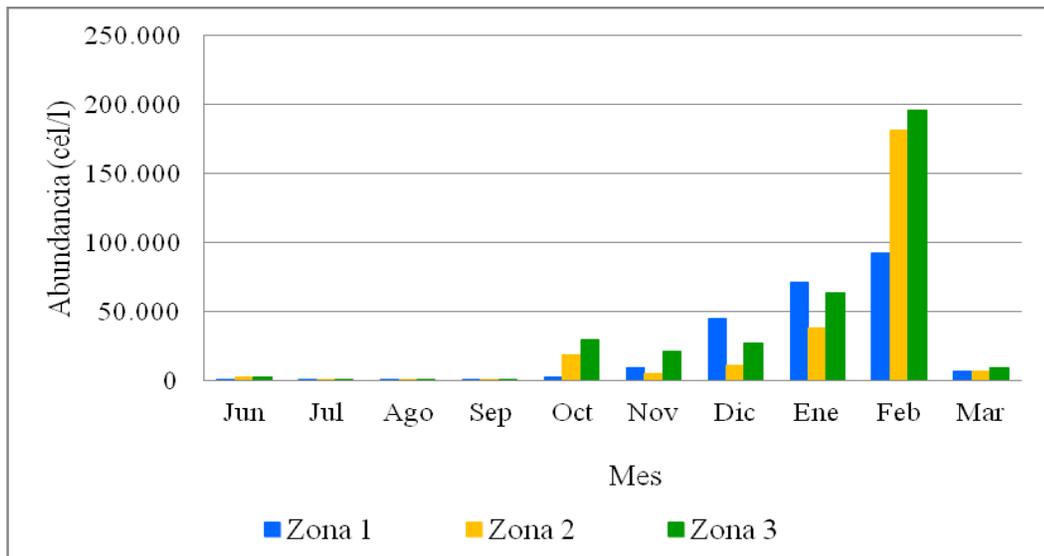


Figura 22. Variación mensual de la abundancia media del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

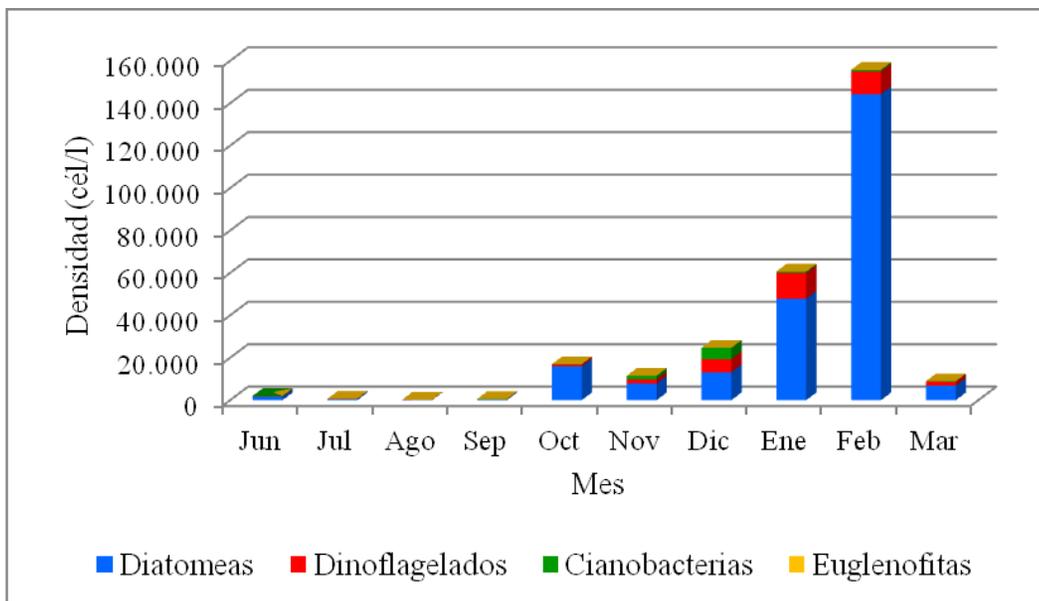


Figura 23. Variación mensual de la abundancia media del microfitoplancton por grupos funcionales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Con respecto a la diversidad del fitoplancton, se obtuvo valores del índice de Shannon entre 1,8 y 3,4 bits/ind, en la que se presentan variaciones más apreciables entre las zonas a partir de noviembre en el cual hay un aumento de la diversidad de $2,1 \pm 0,2$ bits/ind entre junio y octubre a $2,8 \pm 0,4$ bits/ind entre noviembre y enero (Figura 24). Este comportamiento está relacionado con el aumento de la riqueza y abundancia de especies observados a partir de noviembre (Figuras 18 y 20).

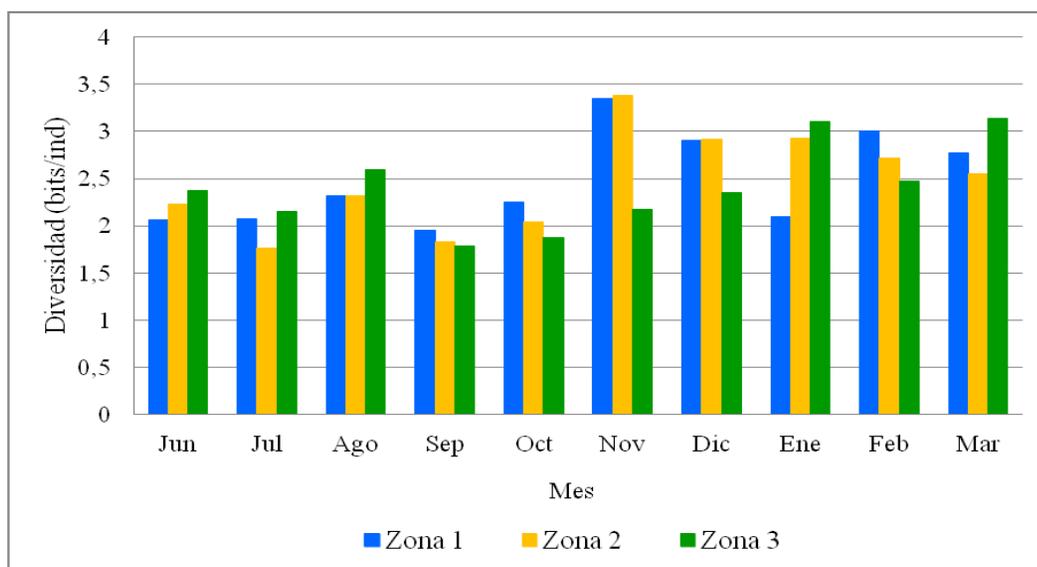


Figura 24. Índice de diversidad biológica de Shannon del microfitoplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Al aplicar un Anosim dos vías anidado, en el que se establecen las zonas dentro de los meses, se obtuvo que no hay diferencias significativas entre las zonas ($R = -0,056$; $p = 69,9 \%$) pero si entre los meses ($R = 0,89$; $p = 0 \%$). La prueba *a posteriori* para comparar cada uno de los meses, indica que todos los meses son diferentes entre sí, a excepción de noviembre y diciembre que muestran más similitud. Sin embargo, el NMDS indica la formación de dos grupos de meses de acuerdo a su similitud, siendo el primero entre junio y octubre y el segundo entre noviembre y marzo (Figura 25).

La prueba SIMPER arroja que dentro de los meses, las muestras presentan similitudes

entre 18,8 % en septiembre y 34,1 % en noviembre con una media de $27,63 \pm 5,12$ % entre junio y diciembre, que varía a partir de enero con aumentos mes a mes hasta alcanzar una similitud de 57,91 % en marzo. Al comparar los meses, se obtienen porcentajes de similitud entre 4 % y 34,9 %, que inicia con 22,32 % entre junio y julio, comienza a descender paulatinamente hasta alcanzar una similitud de 9,1 % entre septiembre, octubre y noviembre, luego se alcanzan dos máximos entre noviembre y diciembre con 31,6 % y enero y febrero con 34,9 % para descender a 6,3 % entre febrero y marzo. Las especies que contribuyeron a estas diferencias fueron las diatomeas: *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros debilis*, *Chaetoceros didymus*, *Chaetoceros socialis*, *Climacodium frauenfeldianum*, *Guinardia striata*, *Helicotheca tamesis*, *Isthmia enervis*, *Leptocylindrus danicus*, *Navicula* sp2, *Navicula arenicola*, *Nitzschia frustulum*, *Paralia sulcata*, *Psammodiscus nitidus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, *Rhizosolenia setigera*, *Skeletonema costatum*, *Synedra pulchella* var. *flexella*, *Tabularia fasciculata*, *Thalassionema nitzschioides*, la cianobacteria: *Trichodesmium thiebautii* y los dinoflagelados: *Dinophysis caudata*, *Ostreopsis siamensis*, *Prorocentrum rathymum*, *Tripes horridus* y *Tripes lineatus*.

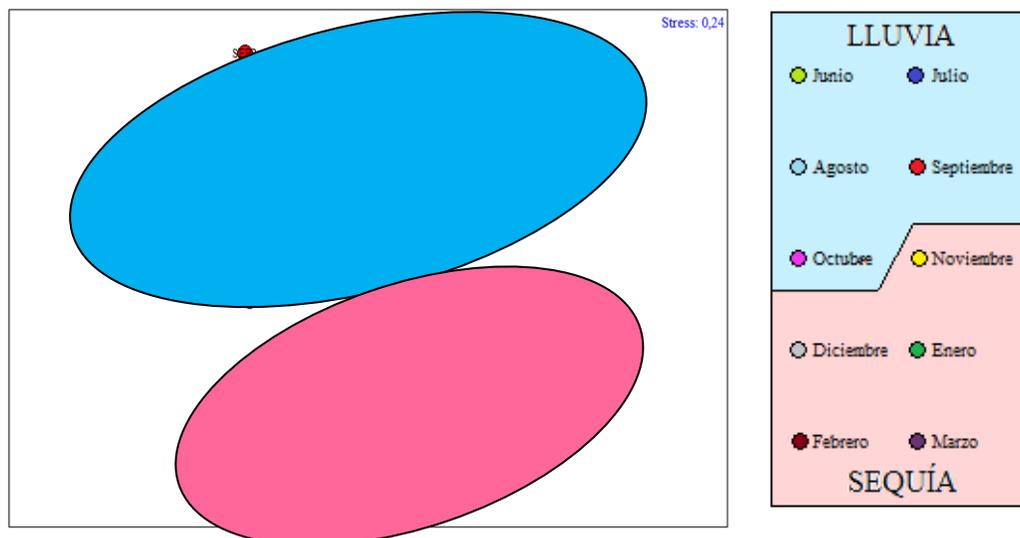


Figura 25. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia de microalgas planctónicas de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Composición taxonómica y abundancia del zooplancton

El zooplancton marino estuvo representado por 121 especies, distribuidas en 12 phyla, de los cuales se identificaron 23 clases, 43 órdenes, 73 familias y 84 géneros (Anexo 2). Los taxa estuvieron representados por los siguientes phyla: Arthropoda con 5 clases, 12 órdenes, 44 familias y 64 especies, de los cuales se pueden mencionar: 44 copépodos que representan el 36 % de la riqueza de especies, 7 decápodos, 3 cladóceros, 3 anfípodos, 2 isópodos, 2 cirripedios, 1 cumáceo, 1 ostrácodo y 1 misidáceo; Cnidaria con 3 clases, 9 órdenes, 11 familias y 26 especies; Chordata con 5 clases, 4 órdenes, 4 familias y 9 especies; Chaetognata con 1 clase, 2 órdenes, 2 familias y 6 especies; Mollusca con 2 clases, 5 órdenes, 5 familias y 5 especies y Echinodermata con 3. También se identificaron otros grupos taxonómicos con una riqueza entre 1 y 2 especies, pertenecientes a los phyla: Bryozoa, Ciliophora, Ctenophora, Radiozoa, Annelida y Foraminífera (Figura 26).

De esta riqueza, las especies más frecuentes fueron los copépodos: *Acartia (Acanthacartia) spinata*, *Acartia (Odontacartia) lilljeborgii*, *Clausocalanus furcatus*, *Farranula gracilis*, *Oithona* spp, *Oncaea* spp, *Temora turbinata*, *Subeucalanus crassus* y *Corycaeus* spp, los cnidarios: *Bouganvillia* sp, *Eudoxoides spiralis* y *Diphyes dispar*, los cladóceros: *Penilia avirostris* y *Pseudoevadne tergestina* y las larvas: zoeas, cifonauta, de bivalvos, gasterópodos, poliquetos, cipris de Cirripedios y nauplio de copépodos. Por otro lado, se tiene que el 45 % de las especies identificadas son carnívoras, 30 % omnívoras, 24 % herbívoras y 1 % parásitas.

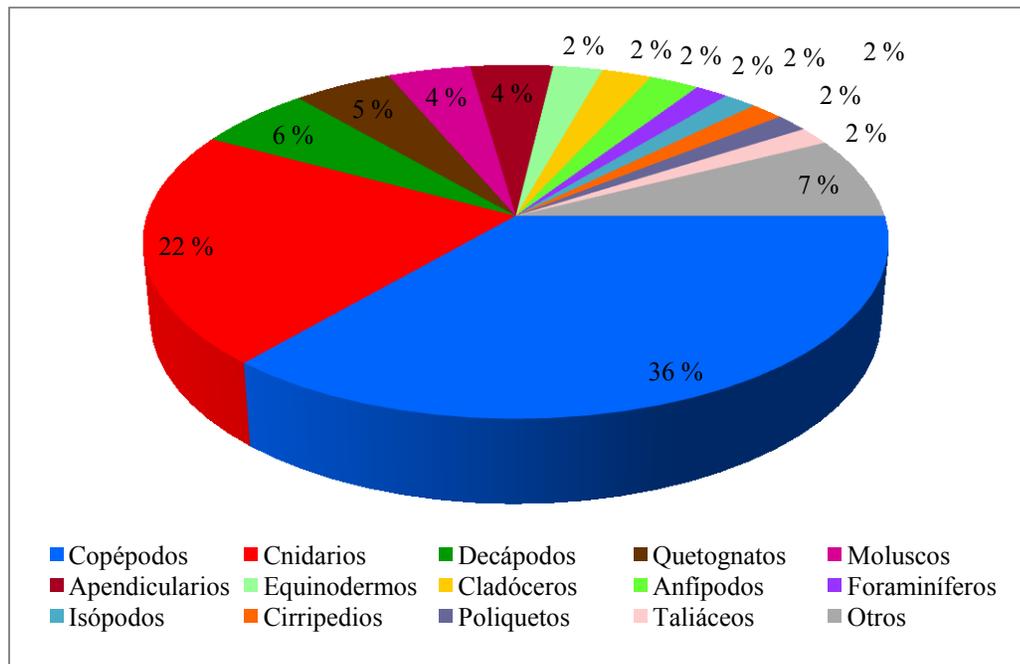


Figura 26. Riqueza porcentual del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Temporalmente, se observan dos picos durante el periodo de muestreo, uno en julio con 68 especies y el otro en enero con 67, mientras que en octubre y noviembre, se obtienen las riquezas más bajas con 37 y 41 especies, respectivamente (Figura 27). Estos cambios temporales en la riqueza se deben a variaciones en los grupos más importantes. En el caso de los copépodos, se alcanza el mayor número de especies en agosto y enero con 27 especies, por la aparición de especies como: *Copilia mirabilis*, *Labidocera aestiva*, *Mecynocera clausi*, *Pleuromamma gracilis*, *Rhincalanus cornutus*, *Scolecithrix danae*, *Sapphirina angusta* y *Subeucalanus subtenuis*. Mientras que los cnidarios presentan sus máximos en agosto, diciembre y enero con 9, 10 y 14 especies respectivamente, por la aparición de las especies: *Abylopsis eschscholtzi*, *Bouganvillia britanica*, *Eutima mira*, larvas de Anthozoa y otros cnidarios, *Muggiaea kochii* y *Obelia* sp, obteniéndose las riquezas más bajas en junio y septiembre con 4 especies.

Espacialmente, se observa que la zona 2 obtuvo la riqueza mayor con 103 especies, mientras que la 1 y la 3 presentaron una riqueza de 88 y 90 especies, respectivamente. Sin embargo, es notable que todos los grupos identificados estén en las tres zonas con una proporción similar (Figura 28). Al comparar las especies por grupos funcionales en las tres zonas, se observa que de las 44 especies de copépodos identificadas en este estudio, 29 se encuentran en las tres zonas, mientras que 37 coinciden en las zonas 1 y 2, 31 en las zonas 1 y 3 y 32 en las 2 y 3. De estas especies, *Lubbockia squillimana* y *Paracalanus quasimodo* sólo se observaron en la zona 2. En cuanto a los cnidarios, que son el segundo grupo más importante en cuanto al número de especies, de las 32 identificadas en este estudio, 15 se encuentran en las tres zonas, mientras que entre las zonas 1 y 2 coinciden 19 especies, 17 entre las zonas 1 y 3 y 19 entre las 2 y 3. De estas, las especies *Muggiaea atlantica*, *Liriope tetraphylla*, *Solmaris leucostyla* e hidrozoos del género *Obelia* sp en su forma colonial sólo se observaron en la zona 1, mientras que *Lensia cossack* sólo se presentó en la zona 2.

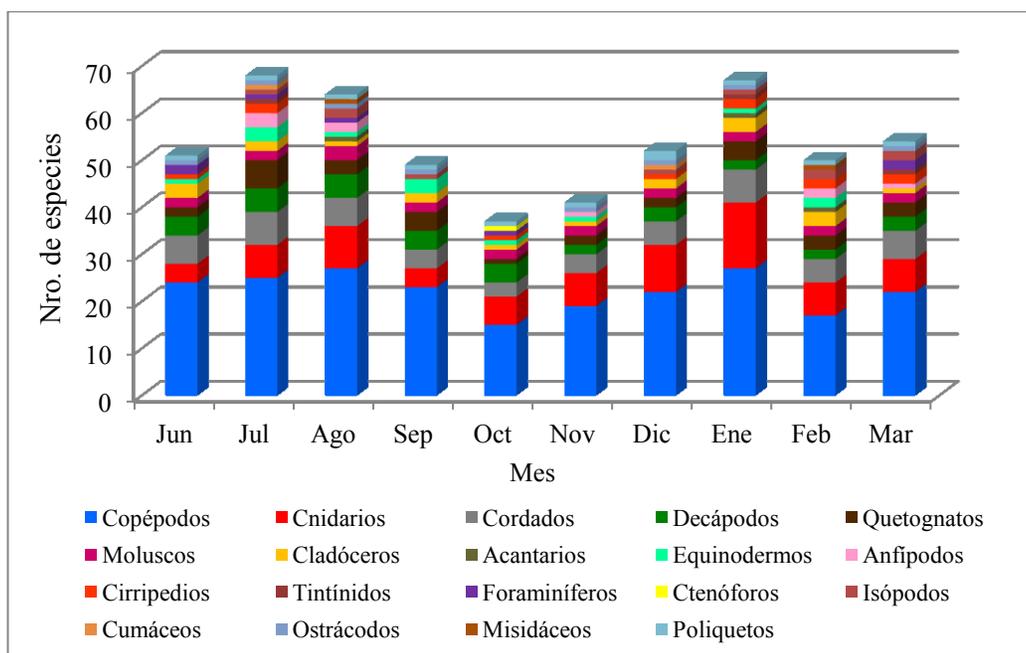


Figura 27. Variación mensual de la riqueza del zooplancton por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

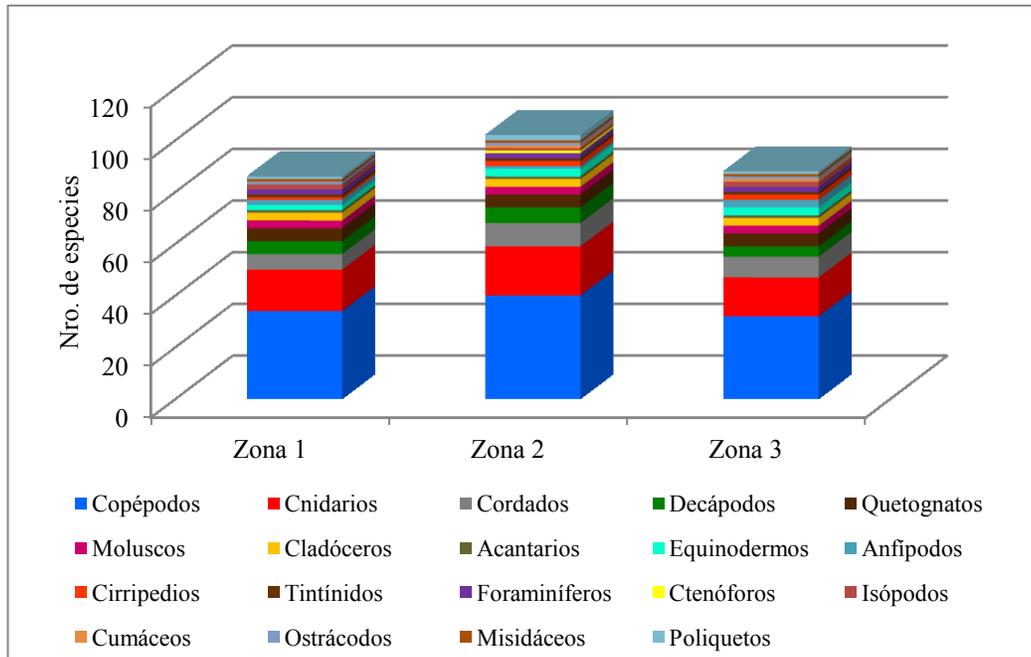


Figura 28. Variación espacial de la riqueza del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

En cuanto a la abundancia, se observa una distinción en cuanto a su variabilidad espacial y temporal (Figura 29). Espacialmente, la zona 2 presentó la mayor abundancia con una media de $110 \pm 64 \text{ ind/m}^3$, seguida por la 3 con $70 \pm 67 \text{ ind/m}^3$ y la zona 1 con $28 \pm 14 \text{ ind/m}^3$. Las tres zonas mostraron patrones temporales diferentes aunque en general, las abundancias fueron superiores a finales de la época de lluvia y la de sequía. La zona 1 presentó abundancias mayores en octubre, diciembre, enero y marzo con valores superiores a los 41 ind/m^3 y las más bajas en junio y noviembre con 10 ind/m^3 . La zona 2 mostró un patrón más uniforme en la que se obtienen las mayores abundancias en época de lluvia con $163 \pm 25 \text{ ind/m}^3$, siendo *Acartia (Odontacartia) lilljeborgii*, *Clausocalanus furcatus*, *Corycaeus* spp, *Farranula gracilis*, *Oithona* spp, *Oncaea* spp, larvas zoea y el cladóceros *Penilia avirostris* las especies más abundantes en algunos de estos meses. A partir de noviembre, la abundancia comienza a descender, alcanzándose las más bajas en época de sequía con densidades de 39 ind/m^3 en diciembre, 12 ind/m^3 en febrero y 43 ind/m^3 en marzo. La zona 3 mostró variaciones fluctuantes entre los meses, alcanzando las abundancias

más altas en junio y septiembre con 189 y 183 ind/m³, respectivamente. En el primer aumento, la especie que más contribuyó a esta abundancia fue el copépodo *Oncaea* sp con 155 ind/m³, mientras que en el de septiembre fueron los copépodos: *Acartia spinata* con 61,24 ind/m³, *Clausocalanus furcatus* con 28,96 ind/m³ y *Acartia lilljeborgii* con 17,43 ind/m³.

Al hacer el análisis por grupos taxonómicos, se observa que durante el periodo de muestreo, la abundancia de todos los grupos y su proporción sobre la comunidad son fluctuantes. Por ejemplo, los copépodos, que son el grupo más abundante de la comunidad, presentan abundancias medias entre 5 ind/m³ en febrero y 86 y 97 ind/m³ en junio y septiembre, respectivamente, ocupando el 35 %, 75 % y 80 % de la abundancia total del zooplancton en estos tres meses. Los cnidarios presentan densidades entre 0,5 ind/m³ en junio y 16,4 ind/m³ en agosto, respectivamente con un porcentaje promedio sobre la comunidad del 2 %, aunque en agosto, los cnidarios llegaron a ocupar el 22 % de la abundancia del zooplancton. Otro grupo importante fue el de los cordados, que varió entre 2,2 ind/m³ en octubre y 13,9 ind/m³ en agosto, ocupando un porcentaje entre 5 % en junio y 19 % en agosto y febrero. Finalmente, cabe destacar dos grupos pertenecientes al phylum Arthropoda: los cladóceros, que presentaron densidades entre 0,16 ind/m³ en agosto y 16,4 ind/m³ en junio, así como porcentajes sobre la comunidad de 0,22 % en agosto y 27,6 % en febrero y los decápodos con densidades entre 1,1 ind/m³, finalizando la época de lluvia (noviembre; 1,7 %) y 13,5 ind/m³ finalizando la de sequía (julio; 17,6 %) (Figura 30).

La biomasa húmeda presentó valores variados durante todo el periodo de muestreo con un promedio de 0,046 g/m³. Los meses que presentaron valores medios mayores de biomasa fueron septiembre y noviembre con 0,078 g/m³ y 0,079 g/m³, respectivamente y los menores fueron febrero y marzo con 0,03 g/m³ y 0,026 g/m³, respectivamente. También se observan fluctuaciones en las tres zonas, en julio y agosto de 2014 y enero de 2015. En el primer caso, mientras la biomasa aumenta en las zonas 1 y 3, disminuye ligeramente en la 2; en agosto, mientras hay un aumento

en la zona 1, se reduce en las otras y en enero, mientras disminuye progresivamente en las zonas 1 y 3, hay un aumento abrupto en la zona 2. Por otro lado, entre las zonas establecidas, se observa que la 2 presentó mayor biomasa húmeda que la zona 3 con valores fluctuantes y esta a su vez, mayor que la zona 1 con los promedios siguientes: $0,058 \text{ g/m}^3$, $0,049 \text{ g/m}^3$ y $0,031 \text{ g/m}^3$, respectivamente. Sin embargo, en líneas generales se observa que los valores mensuales de la biomasa húmeda zooplanctónica se encuentran en el mismo orden de magnitud (Figura 31).

Con relación al índice de biodiversidad, se observan variaciones tanto temporales como espaciales, en los que se obtienen valores en un intervalo entre 1,74 y 2,86 bits/ind. Espacialmente, se obtienen los valores más bajos en la zona 1 con una media de 2,24 bits/ind, seguida por la zona 3 con 2,35 bits/ind y la 2 con 2,42 bits/ind. Temporalmente, se observan dos máximos, el primero entre julio y agosto con 2,55 bits/ind y el segundo entre diciembre y enero con 2,54 bits/ind, obteniéndose los valores más bajos en junio con 1,97 bits/ind, septiembre con 2,06 bits/ind y octubre con 2,16 bits/ind (Figura 32). Este patrón temporal coincide con el de la riqueza de especies.

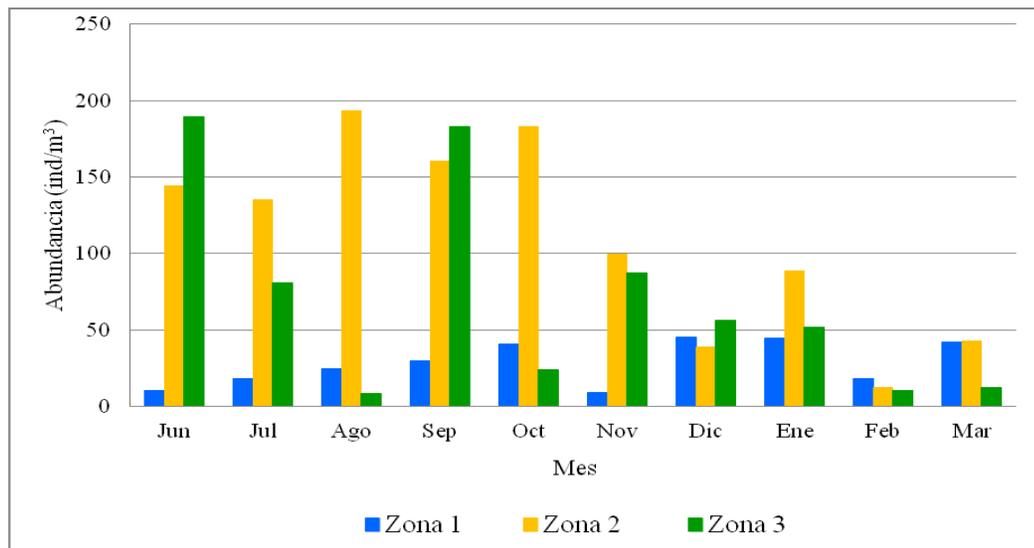


Figura 29. Variación mensual de la abundancia media del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

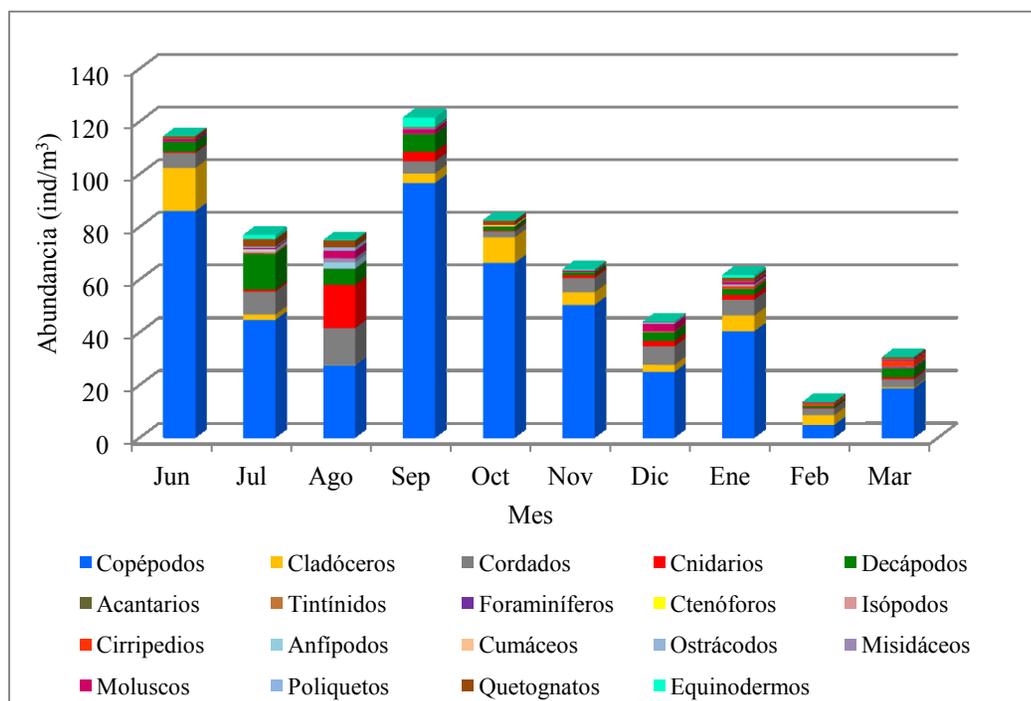


Figura 30. Variación mensual de la abundancia media del zooplancton por grupos funcionales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

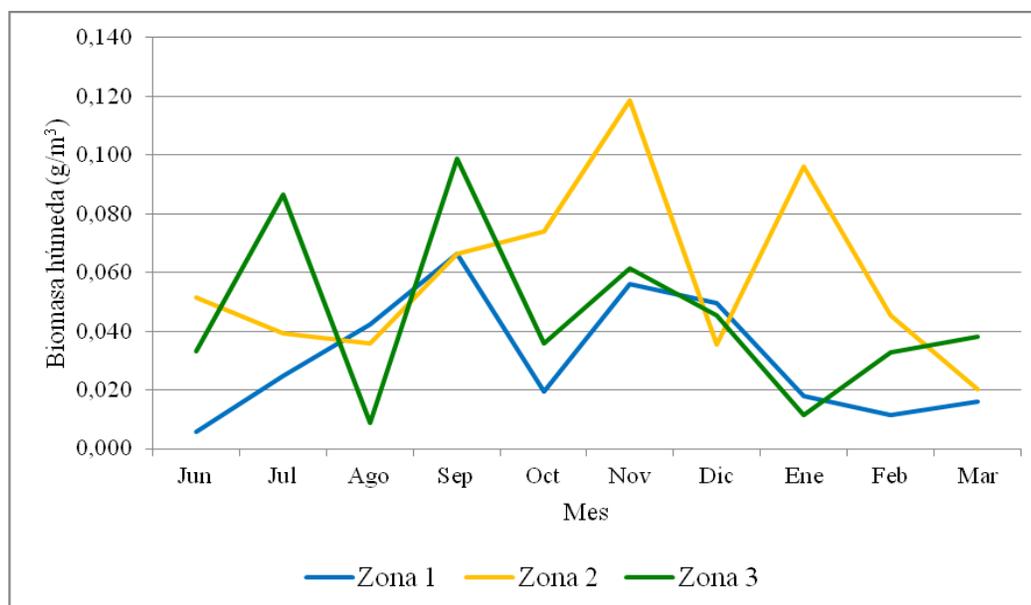


Figura 31. Variación espacial y temporal de la biomasa húmeda zooplanctónica de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

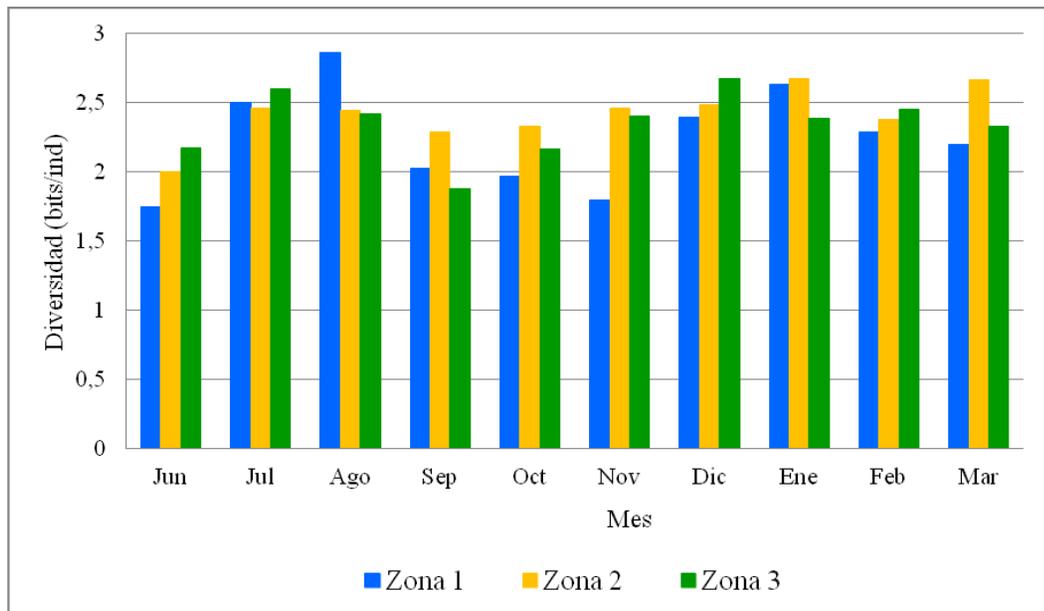


Figura 32. Índice de diversidad biológica de Shannon del zooplankton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

A pesar de las variaciones espaciales y temporales descritas con las figuras anteriores, la prueba Anosim dos vías, en el que las zonas están anidadas dentro de los meses, muestra que no hay diferencias significativas entre las zonas ($R = -0,033$; $p = 64,1\%$) pero si entre los meses ($R = 0,52$; $p = 0\%$). La prueba *a posteriori* para comparar cada uno de los meses, indica diferencias entre junio con julio, septiembre, octubre y febrero; julio con enero y febrero; agosto con septiembre, octubre y febrero; septiembre con noviembre y febrero; octubre, noviembre y diciembre con enero y febrero y entre enero y febrero. Sin embargo, en el NMDS se observa una nube de puntos sin formación de grupos aislados que indican que no hay diferencias notables entre las épocas de lluvia y sequía (Figura 33).

La prueba SIMPER arrojó una similitud media en la zona 1 de 26,19 %, siendo las especies que contribuyeron con más de un 70 % de dicha similitud: *Oithona* spp, *Clausocalanus furcatus*, *Acartia spinata*, huevos de peces, larvas de crustáceos, *Corycaeus* spp y *Temora turbinata*. La zona 2 arrojó una similitud media de 27,47 %, siendo las especies que contribuyeron con más de un 70 % de dicha similitud: *Oithona* spp, *Clausocalanus furcatus*, *Acartia spinata*, huevos de peces, larvas de crustáceos, *Corycaeus* spp y *Temora turbinata*.

en la que contribuyeron en mayor proporción las especies: *Clausocalanus furcatus*, *Oithona* spp, *Temora turbinata*, huevos de peces, *Corycaeus* spp, *Oncaea* spp, *Acartia lilljeborgii* y larvas de decápodos. Por último, la zona 3 arrojó una similitud media de 29,73 %, representada por las mismas especies de las zonas 1 y 2, observándose similitud en la estructura de la comunidad del zooplancton de las tres zonas con una variabilidad entre muestras similar en la que las mismas especies contribuyen a la semejanza entre muestras de una misma zona.

Temporalmente, se obtuvo que las muestras obtenidas en cada mes de muestreo presentan similitudes distintas en función de la época que se capturaron las muestras, siendo mayor en octubre con 43,74 % y las menores en junio, agosto y marzo con 19,6 %, 23,7 % y 20,4 %, respectivamente. En cuanto a la similitud de los meses, se obtiene que junio tiene una similitud media con el resto de los meses de $24,3 \pm 31,2$ % en la que los copépodos: *Oncaea* spp, *Oithona* spp, *Clausocalanus furcatus*, *Corycaeus* spp, *Temora turbinata*, *Acartia lilljeborgii*, *Farranula gracilis*, el cladóceros: *Penilia avirrostri*, las larvas de crustáceos decápodos y los huevos de peces contribuyen en mayor proporción a esta similitud. Julio presentó una similitud media con el resto de los meses de $27,1 \pm 4$ %, agosto $24,7 \pm 2,7$ %, septiembre $26,6 \pm 5,8$ %, octubre $31,5 \pm 6$ %, noviembre $31,0 \pm 5,1$ %, diciembre $30,6 \pm 3,8$ %, enero $29,1 \pm 3,3$ %, febrero $24 \pm 2,8$ % y marzo $23,2 \pm 2,5$ %, observándose mayor similitud entre los meses entre octubre y enero con el resto de los meses.

Es importante mencionar, que durante los meses de muestreos se identificaron especies particulares para cada mes, por ejemplo, la especie *Acartia lilljeborgii*, solo estuvo presente en julio; mientras que las larvas de crustáceos fueron más abundantes en agosto; las larvas cifonauta estuvieron presentes sólo en septiembre y las especies *Oikopleura* spp, larvas cypri de Cirripedio y *Pseudoevadne tergestina* estuvieron presentes en febrero, marcando una gran diferencia con el resto de los meses, en cuanto a la similitud de especies se refiere. Sin embargo, existieron especies que se

mantuvieron constantes durante casi todos los meses de muestreos, tales como: *Oithona* spp, *Clausocalanus furcatus*, *Temora turbinata* y *Oncaea* spp.

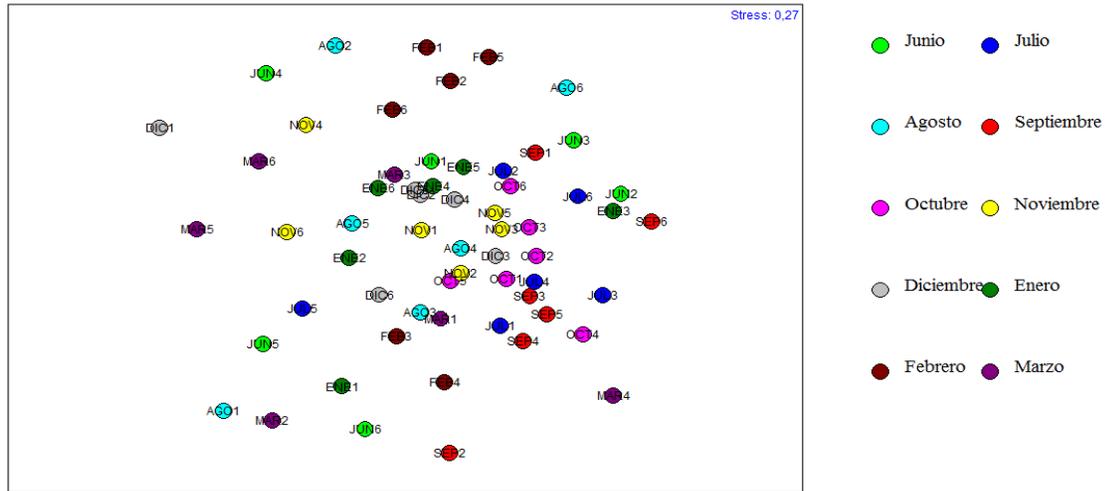


Figura 33. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Composición taxonómica y abundancia del meiobentos

La meiofauna de la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés estuvo representado por 164 especies, distribuidos en 14 phyla (Anexo 2). Los phyla con mayor número de especies fueron: Arthropoda con 5 clases, 13 órdenes, 39 familias y 43 géneros, de los cuales los copépodos con 48 especies representan el 39,7 % de la riqueza total de especies y 69,7 % de los crustáceos, 8 decápodos, 3 cladóceros, 3 anfípodos, 2 isópodos, 2 cirripedios, 1 estomatópodo, 1 ostrácodo y 1 misidáceo; Foraminifera con 34 especies; Cnidaria con 16, Mollusca con 13, Chordata con 9 y Polichaeta con 6. Además, se identificaron otros grupos taxonómicos con una riqueza menor a 5 especies, pertenecientes a los phyla: Bryozoa, Chaetognata, Ciliophora, Ctenophora, Echinodermata, Nematoda, Phoronida y Radiozoa, representando el 11 % del total de especies (Figura 34).

De esta riqueza, las especies más frecuentes fueron los foraminíferos: *Candeina nitida*, *Globigerina* spp, *Globorotalia cf. menardii*, *Globorotalia cf. scitula*, *Neogloboquadrina* sp, *Quinqueloculina* spp, *Woodringina* spp, los copépodos: *Acartia (Acanthacartia) tonsa*, *Clausocalanus furcatus*, *Corycaeus* spp, *Oithona* spp, *Oncaea* spp y *Temora turbinata*, el cladócero: *Penilia avirostris*, el molusco: *Limacina helicina*, apendicularios del género *Oikopleura* y larvas de decápodos, gasterópodos, bivalvos, poliquetos, cifonauta de briozoo, zoea y nauplio de copépodos y huevos de peces.

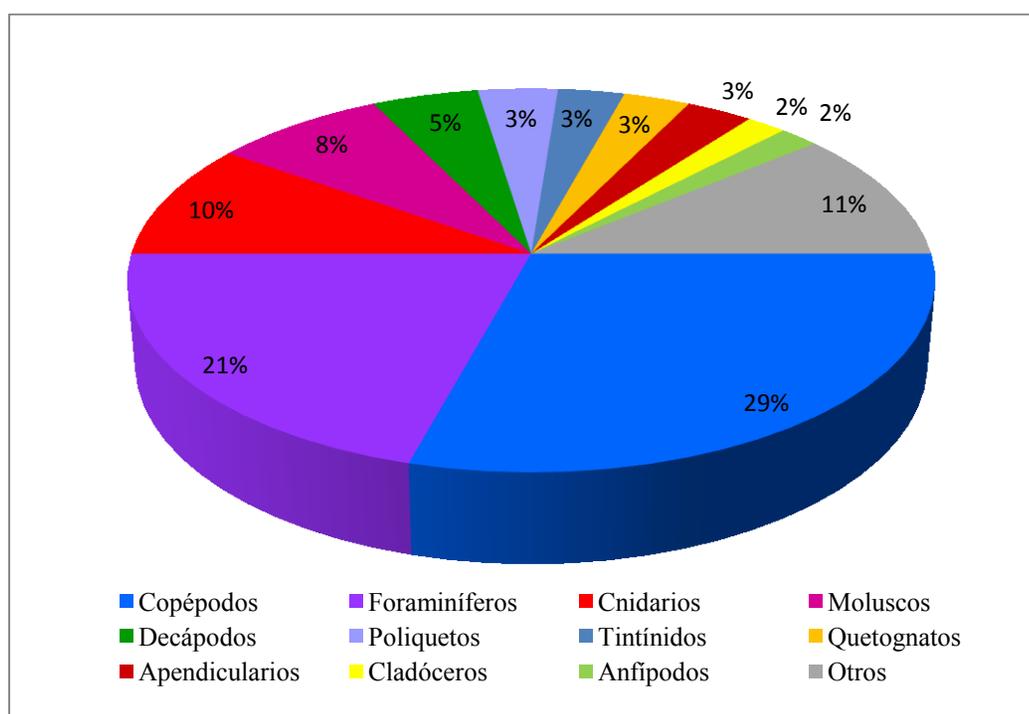


Figura 34. Riqueza porcentual del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

En cuanto a la variabilidad temporal de la riqueza, se observan dos máximos durante el tiempo de muestreo, uno en junio en el que se obtienen 86 especies y otro en noviembre con 92 especies, lo cual coincide con las transiciones entre las épocas de lluvia y sequía. Se observa que todas las muestras presentan una proporción de especies similar con algunas excepciones. Por ejemplo, la proporción de copépodos

está entre 27 y 30 %, a excepción de febrero en el que disminuye a 22 % con variaciones entre 17 y 24 especies. Los foraminíferos presentan porcentajes entre 20 y 22 % a excepción de octubre, febrero y marzo en los cuales aumenta entre 27 y 32 %. La riqueza de foraminíferos está entre 14 en julio, agosto y septiembre a 25 en octubre. Otro grupo que varía entre meses es el de los Cnidarios, los cuales está entre 0 especies en agosto y 1 en octubre y diciembre a 8 en junio y noviembre, lo cual influye sobre variación temporal de la riqueza total de especies, ya que el resto de los grupos se mantiene más o menos constante (Figura 35). Espacialmente, no se observan diferencias notables, ya que la riqueza se encuentra entre 121 y 124 especies con la misma proporción de grupos taxonómicos (Figura 36). Sin embargo, se pudieron identificar algunas especies particulares en cada zona. Por ejemplo en la zona 1, se encontró el sifonóforo *Diphyes bojani*, un copépodo de la familia Canthocamptidae, *Copilia mirabilis*, *Miracia* sp, *Rhincalanus cornutus*, larvas de Clausidiidae, *Sapphirina angusta*, *Subeucalanus* sp, un anfípodo del género *Elaspomus* y un taliáceo del género *Salpa*. En la zona 2, el tintínido *Undella hyalina*, los cnidarios: *Diphyes dispar*, *Lensia campanella*, *Lensia cossack* y *Rhopalonema velatum*, los copépodos: *Candacia elongata*, *Labidocera aestiva*, *Labidocera* sp y el cladócero *Evadne spinifera* y en la zona 3: una especie de tintínido y tres de foraminíferos no identificadas, los cnidarios: *Chelophyes appendiculata* y *Clytia* sp, los copépodos: *Acartia (Acartia) negligens*, *Candacia bispinosa*, *Distioculus minor*, *Pleuromamma gracilis*, *Sapphirina* sp, un misidáceo no identificado y los apendicularios: *Oikopleura (Coecaria) fusiformis* y *Oikopleura rufescens*.

Con relación al tipo de sustrato, se encontró mayor riqueza en el sustrato arenoso con 146 especies y menor en el rocoso con 133 (Figura 37), evidenciándose en el sustrato arenoso la presencia de algunas especies que no se encontraron en el rocoso, tales como: un tintínido no identificado, los foraminíferos: *Ammonia* sp, *Baculogypsina sphaerulata* y dos especies del orden Rotaliida no indentificadas, los cnidarios: *Abylopsis tetragona*, *Diphyes bojani*, *Liriope tetraphylla* y *Rhopalonema velatum*, los copépodos: *Acartia (Acartia) negligens*, una especie de la familia Canthocamptidae,

Copilia mirabilis, *Distiocolus minor*, *Pleuromamma gracilis*, larvas de Clausidiidae y *Sapphirina angusta*, un anfípodo del género *Elaspmus* sp, larvas de Pocellanidae, un misidáceo, tres moluscos, dos poliquetos y un Phoronidae no indentificados y los apendicularios: *Oikopleura (Coecaria) fusiformis* y *Oikopleura rufescens*. En el rocoso se hallaron: el tintínido *Undella hyalina*, los cnidarios: *Chelophyes appendiculata*, *Clytia* sp, *Diphyes dispar*, *Lensia campanella* y *Lensia cossack*, los copépodos: *Candacia bipinnata*, *Candacia elongata*, *Candacia pachydactyla*, *Miracia* sp, *Oithona nana*, *Subeucalanus* sp y el cladócero *Evadne spinifera*.

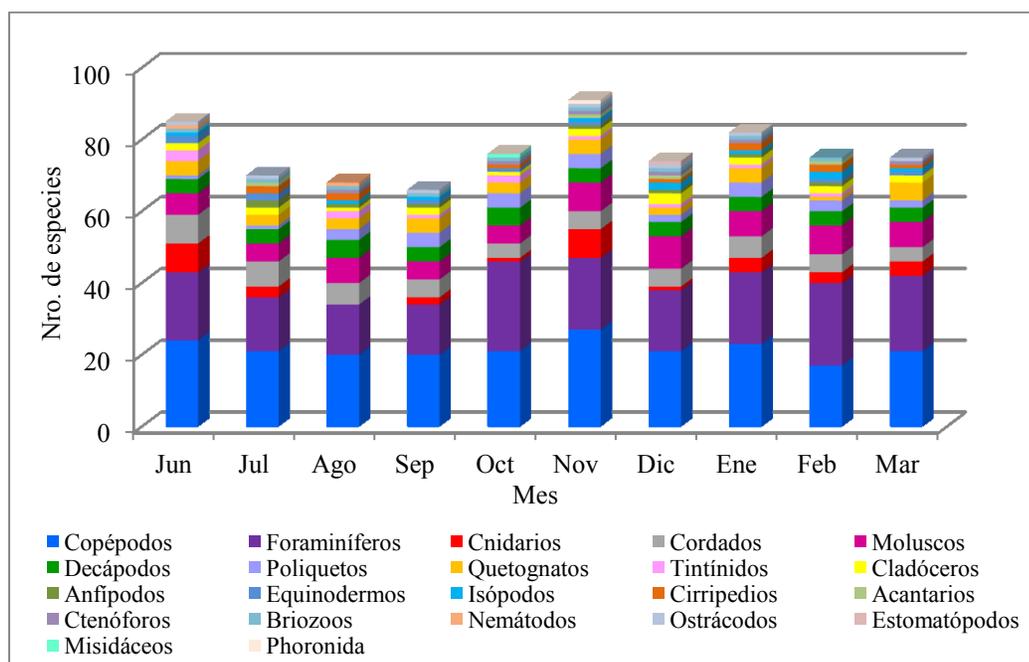


Figura 35. Variación mensual de la riqueza del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

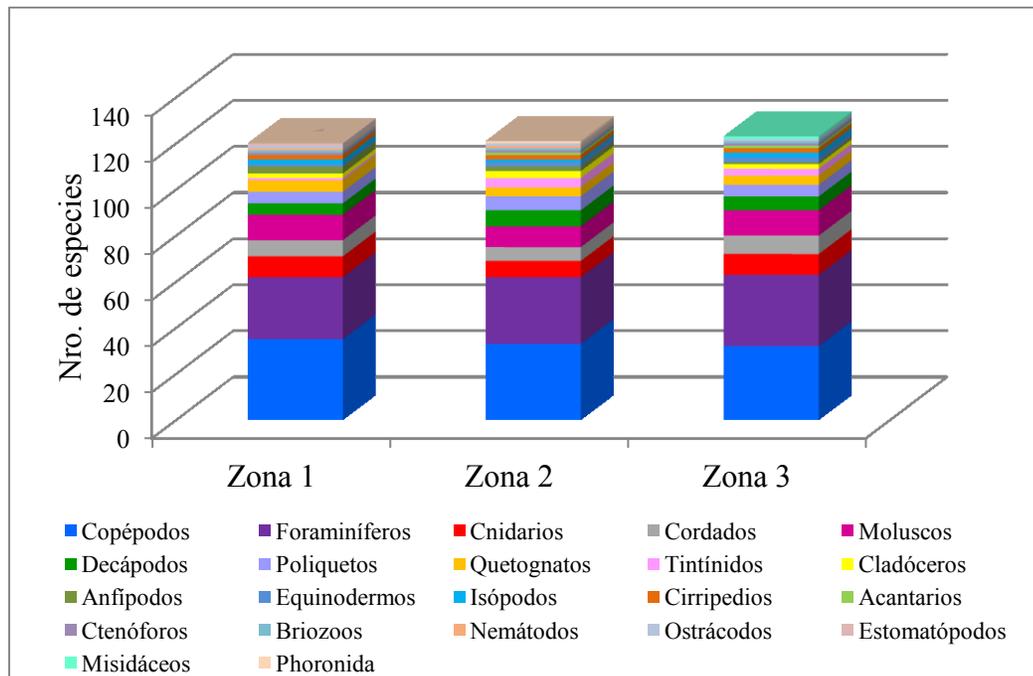


Figura 36. Variación espacial de la riqueza del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

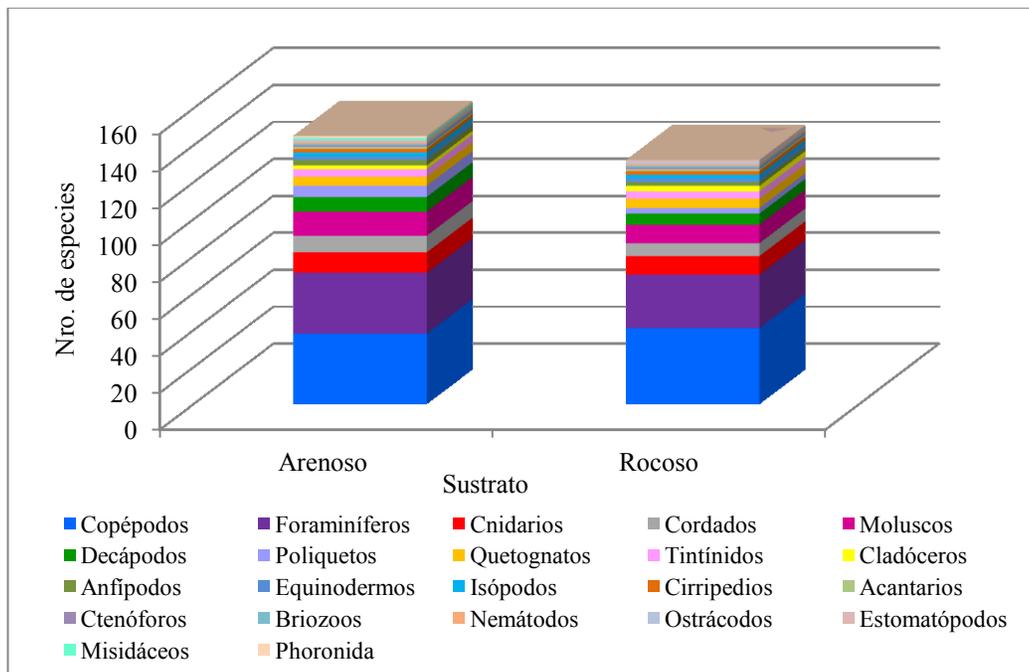


Figura 37. Variación de la riqueza del meiobentos por tipo de sustrato de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

La abundancia mostró un patrón heterogéneo entre las zonas y los meses, siendo superior en la zona 2 entre junio y noviembre, en la zona 1 en julio, octubre y febrero y en la 3 en agosto, septiembre, febrero y marzo, aunque en promedio mostraron valores similares, obteniéndose una densidad de 9.204 ± 3.201 ind/10 cm² en la zona 1, 9.408 ± 4.083 ind/10 cm² en la zona 2 y 8.889 ± 3.743 ind/10 cm² en la zona 3, que se diferencian ligeramente por una disminución en las abundancias de los nemátodos y los moluscos (Figura 38). Temporalmente, se observan dos máximos, el primero entre agosto y noviembre con una densidad promedio de 10.909 ± 2.891 ind/10 cm² y el otro en febrero con 10.794 ± 4.379 ind/10 cm² y la abundancia más baja se obtuvo en diciembre con 3.933 ± 1.756 ind/10 cm² (Figura 39).

En cuanto a la abundancia por grupos funcionales, se observa mayor contribución por parte de los foraminíferos con una abundancia media de 6.729 ± 3.187 ind/10 cm² que representa cerca del 76,2 % de la comunidad, seguida por los nemátodos con 967 ± 609 ind/10 cm² (11 %), los moluscos con 739 ± 551 ind/10 cm² (8,4 %) y los copépodos con 346 ± 379 ind/10 cm² (3,9 %), de los cuales la mayor parte de este último grupo estuvo representado por copépodos harpacticoides (Figura 40). Las especies más abundantes fueron los foraminíferos: *Neogloboquadrina* sp, *Globorotalia cf. menardii*, *Globorotalia cf. scitula*, *Quinqueloculina* sp, *Woodringina* sp y *Globigerina* sp, un nemátodo no identificado, el pterópodo *Limacina helicina*, un gasterópodo no identificado y varias especies de copépodos harpacticoides.

Con relación al índice de biodiversidad, se observan variaciones tanto temporales como espaciales, en los que se obtienen valores en un intervalo entre 1,82 y 3,07 bits/ind. Espacialmente, se obtienen los valores más bajos en la zona 1 con un promedio de 2,45 bits/ind, la cual presenta un patrón distinto al resto de las zonas entre junio y octubre, seguida por la zona 2 con 2,58 bits/ind y la 3 con 2,60 bits/ind. Temporalmente, se observan dos picos, el primero en octubre con 2,9 bits/ind y el segundo entre febrero y marzo con 2,73 bits/ind, obteniéndose los valores más bajos en junio con una media de 2,3 bits/ind y en diciembre con 2,18 bits/ind (Figura 41).

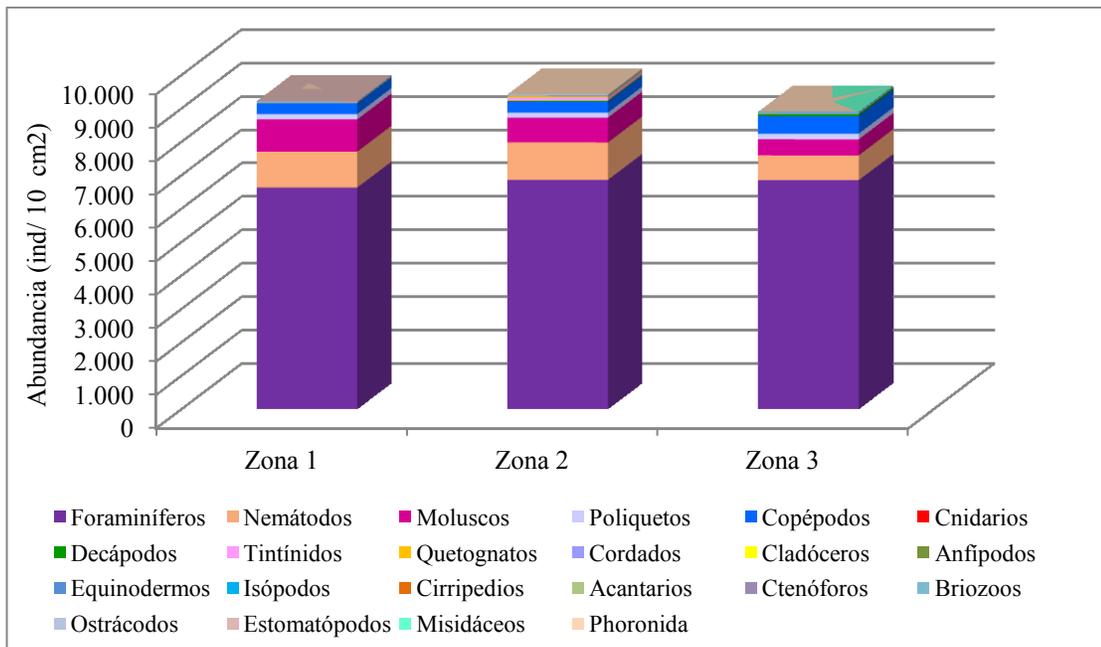


Figura 38. Variación espacial de la abundancia media del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

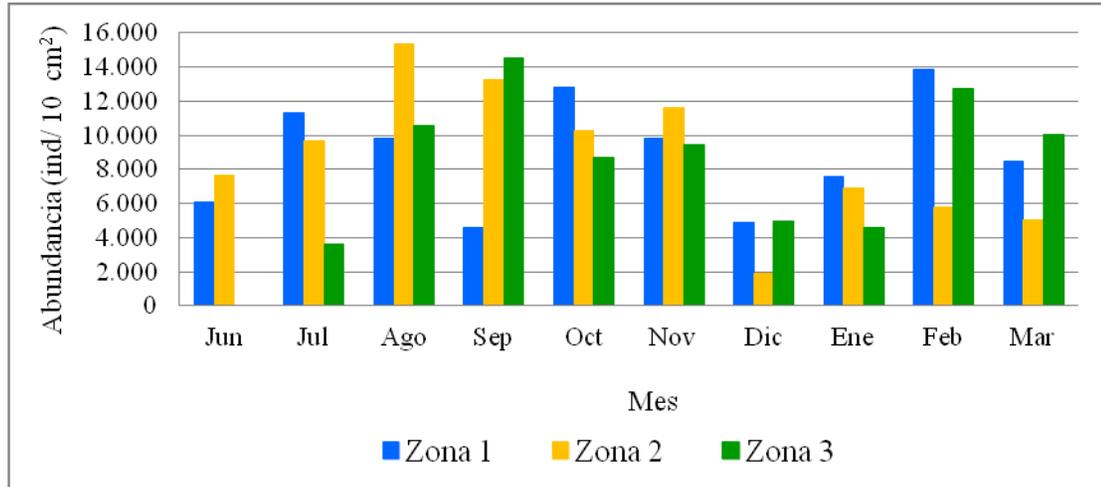


Figura 39. Variación mensual de la abundancia media del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

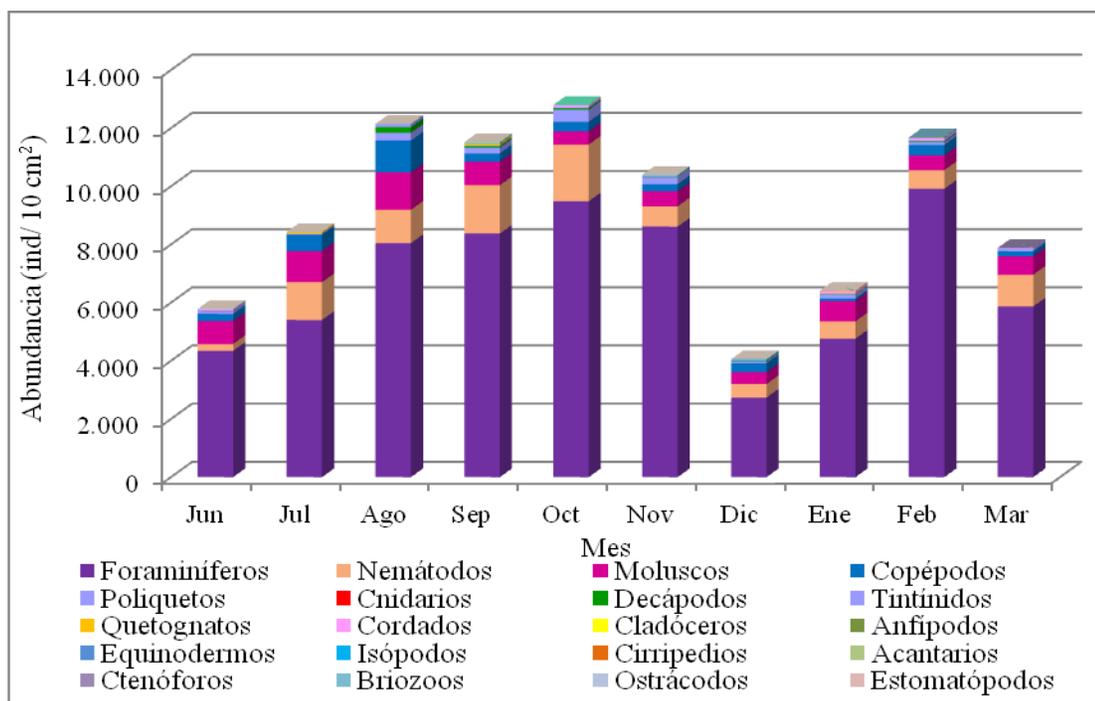


Figura 40. Variación mensual de la abundancia media del meiobentos por grupos funcionales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

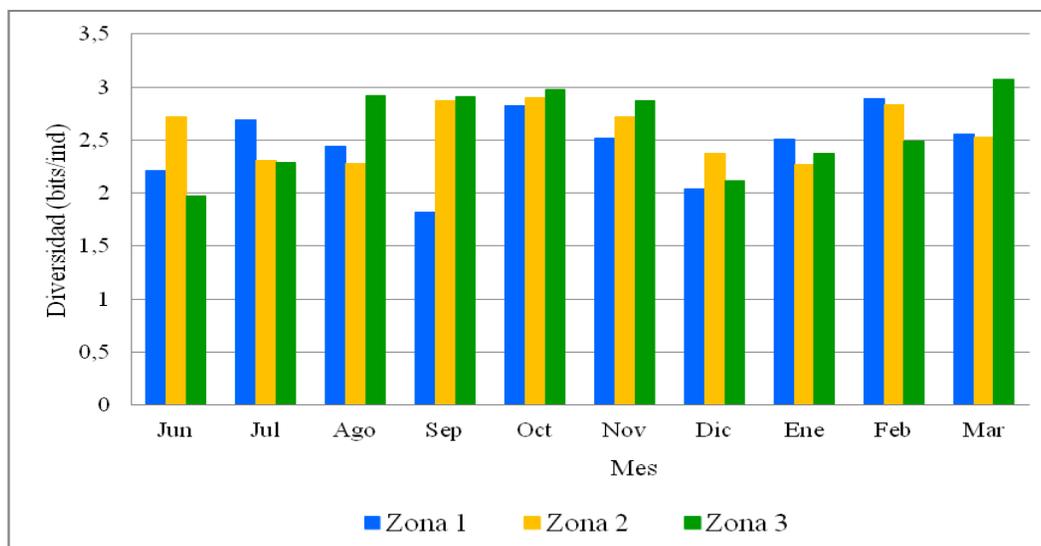


Figura 41. Índice de diversidad biológica de Shannon del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

A pesar de las variaciones espaciales y temporales descritas con las figuras anteriores, la prueba Anosim dos vías anidado, en el que se establecen las zonas dentro de los meses, muestra que no hay diferencias significativas entre las zonas ($R = 0,133$; $p = 0,1 \%$) pero sí entre los meses ($R = 0,587$; $p = 0 \%$). La prueba *a posteriori* para comparar cada uno de los meses, indica diferencias entre julio con noviembre, enero, febrero y marzo; agosto con los meses entre noviembre y marzo; septiembre con diciembre, enero y marzo; octubre con noviembre y enero, así como entre los meses diciembre, enero, febrero y marzo. Adicionalmente, se realizó un Anosim una vía para comparar las comunidades entre los dos tipos de sustratos, encontrándose que no hay diferencias significativas entre ellos ($R = 0,033$; $p = 0,3 \%$), lo cual se confirma con el NMDS, en el cual se observa una nube de puntos sin formación de grupos aislados (Figura 42).

La prueba SIMPER arrojó una similitud media entre las muestras de la zona 1 de 27,71 %, de 28,34 % en la zona 2 y 23,47 % en la zona 3, siendo las especies que contribuyeron con más de un 70 % a dicha similitud: los foraminíferos: *Globorotalia cf. menardii*, *Globorotalia cf. scitula*, *Neogloboquadrina* sp, un nemátodo no identificado y el foraminífero identificado con el número 3. Al comparar entre zonas, se obtiene una similaridad entre la 1 y 2 de 27,53 %, entre la 1 y 3 de 24,72 y entre la 2 y 3 de 25,14 % de las cuales un poliqueto no identificado, las especies de foraminíferos: *Globorotalia cf. menardii*, *Globorotalia cf. scitula*, *Neogloboquadrina* sp, *Candeina nítida*, los identificados con los números 3 y 5 y el pterópodo: *Limacina helicina* contribuyeron con más de un 70 % a dichas similitudes.

Entre las muestras del sustrato arenoso se tuvo una similaridad de 30,79 %, entre las del sustrato rocoso 22,34 % y entre ambos sustratos, 25,5 % en la que además de las especies mencionadas anteriormente, los foraminíferos *Woodringina* spp y *Globigerina* sp2, el gasterópodo identificado con el número 2 y copépodos del orden Calanoida contribuyeron con más de un 70 % a dichas similitudes.

Temporalmente, se obtuvo que las muestras obtenidas en cada mes de muestreo presentaron similitudes distintas con un patrón no definido, siendo mayores en julio, septiembre y octubre con 39,97 %, 37,84 y 35,18 %, respectivamente y menor en junio con 11,96 %. En cuanto a la similitud de los meses, se obtuvo que junio presentó una similitud media con el resto de los meses de $14,9 \pm 0,9$ % en la que algunas especies de foraminíferos, nemátodos y moluscos contribuyen en mayor proporción a esta similitud. Julio presentó una similitud media con el resto de los meses de $30,6 \pm 6,4$ %, agosto $24,6 \pm 5,7$ %, septiembre $28,3 \pm 6,3$ %, octubre $26,7 \pm 5,8$ %, noviembre $28,3 \pm 6,2$ %, diciembre $25,2 \pm 5,1$ %, enero $23,2 \pm 5,3$ %, febrero $29,7 \pm 6,5$ % y marzo $26,6 \pm 5,4$ %, observándose mayor similitud con julio, septiembre, noviembre y febrero con los otros meses. Cabe destacar que durante algunos muestreos se identificaron especies particulares, por ejemplo, el tintínido *Undella hyalina*, la larva megalopa y el heterobranquio identificado con el número 2 solo estuvieron presentes en agosto, en octubre el foraminífero 8 y en febrero el foraminífero 12 y el gasterópodo 4.

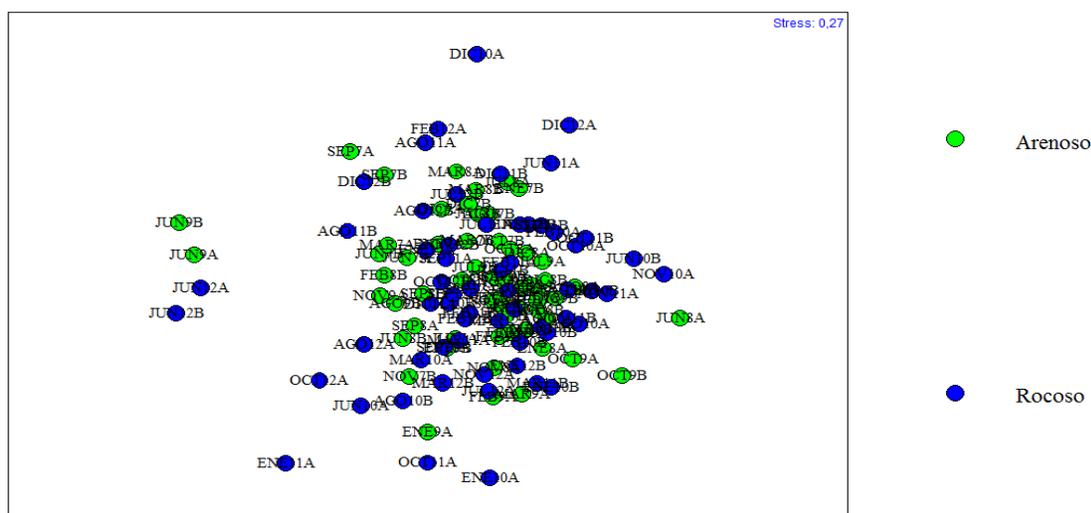


Figura 42. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del meiobentos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Macroalgas de la zona supralitoral

Con relación a las macroalgas de la zona submareal, se identificaron 119 especies distribuidas en 79 Rhodophyta, 24 Ochrophyta, 11 Chlorophyta y 5 Cyanophyta, de las cuales 70 son nuevos reportes para el estado Miranda. Al realizar el análisis NMDS, usando una distancia de Jaccard, a partir de una matriz de presencia-ausencia de las especies de macroalgas identificadas en las tres zonas de estudio, se observa que la mayoría de las especies se encuentran agrupadas. A excepción de *Alsidium triquetrum*, la cual está más alejada del resto de las especies debido a que sólo apareció en la zona 2 en el muestreo de marzo y las Rodophyta: *Amphiroa rigida*, *Hypnea spinella* y las Ochrophyta *Sargassum hystrix*, las cuales fueron más frecuentes entre septiembre y diciembre. Sin embargo, el análisis no considera un buen ajuste, ya que se obtuvo un valor de stress de 0,498 (Figura 43).

Al comparar la distribución de las macroalgas mensualmente, se obtiene que la mayoría de las muestras están agrupadas en el análisis NMDS, a excepción de las muestras de Caracolito obtenidas en marzo y agosto y la de Chirimena en diciembre, las cuales presentaron la riqueza menor (ente 3 y 9 especies). En este caso, el stress fue de 1,672 (Figura 44). Temporalmente, se observa que la riqueza disminuye a partir de septiembre hasta noviembre, en el cual inician fluctuaciones mensuales que se mantienen durante la época de sequía.

Se observa la riqueza más alta en agosto, con el inicio de las precipitaciones, con 59 especies y las riquezas más bajas se presentan en octubre, noviembre y enero (Figura 45). Sin embargo, al realizar un análisis de similaridad se obtiene un R no significativo ($R = 0,117$; $p < 0,05$). Espacialmente, no se encontraron diferencias significativa ($R = -0,028$; $p < 0,05$) a pesar que la riqueza es mayor en la zona 1 con 78 especies, la cual se encuentra más alejada al cabo Codera y es menor en la zona 2 con 49 especies (Figura 46). Estas diferencias pudieran estar relacionadas a la variabilidad de sustratos que presenta la zona, ya que a pesar de tener bajos con

sustratos rocosos en toda la costa, en la zona 2 hay mayor extensión de sustratos arenosos, los cuales son menos diversos que los rocosos.

Para cuantificar la similitud entre las comunidades de las tres zonas y cuantificar en que porcentaje las especies contribuyen a estas semejanzas, se realizó un análisis SIMPER, encontrándose una similitud del 23,2 % entre las muestras de la zona 1 (Chirimena), 21,8 % para la zona 2 (Caracolito) y 32 % para la 3 (Puerto Francés). En la zona 1, 24 especies contribuyen al 90 % de la similitud entre las muestras, prevaleciendo en mayor proporción: *Dictyopteris delicatula*, *Jania adherens*, *Dictyota martensii*, *Caulerpella ambigua*, *Amphiroa beauvoisii*, *Wrangelia argus*, *Pterocliadiella caerulescens*, *Hypnea spinella* y *Polysiphonia* spp. En la zona 2, 16 especies contribuyeron al 90 % de esta similitud, sobresaliendo las especies: *Dictyopteris delicatula*, *Jania adherens*, *Pterocliadiella caerulescens*, *Wrangelia argus*, *Amphiroa beauvoisii* y *Ceramium* spp. Finalmente, en la zona 3, 17 especies contribuyeron al 90 % de la similitud, de las cuales, *Amphiroa beauvoisii*, *Dictyota pulchella*, *Wrangelia argus*, *Jania adherens* y *Dictyopteris delicatula* promovieron el 50 % de esta similitud. Entre las zonas 1 y 2, se obtuvo una similitud de 23,3 % en las que especies como *Aglaothamnion* spp, *Plocamium cartilagineum*, *Alsidium triquetrum*, *Dictyopteris delicatula*, *Dictyota martensii*, *Gayliella*, *Wrangelia argus* y *Caulerpella ambigua*, contribuyeron en mayor proporción a que sean diferentes. Entre las zonas 1 y 3, la similitud fue ligeramente superior (26,7 %) y las especies que contribuyeron a sus diferencias con mayor peso fueron *Dictyota pulchella*, *Dictyopteris delicatula*, *Dictyota martensii*, *Wrangelia argus*, *Amphiroa beauvoisii*, *Caulerpella ambigua*, *Jania adherens*, *Polysiphonia* spp, *Martensia pavonia* y *Aglaothamnion* spp. Entre las zonas 2 y 3, la similitud fue del 27,64 % y las especies que contribuyeron en mayor proporción con estas diferencias fueron: *Aglaothamnion* spp, *Plocamium cartilagineum*, *Alsidium triquetrum*, *Dictyota pulchella*, *Dictyopteris delicatula*, *Melanothamnus ferulaceus* y *Gayliella* sp. Estos resultados sugieren algunas especies características de cada zona.

Temporalmente, los meses entre junio y diciembre, a excepción de noviembre, presentaron una similaridad media del $26,1 \pm 4,1$ %, en las cuales algunas especies pertenecientes al género *Dictyota*, *Jania adherens*, *Melanothamnus ferulaceus* y *Amphiroa beauvoisii*, contribuyeron en mayor proporción a esta similaridad. Enero y febrero presentaron una similitud mayor con un 43 %, siendo las especies *Caulerpella ambigua*, *Dictyopteris delicatula*, *Amphiroa beauvoisii*, *Wrangelia argus* y *Melanothamnus ferulaceus* las que contribuyeron en mayor peso a esta similitud entre muestras. En marzo, se obtuvo la similaridad más baja (11,7 %) siendo las especies que más contribuyeron a esta similaridad: *Caulerpella ambigua*, *Jania adherens*, *Pterocliadiella caerulescens* y *Wrangelia argus*.

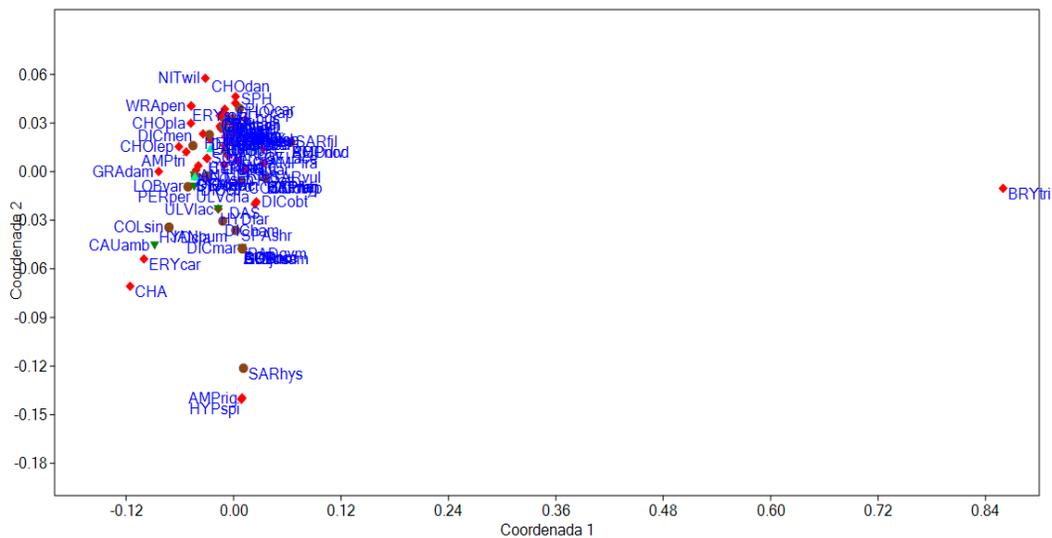


Figura 43. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la distribución de las especies de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

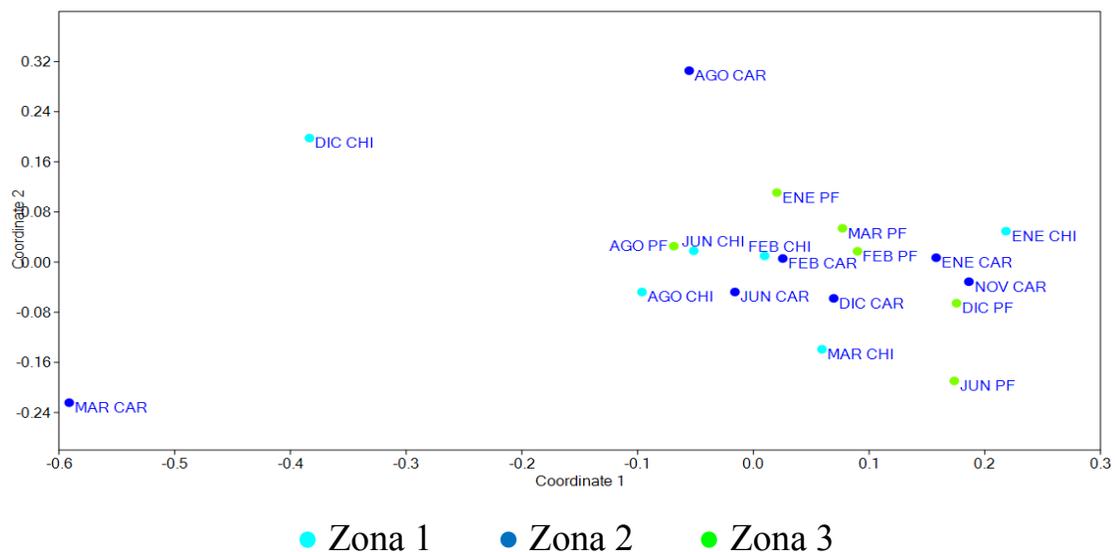


Figura 44. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la distribución mensual de las muestras de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

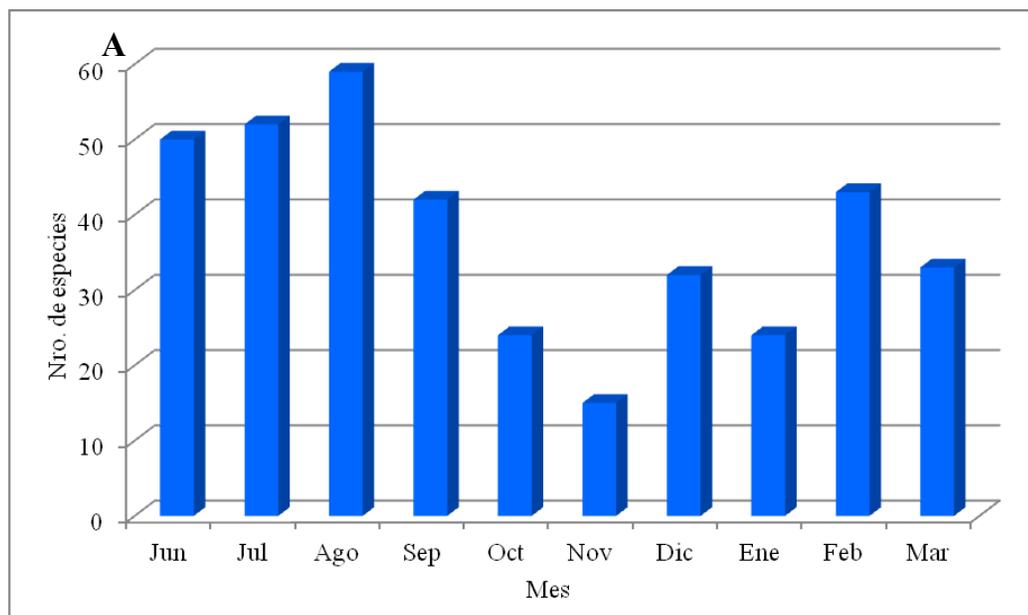


Figura 45. Variación mensual de la riqueza de especies de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

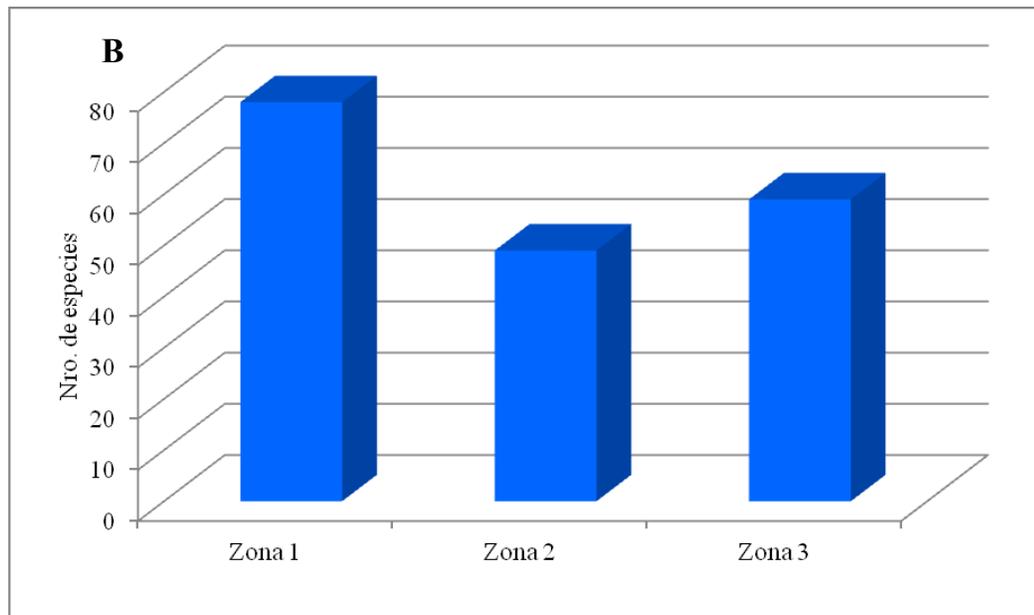


Figura 46. Variación espacial de la riqueza de especies de macroalgas de la zona submareal de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Relación de la composición y distribución espacial y temporal del microfitobentos, microfitoplancton, microzooplancton y meiobentos

La prueba Relate en la que se correlacionaron las matrices de similaridad del fitoplancton y el zooplancton con una distancia Bray Curtis estandarizada, usando el método de Spearman, arrojó un Rho: 0,067 con una probabilidad de 11,42 % indicando diferencias importantes en la distribución temporal y espacial de las especies de ambos componentes. Sin embargo, al aplicar una prueba Anosim, se obtiene que no hay diferencias significativas en la distribución de ambas comunidades ($R = 0,075$, $p = 0 \%$). Estos resultados se corroboran en el análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) en el cual se observa una superposición de las muestras de ambas comunidades, lo cual indica la relación depredador-presa en el componente planctónico (Figura 47).

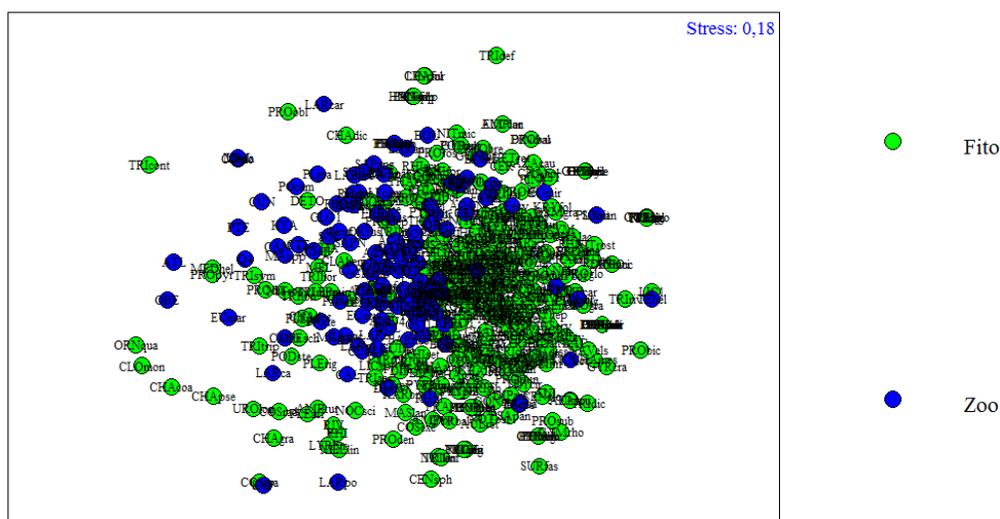


Figura 47. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitoplancton (Fito) y del zooplancton (Zoo) de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

En cuanto a las comunidades vegetales del componente planctónico y bentónico, la prueba Anosim indica diferencias significativas entre ambas comunidades ($R = 0,908$, $p = 0 \%$), que coincide con lo obtenido en el análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico, en el cual se observa claramente la separación de las dos nubes de puntos correspondientes a cada comunidad, siendo la comunidad planctónica más dispersa que la bentónica, que forma un grupo más homogéneo y sugiriendo que a pesar que existe interacción en algunos momentos del año, tienen una distribución distinta condicionada por factores diferentes (Figura 48).

La prueba SIMPER arrojó una similaridad entre las muestras de la comunidad fitoplanctónica de 12,44 % en la que especies como *Isthmia enervis*, *Thalassisira nitzschiodes*, *Trichodesmium thiebautii*, *Chaetoceros socialis*, *Guinardia striata*, *Helicotheca thamensis*, *Leptocylindrus danicus*, *Psammodiscus nitidus*, *Navicula* sp2, *Lauderia annulata*, *Ostreopsis siamensis*, *Tripos furca*, *Leptocylindrus minimus*, *Prorocentrum rathymum* y *Rhizosolenia styliformis* contribuyeron con más del 70 %. Por su parte, las muestras de la comunidad microfitobentónica obtuvo una

similaridad de 41,16 % en la que contribuyeron otras especies, tales como *Nitzschia* sp1, *Navicula pavillardii*, *Merismopedia* sp, *Amphora angustissima*, *Cocconeis* sp, *Thalassiosira aestivalis*, *Carinasigma recta*, *Thalassiothrix longissima*, *Nitzschia filiformis*, *Nitzschia frustulum*, *Stauroneis acuta*, *Paralia sulcata* y *Navicula arenicola*. Entre ambas comunidades, se obtuvo una similaridad de 3,78 %, en la que las especies mencionadas anteriormente, además de *Rhizosolenia setigera*, *Nostoc* sp, *Chaetoceros debilis*, *Fragilaria capucina*, *Asterionellopsis glacialis*, *Licmophora abbreviata*, *Dinophysis caudata* y *Tabularia fasciculata* contribuyeron con más de un 60 % de la diferencia obtenida.

Es importante destacar que a pesar que ambas comunidades comparten 150 especies, lo cual representa cerca del 28 % de las especies de microalgas identificadas, existen especies características de la comunidad planctónica y otras de las bentónicas. Por ejemplo en la comunidad bentónica algunas especies características son las pertenecientes a los géneros de diatomeas: *Achnanthes*, *Alveus*, *Amphiprora*, *Amphora*, *Asterionella*, *Auricula*, *Caloneis*, *Cocconeis*, *Ctenophora*, *Cyclotella*, *Delphineis*, *Denticula*, *Donkinia*, *Eunotogramma*, *Eupodiscus*, *Lyrella*, *Parlibellus*, *Petroneis*, *Pinnularia*, *Satauroneis*, de dinoflagelados: *Amphidiniella*, *Dissodinium*, *Exuviaella*, *Nematodinium* y de cianobacterias: *Arthrospira*, *Phormidium* y *Schizothrix*. Mientras que en el fitoplancton destacan los géneros de diatomeas: *Asteromphalus*, *Bacteriastrum*, *Chaetoceros*, *Climacodium*, *Closterium*, *Cymbella*, *Dactyliosolen*, *Eucampia*, *Haslea*, *Helicotheca*, *Planktoniella*, *Pseudo-nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Triceratium* y los dinoflagelados: *Azadinium*, *Ceratocorys*, *Dinophysis*, *Noctiluca*, *Ornithocercus*, *Preperidinium*, *Pronoctiluca*, *Triplos*.

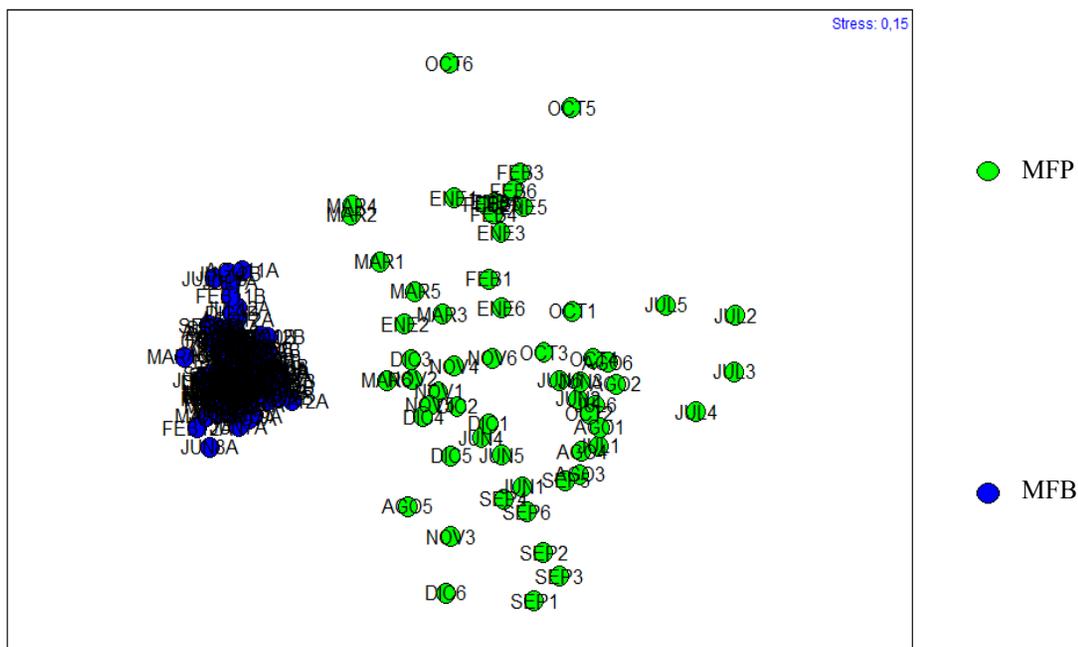


Figura 48. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitoplancton (MFP) y del microfitobentos (MFB) de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

En cuanto a las comunidades bentónicas, al aplicar la prueba Relate, correlacionando las matrices de microfitobentos y meiobentos, se obtuvo un valor superior ($Rho = 0,131$; $p = 0,13 \%$), indicando mayor similitud entre el componente vegetal y animal del bentos. Para establecer diferencias entre ambas comunidades, se aplicó un Anosim de una vía, obteniéndose que no hay diferencias significativas ($R = 0,095$; $p = 1,3 \%$). Estos resultados coinciden con lo obtenido en el NMDS, en el cual hay superposición de las nubes de puntos de ambas comunidades, indicando un patrón de distribución similar (Figura 49), tal como ocurre entre el microfitoplancton y el zooplancton (Figura 47).

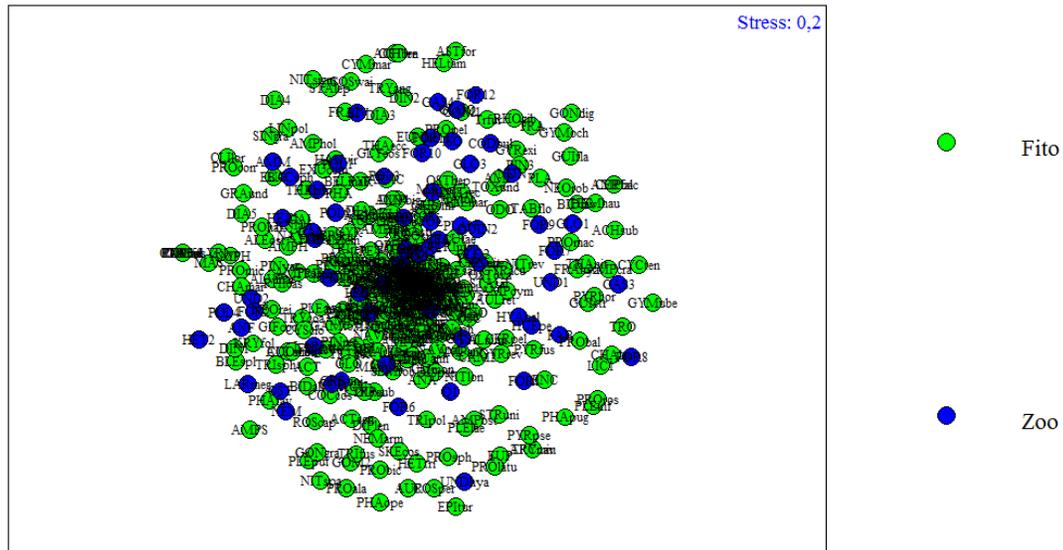


Figura 49. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfítobentos (Fito) y el meiobentos (Zoo) de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Asociación entre las variables ambientales y los componentes del microfítobentos, microfítoplancton, zooplancton y meiobentos

Para la correlación de los datos ambientales con la abundancia de las especies por muestra, se utilizaron las variables: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y las concentraciones de los nutrientes: nitrito, nitrato y fosfato. En el caso del microfítobentos, a partir de la prueba Bioenv, se obtuvo una correlación de Spearman con las siete variables ambientales del 9 %. Posteriormente, el análisis de correspondencia canónica arrojó en sus dos primeros ejes una variabilidad explicada del 61,56 % (Tabla 3), en los que la salinidad y el nitrato tuvieron el mayor peso en el primer eje. Algunas de las especies más relacionadas a valores altos de salinidad fueron las diatomeas: *Skeletonema costatum*, *Amphora lineolata*, *Climaconeis lorenzii*, *Amphora ostrearia*, los dinoflagelados: *Tripos fusus*, *Protoperidinium sphaericum* y la cianobacteria: *Trichodesmium thiebautii*, mientras que con el nitrato los dinoflagelados: *Gyrosigma acuminatum* y la clorofita del orden

Tabla 3. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfítobentónica por especies

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,1746	45,06	45,06
2	0,063928	16,5	61,56
3	0,049097	12,67	74,23
4	0,04006	10,34	84,57
5	0,03467	8,948	93,518
6	0,025109	6,48	99,998
7	$8,22 \times 10^{-7}$	0,0002122	100

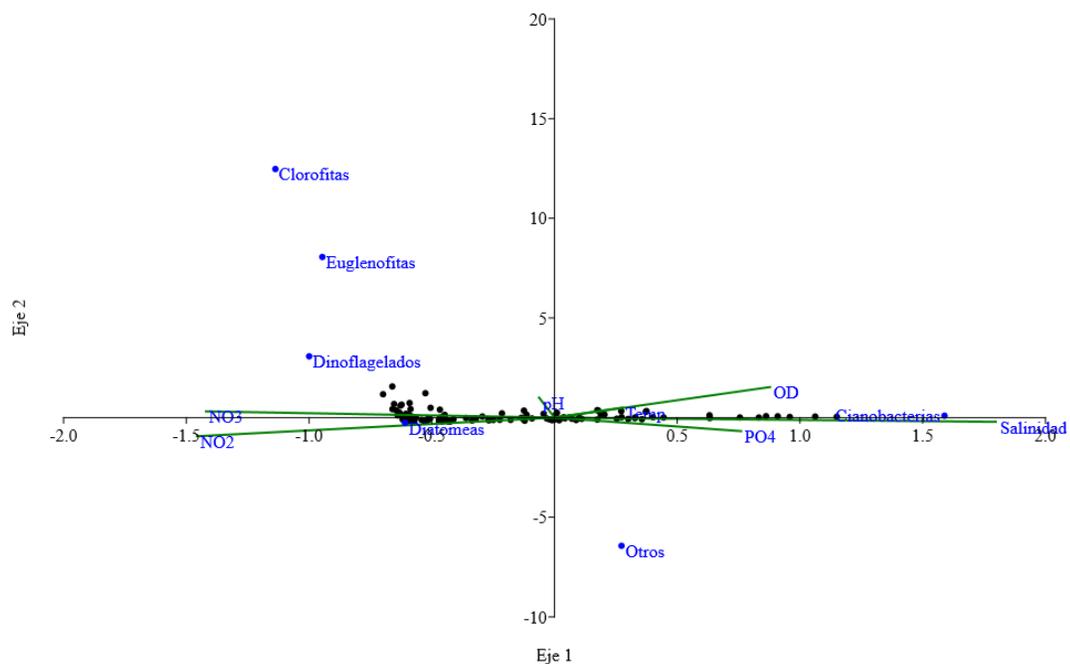


Figura 51. Análisis de correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfítobentónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Tabla 4. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfítobentónica por grupos

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,088483	96,64	96,64
2	0,0025307	2,764	99,404
3	0,00038121	0,4163	99,8203
4	0,0001496	0,1634	99,9837
5	$1,8282 \times 10^{-5}$	0,01997	100

El fitoplancton presentó una correlación de Spearman mayor que la del microfítobentos con las variables ambientales al aplicar la prueba BIOENV, obteniéndose un valor del 23,4 % con las siete variables seleccionadas. El análisis de correspondencia canónica de la estructura comunitaria del fitoplancton usando todas las especies, mostró una variabilidad acumulada entre los dos primeros ejes del 63,27 % (Tabla 5), mostrando que las variables ambientales que se relacionan más con el comportamiento de esta comunidad fueron la temperatura, la salinidad y la concentración de nitrito. En cuanto a la relación de las especies con las variables, se observa una correlación positiva de la temperatura con las diatomeas: *Plagiogrammopsis vanheurckii*, *Nitzschia reversa*, *Grammatophora oceanica*, *Climacosphenia moniligera*, *Rhizosolenia setigera*, *Proboscia alata*, el dinoflagelado: *Gyrodinium crassum* y la cianobacteria: *Trichodesmium thiebautii* y de la salinidad con varias especies de dinoflagelados del género *Triplos* (Figura 52). Al hacer este mismo análisis pero con la comunidad por grupos, se obtiene una variabilidad explicada acumulada del 99,93 % en los dos primeros ejes con un 77,39 % en el primero (Tabla 6). La temperatura se correlaciona positivamente con el grupo de las cianobacterias, mientras que el nitrato con las euglenofitas y dinoflagelados, sin observarse una correlación clara entre las diatomeas con alguna de las variables ambientales estimadas en este estudio (Figura 53).

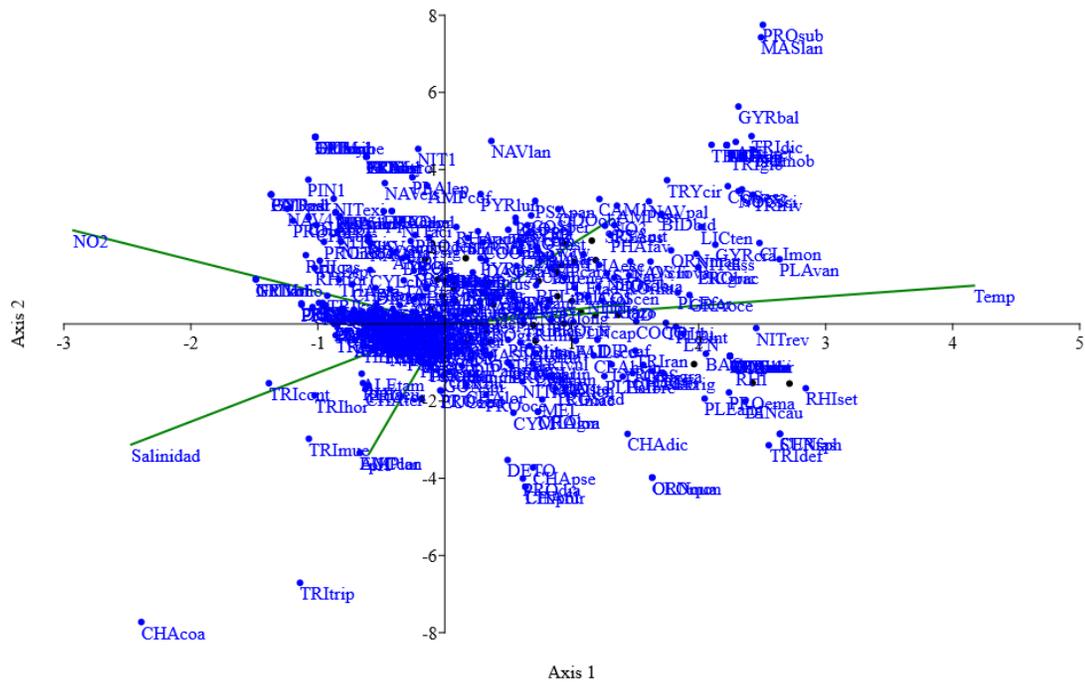


Figura 52. Análisis de correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfitoplanctónica por especies de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Tabla 5. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfitoplanctónica por especies

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,60142	41,92	41,92
2	0,30629	21,35	63,27
3	0,2032	14,16	77,43
4	0,14928	10,41	87,84
5	0,087602	6,107	93,947
6	0,086758	6,048	99,995
6	$3,4927 \times 10^{-7}$	$2,435 \times 10^{-5}$	100

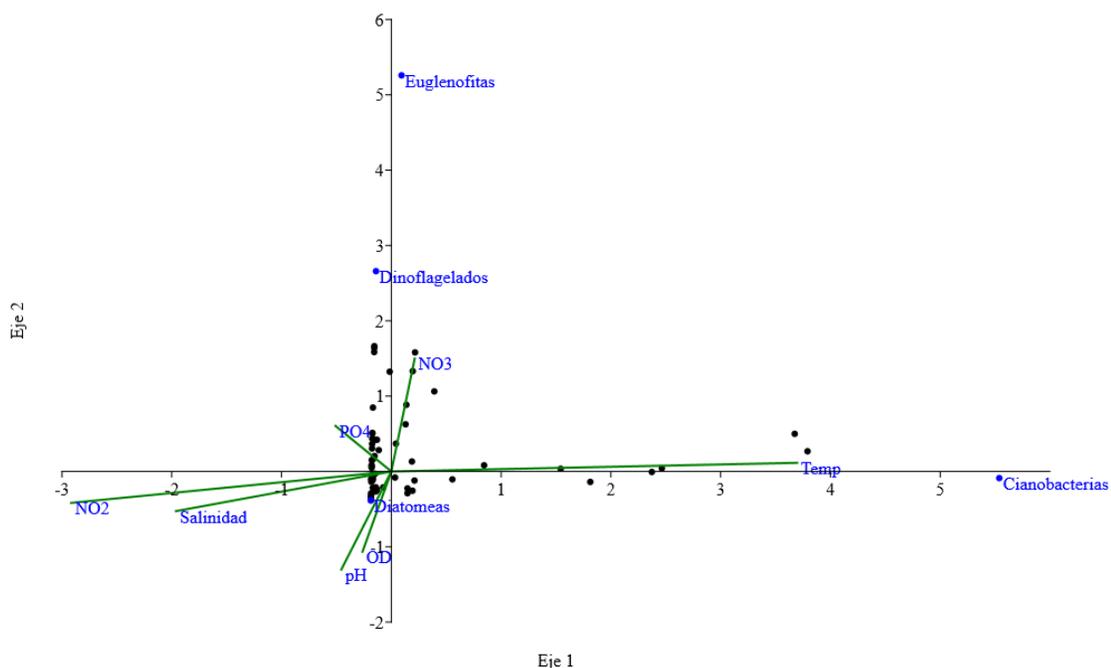


Figura 53. Análisis de correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfitoplanctónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Tabla 6. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad microfitoplanctónica por grupos

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,094878	77,39	77,39
2	0,027631	22,54	99,93
3	$8,46 \times 10^{-5}$	0,069	100

Por su parte, el zooplancton presentó una correlación de Pearson con las siete variables de 7,3 % a partir de la aplicación de la prueba Bioenv. El análisis de correspondencia canónica con todas las especies identificadas en esta comunidad muestra una varianza de 29,43 % en el primer eje y 24,15 % en el segundo,

Tabla 7. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad zooplanctónica por especies

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,2147	29,43	29,43
2	0,17619	24,15	53,58
3	0,1382	18,94	72,52
4	0,082786	11,35	83,87
5	0,063568	8,714	92,584
6	0,054057	7,41	99,994
7	$6,6241 \times 10^{-7}$	$9,08 \times 10^{-5}$	100

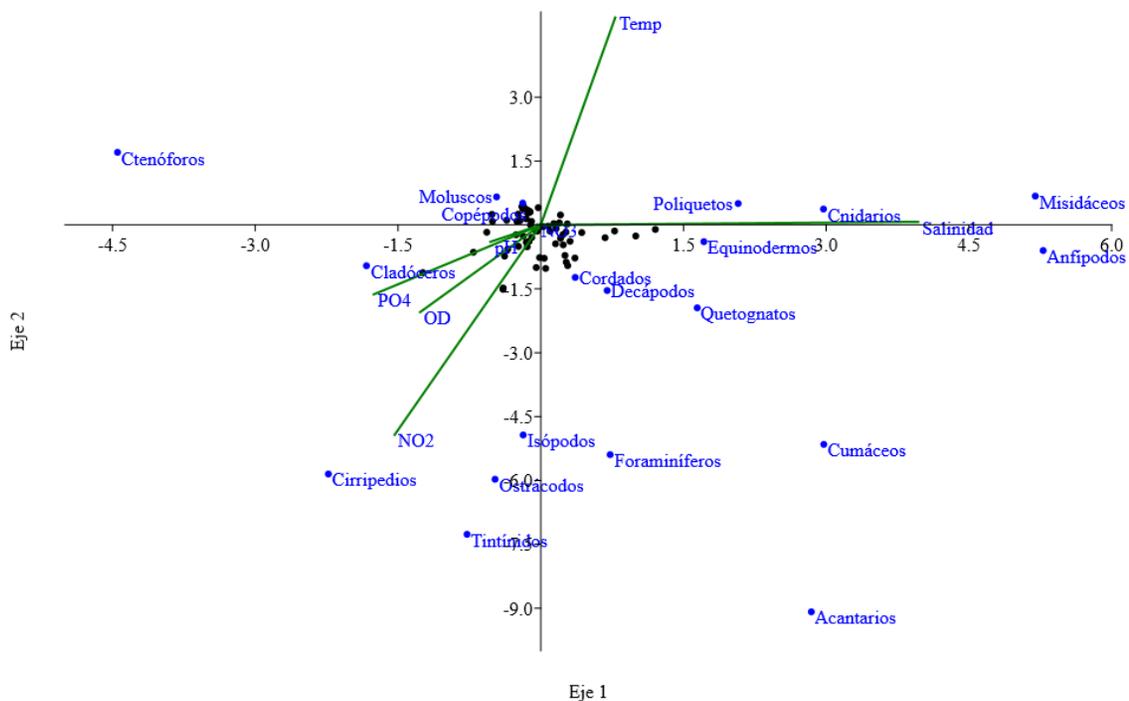


Figura 55. Análisis de correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad zooplanctónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Tabla 8. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad zooplantónica por grupos

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,058787	40,77	40,77
2	0,045893	31,83	72,6
3	0,019456	13,49	86,09
4	0,010245	7,106	93,196
5	0,0076864	5,331	98,527
6	0,0021134	1,466	99,993
7	$5,5706 \times 10^{-8}$	$3,864 \times 10^{-5}$	100

Finalmente, el meiobentos presentó una correlación de Pearson con los datos ambientales del 6,9 % a partir de la aplicación de la prueba Bioenv. En el análisis de correspondencia canónica se obtuvo una varianza explicada por los dos primeros ejes de 49,18 %, siendo las variables más importantes los nutrientes nitrogenados, la temperatura y la salinidad. Las especies más relacionadas a las concentraciones de nitrito fueron los foraminíferos: *Globigerina* sp3, *Globoquadrina* sp, *Hyalinea balthica* y dos especies de foraminíferos no identificados (9 y 10), la salinidad se correlacionó con el foraminífero 6 y un heterobranquio, la temperatura con un quetognato y una gasterópodo y el nitrato con los isópodos, foraminíferos del género *Nonionellina* y un gasterópodo (Figura 56). Al aplicar esta misma prueba con la comunidad agrupada en grupos funcionales, se obtiene una varianza acumulada en los dos primeros ejes de 77,89 % (Tabla 10), en la que se observa una correlación positiva de la salinidad con los moluscos, copépodos, tintínidos y decápodos, el nitrito con los foraminíferos y las concentraciones de oxígeno disuelto y nitrato con los poliquetos y nemátodos (Figura 57).

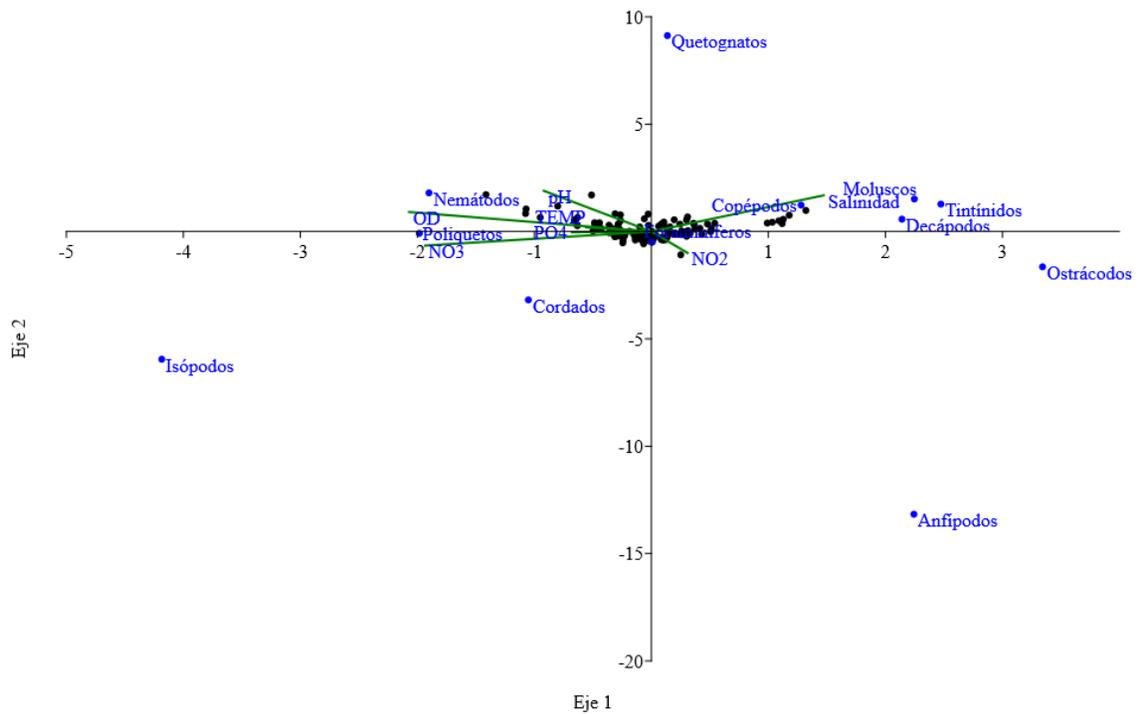


Figura 57. Análisis de correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad meiobentónica por grupos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

Tabla 10. Porcentaje de la varianza total explicada por los ejes del análisis correspondencia canónica de las variables fisicoquímicas y la comunidad meiobentónica por grupos

Componente	Valor propio	Porcentaje de la varianza (%)	Porcentaje acumulado (%)
1	0,030407	49,86	49,86
2	0,017096	28,03	77,89
3	0,0065169	10,69	88,58
4	0,004139	6,786	95,366
5	0,0020598	3,377	98,743
6	0,00077119	1,264	100
7	$1,5691 \times 10^{-8}$	$2,573 \times 10^{-5}$	100

Distribución del microfítobentos a escalas espaciales diferentes

Al aplicar el análisis de conglomerados de casos se obtiene una correlación de Cophen de 0,72 con la formación de dos grandes grupos con una distancia de 9×10^{-7} , en los cuales no se observa una separación de muestras de acuerdo al cuadrante que pertenecen durante el muestreo, lo cual indica una homogeneidad alta entre ellos. Sin embargo, se observa mayor similitud entre las muestras del cuadrante 5 (Figura 58).

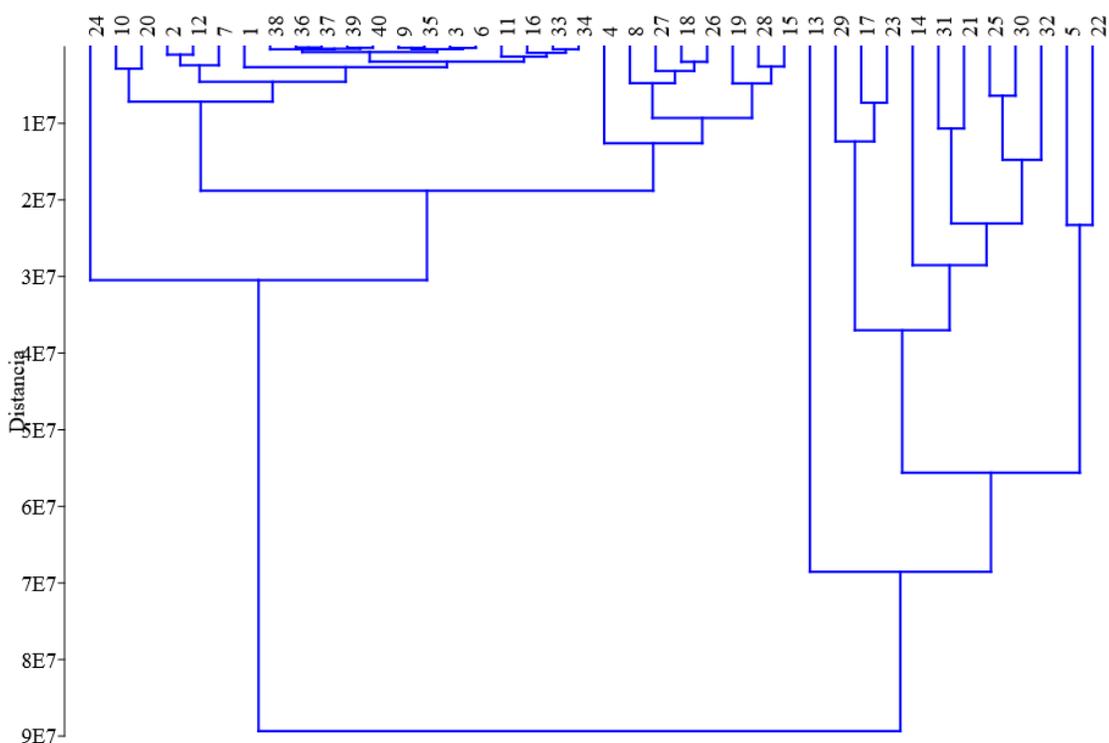


Figura 58. Dendrograma de los grupos de muestras del microfítobentos a diferentes escalas espaciales de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés tomadas en agosto 2015

Para establecer si existen diferencias significativas en la comunidad microfítobentónica a diferentes escalas espaciales, se realizó una Anosim una vía, en el cual se obtuvo un $R = 0,563$ ($p = 0 \%$). El análisis *a posteriori* arrojó que solo la

cuadrata número 5, la cual tenía menor distancia entre sus muestras, presentó diferencias estadísticamente significativas con el resto de las cuadratas, las cuales fueron similares entre sí. Estos resultados pueden visualizarse en el análisis NMDS, el cual muestra un grupo en la que las cuadratas 1, 2, 3 y 4 presentan muestras con una alta variabilidad pero con un comportamiento similar, mientras que las muestras del cuadrante 5, el cual tiene un área de $0,25 \text{ m}^2$, presentan mayor similitud entre sí pero se diferencian del resto de las muestras (Figura 59).

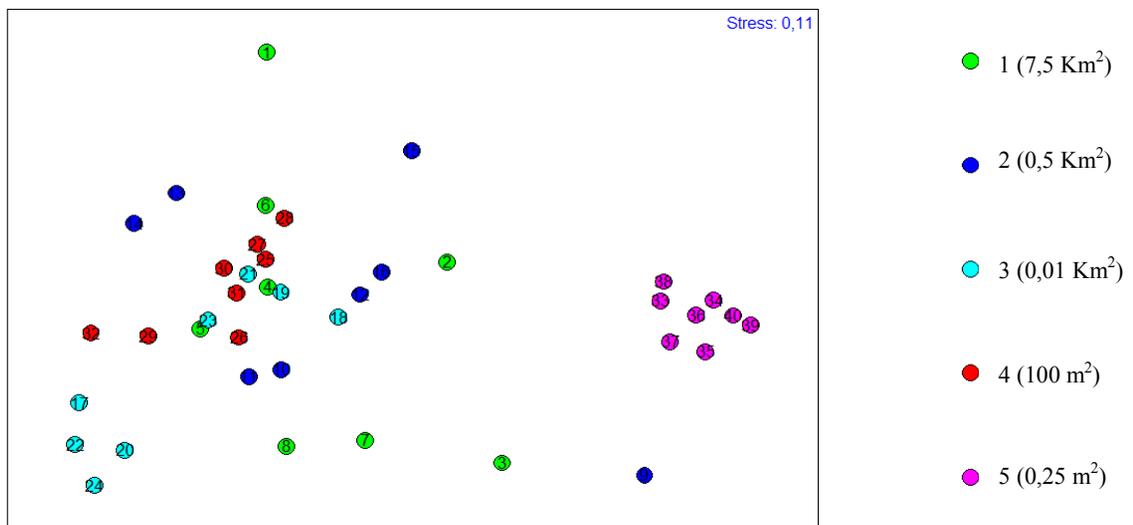


Figura 59. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) de la abundancia del microfitorobentos a escalas espaciales diferentes de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés en agosto 2015

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el mar Caribe y el Atlántico Occidental se han realizado pocos estudios sobre el microfitorobentos marino, por lo que este trabajo representa una contribución importante a su ecología y al conocimiento de la diversidad biológica de los ecosistemas marinos y costeros venezolanos. Este trabajo se llevó a cabo en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés, un área de productividad biológica importante por los aportes del río Tuy durante la época de precipitaciones y el enriquecimiento de nutrientes en época de surgencia. Pertenece a la cuenca del mar Caribe venezolano, en la cual se han realizado estudios importantes para conocer sus condiciones ambientales (Richards y Vaccaro 1956, Richards 1960, Fukuoka y Ballester 1963, Athearn 1965, Okuda *et ál.* 1974, Ferraz-Reyes 1983 y Llano *et ál.*1991).

De estas investigaciones, fueron notables las realizadas por el proyecto Cariaco, el cual buscó explicar la relación compleja de intercambio de carbono entre la atmósfera, el océano y los sedimentos del fondo, con una serie de datos sobre la hidrografía de la fosa de Cariaco, medidos sistemáticamente, por más de 10 años a partir de 1995, en las que se incluyeron estaciones cercanas al Cabo Codera, por representar uno de los límites continentales de la fosa. Entre las conclusiones más importantes de estos estudios destaca la presencia de dos estaciones tropicales, una estación seca en la que influyen los vientos Alisios y la Zona de Convergencia Intertropical desde noviembre a marzo y una estación lluviosa desde julio a septiembre con influencia importante de los ríos que desembocan en él, siendo el resto de los meses una transición entre las dos épocas (Astor *et ál.* 1998). Sin embargo, otros estudios demuestran variaciones en estas épocas, en la que se presentan precipitaciones fuertes en noviembre y diciembre (Herrera y Bone 2011, Pereira 2012, Schwarz 2014).

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran el efecto que ejercen los

cuerpos de aguas continentales sobre las condiciones ambientales locales de la zona marina y costera, el cual es más fuerte durante la época de precipitaciones máximas. En el caso específico del sistema marino y costero entre Chirimena y Puerto Francés, los aportes de los ríos Tuy y Aricagua, así como de varias quebradas de la zona, causan procesos de mezclas y enriquecimiento de las aguas marinas, debido al arrastre de elementos nutritivos que generan áreas locales de productividad alta (Parsons *et ál.* 1979).

Asimismo, se pone en evidencia un fenómeno de incremento de los nutrientes, acompañado de una disminución de la temperatura superficial del agua durante los primeros meses del año, los cuales son indicadores del ascenso de aguas subsuperficiales, que traen como consecuencia, el aumento de la abundancia del fitoplancton y zooplancton herbívoro (Ferraz-Reyes 1983, Troccoli 1989, Gómez 1996, Pirela-Ochoa *et ál.* 2008). Este fenómeno ocurre por efecto del incremento de la intensidad de los vientos Alisios provenientes del Este y noreste, los cuales son más intensos durante el primer trimestre del año con una celeridad en la zona de 5 m/s (Viale-Rigo *et ál.* 1999). Cuando disminuye la velocidad del viento y cambia su dirección, la mezcla entre las masas de agua disminuye y el calor solar promueve la estratificación de la columna de agua, lo cual limita al fitoplancton a la zona eufótica, se agotan los nutrientes y como consecuencia, disminuye la productividad primaria (Tilstone *et ál.* 1994).

Castellanos *et ál.* (2002) observaron la presencia de un foco de surgencia en el Cabo Codera durante los meses de febrero y marzo de 1996 con una extensión de 10.000 km², en el que la deriva de la pluma se extiende hacia el noroeste y en ocasiones, hacia el Norte. Estos investigadores explicaron que en períodos de surgencia máxima, las plumas de dispersión de focos diferentes de surgencia en Venezuela pueden unirse y formar áreas extensas de aguas frías. Asimismo, indicaron que este foco de surgencia presenta diferencias con respecto a los otros sitios de afloramiento observados en el país, ya que en ocasiones se presenta cuando los Alisios son débiles

y los otros focos se desvanecen. Un estudio realizado por Akl *et ál.* (1997) indicó que la variación y origen de esta surgencia parece estar relacionada, además del viento, con la batimetría y las corrientes marinas locales.

En cuanto a las variables fisicoquímicas de la zona, en este estudio se estimaron las temperaturas más altas en septiembre, noviembre y diciembre y las más bajas en julio, enero, febrero y marzo, con valores superiores a los 23 °C, conforme con los movimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), lo cual coincide con el patrón reportado para el mar Caribe por Wust (1964), Fukuoka (1965), Okuda (1974) y Castellanos *et ál.* (2002). De hecho, Castellanos *et ál.* (2002) describen que durante el primer semestre del año, las plumas de agua fría alcanzan un área de propagación mayor, causando que las temperaturas en el Sur del mar Caribe disminuyan y se formen gradientes acentuados con respecto a las aguas situadas más al norte, con fluctuaciones anuales de los promedios mensuales de hasta 5 °C.

Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en la zona oriental del país y en el golfo de Venezuela, sin embargo, en las adyacencias del Cabo Codera, se favorece la surgencia costera debido a que cuenta con una plataforma estrecha que se ensancha en un lugar determinado y el talud de la plataforma continental está dispuesto en forma casi perpendicular a la corriente predominante (Denman y Powell 1984). Por otro lado, la concentración de oxígeno disuelto mostró fluctuaciones temporales con diferencias locales pero siempre con concentraciones superiores a los 5 mg/l, característico de playas de alta energía, tal como ocurre en Chirimena y otras playas de la zona. El oxígeno disuelto se usa como indicador de la productividad primaria, la cual depende de interacciones complejas y factores fisiográficos, fisicoquímicos y biológicos. Su distribución es influida por la actividad microalgal y normalmente, los sistemas con buena circulación y no estratificados tienen menos problemas con niveles bajos de esta variable que los sistemas estratificados (Livingston 2001). De hecho, Hutchinson (1978) indica que las aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica están generalmente saturadas de oxígeno y además de las variables

indicadas anteriormente, depende de la velocidad de aireación y la temperatura.

Sin embargo, las concentraciones estimadas en este estudio fueron cerca de 1 mg/l inferior a las estimadas por Pereira (2012) en playa Chirimena. Una publicación de Joos *et ál.* (2003) indica que mediciones recientes y modelos de simulación han identificado una tendencia a la disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto en el océano con implicaciones en el entendimiento acerca el cambio climático. En primera instancia, este patrón pudiera interpretarse como una señal de cambios en la circulación a gran escala de las masas de agua y por último, afectaciones de las fuentes y sumideros de carbono terrestres y oceánicos que influyen sobre el balance de oxígeno entre el océano y la atmósfera.

No obstante, el oxígeno disuelto es controlado por una variedad de procesos complejos que incluye a los productores primarios, el consumo biológico para la degradación de la materia orgánica y la respiración celular, el equilibrio atmósfera-océano, los movimientos de las masas de aguas, la temperatura y la salinidad. La mayoría de estos procesos ocurren a escalas temporales distintas, los cuales dificultan su integración e interpretación, por lo que a pesar que en este estudio se observa una disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto con respecto a años anteriores, estos resultados no permiten diferenciar si este fenómeno se debe a una condición particular del año en que se tomaron las muestras u obedecen a una condición más global como el cambio climático, tal como lo indican Joos *et ál.* (2003).

Por su parte, la salinidad mostró un patrón similar al reportado para la zona, en la que comienza a disminuir en septiembre con las precipitaciones, mostrando un descenso abrupto en noviembre y aumento progresivo en la época de sequía en la que hay mayor influencia de los vientos Alisios (Astor *et ál.* 1998). Tal como se comentó anteriormente, la zona de estudio es influida por la descarga de ríos y quebradas, que forman estuarios en épocas de lluvias, sobre todo por el río Tuy, el cual tiene

contribución mayor debido a su caudal y a la carga de sólidos suspendidos totales, nitrógeno y fósforo (Herrera y Bone 2011). En los estuarios, el agua de los ríos actúa directamente con el agua costera y debido a la diferencia de salinidad, existe una tendencia a que el agua dulce fluya sobre el agua de mar, generando así, un gradiente de salinidad vertical que origina la formación de una cuña salina. Debido a los movimientos de las olas y las mareas, las masas de agua se mueven hacia arriba y hacia abajo creando así turbulencias, que facilitan la mezcla de masas de aguas diferentes (Raymont 1980).

La condición de estuario en época de precipitaciones es muy importante en la distribución de las especies, ya que cerca de la descarga solo se encontrarán aquellas capaces de superar el estrés osmótico que genera estos cambios de salinidad. Aunque en este tipo de ambiente influyen otras variables sobre los organismos, que incluye aumento de la temperatura, concentración de nutrientes y material en suspensión y una disminución en la transparencia del agua (Lionard *et ál.* 2005).

En cuanto a los nutrientes, los ortofosfatos presentaron fluctuaciones con concentraciones más altas en julio, diciembre y febrero, los cuales coinciden con los meses en que se reporta el fenómeno de surgencia costera. En este estudio, se obtuvo una concentración promedio anual 25 veces mayor a la reportada en el proyecto Cariaco, el cual estimó concentraciones por debajo de $0,1 \mu\text{M}$ ($0,01 \text{ mg/l}$) en la mayor parte del año, excepto en los meses de surgencia en la que se obtuvieron concentraciones de $0,3 \mu\text{M}$ ($0,03 \text{ mg/l}$). No obstante, en esta investigación, se obtuvieron concentraciones superiores a los $4 \mu\text{M}$ durante la época de surgencia, lo cual indica la alta disponibilidad de este nutriente para los productores primarios (Astor *et ál.* 2004).

Los nitritos presentaron concentraciones por debajo de $0,01 \text{ mg/l}$ en la mayoría de los meses con un aumento abrupto entre enero y marzo en la cual se duplica la concentración, alcanzando $0,015 \text{ mg/l}$. Este nutriente suele ser una fase intermedia

entre el nitrato y el amonio, los cuales son especies más estables que predominan en función de las concentraciones de oxígeno y el potencial óxido-reducción. En este caso, la disponibilidad de concentraciones altas de oxígeno disuelto favorece las formas más oxidadas de los nutrientes disponibles, aunque el amonio es la forma química más fácil de asimilar por los productores primarios, debido a que no requiere cambios en el estado de oxidación para su metabolización; mientras que las otras formas químicas, tales como el nitrito y el nitrato, requieren el uso de energía para ser reducidos por acción enzimática (Liu y Dagg 2003). Al respecto, Senior (1996) indicó que el desarrollo de los organismos fitoplanctónicos es determinante en la disminución de las concentraciones de amonio.

El nitrato, que suele ser la forma química dominante en estos sistemas, presentó diferencias mayores entre las zonas de muestreo, lo cual evidencia la influencia de procesos más locales. Sin embargo, en línea general, este nutriente incrementó progresivamente con el aumento de las precipitaciones en el área y en marzo cuando la influencia de la surgencia costera suele ser mayor. Los efectos de la carga de nutrientes en los ecosistemas marinos y costeros dependen de los atributos específicos de cada ecosistema, entre los cuales destacan: gradientes de salinidad, extensión de la zona de mezcla por movimientos de las masas de aguas, drenaje fluvial, velocidad de las corrientes y propiedades ópticas de la columna de agua que afectan a los productores primarios, tanto planctónicos como bentónicos, a la exposición a la luz. Estos atributos modulan las respuestas de las zonas costeras en función de la biomasa, la producción excesiva de materia orgánica y el agotamiento del oxígeno disuelto (Cloern 2001).

Por lo general, las concentraciones de nutrientes en las aguas cercanas a la superficie son bajas debido a que estos son consumidos por el fitoplancton. Por lo tanto, la reposición de nutrientes en el ambiente depende del aporte continental y de la surgencia de aguas profundas, los cuales son procesos que ocurren en una escala temporal definida (Qian *et ál.* 2003). En este sentido, el flujo de nutrientes depende

del tiempo de residencia del agua en el cuerpo de agua, lo cual influye sobre la disponibilidad y el flujo de nutrientes a través del resto de los organismos vivos. En función de la concentración de nutrientes que contenga un cuerpo de agua, estos últimos se pueden clasificar como eutróficos, mesotróficos u oligotróficos, representando la primera categoría a sistemas naturales con cargas altas de nutrientes y la última, a ambientes con concentraciones muy bajas (Olrik 1994, Ghosal *et ál.* 2000, Buyukates y Roelke 2005).

En este caso, se trata de sistemas abiertos con un flujo continuo de nutrientes por los aportes del río Tuy y temporal, por la presencia de varias quebradas, que varían en su caudal en función de las precipitaciones. Al respecto, diversos estudios han demostrado que si estas adiciones de nutrientes a los ecosistemas costeros son continuas o por pulsos, los efectos sobre la estructura comunitaria de las microalgas varían intensamente. En el primer caso, las especies capaces de competir por los nutrientes presentan abundancias altas, mientras que los competidores más débiles son escasos o totalmente excluidos. Cuando el aporte es discontinuo, el número de especies aumenta y disminuye la dominancia. Sin embargo, cuando la perturbación es muy fuerte, así sea continua o discontinua, la mayoría de las especies desaparecen y la diversidad disminuye (Buyukates y Roelke 2005, Spatharis *et ál.* 2007).

En cuanto a la distribución del microfítobentos, este estudio indica la presencia de 327 especies con nuevos reportes para Venezuela, que tributa al conocimiento de la diversidad biológica de la zona marina del país. Aunque en Venezuela, esta comunidad ha sido poco estudiada, evaluaciones de las microalgas bentónicas como indicadores de la calidad ambiental son una práctica habitual en muchos países de las latitudes altas y existe bibliografía abundante al respecto. No obstante, la inmensa mayoría de los estudios realizados se refieren a las diatomeas y existe poca información sobre los grupos restantes de microalgas. Asimismo, los ríos han sido objeto preferente de este tipo de estudios; mientras que en los ecosistemas marinos, el uso de las microalgas bentónicas como bioindicadores es más reciente (Cibic *et ál.*

2012).

En las últimas décadas, los ecólogos han comenzado a reconocer la amplitud de las funciones ecológicas del microfítobentos y su posición clave dentro del mosaico funcional de los ecosistemas costeros (Janousek 2005). La mayoría de las microalgas son productores primarios y como tales, responden a variaciones de los nutrientes en el agua, especialmente del fósforo; mientras que algunas, pueden comportarse como organismos heterotróficos en presencia de altas concentraciones de materia orgánica. Igualmente, el microfítobentos controla el balance de oxígeno entre el agua y el sedimento, permitiendo la degradación aeróbica de la materia orgánica, la regulación del flujo y entrada de materia orgánica nueva y la liberación de nutrientes de los sedimentos a la columna de agua (Shaffer y Onuf 1985). Estos cambios se observan en su composición que, en algunos casos, incluye variaciones en la diversidad y la biomasa, de forma tal, que cuando la masa de agua se eutrofiza, los sustratos aparecen recubiertos de alfombras verdes o pardas de microalgas (Cabra *et ál.* 2008).

Aunque la composición del microfítobentos se trata comúnmente como un solo grupo en estudios ecológicos, sus comunidades representan una diversidad filogenética rica con variación sustancial de sus características metabólicas, fisiológicas y de comportamiento (Janousek 2005). En esta investigación, se identificó un número mayor de diatomeas, que representó el 74 % de las especies identificadas y presentó un porcentaje promedio del 79 % de la densidad de la comunidad, aunque no se deben despreciar otros grupos, tales como los dinoflagelados, que representaron el 20 % de la riqueza y las cianobacterias, que aunque solo constituyeron el 3 % de la riqueza con 11 especies, fueron un grupo bien importante en términos de densidad que llegaron a dominar la comunidad en los meses iniciales de la época de lluvia (julio y agosto).

Al respecto, la composición de las diatomeas suele ser relativamente constante en el tiempo, aunque la literatura indica que su variabilidad está relacionada a los cambios

de las condiciones físicas y químicas del agua (Soininen 2010), por lo que factores como la temperatura, el oxígeno disuelto y aumento de algunos nutrientes en estos meses pudieran haber condicionado cambios importantes en la comunidad que permitieron el crecimiento de las poblaciones de cianobacterias. Estos organismos procariotas pueden vivir libremente en el fondo marino, formando parte de las biopelículas que cubren los sedimentos o en asociaciones simbióticas con esponjas y otros organismos bentónicos sésiles. Las cianobacterias juegan un papel crítico en la biogeoquímica global y el ciclo de los nutrientes, siendo responsables cerca de la mitad de la producción primaria global. En las biopelículas, son responsables de la fijación de nitrógeno, supliendo cerca del 25 % del nitrógeno requerido por los productores primarios en los arrecifes coralinos (Charpy *et ál.* 2012).

Las cianobacterias por lo general, habitan en sedimentos de partículas finas o en sustratos duros, debido a que las arenas gruesas se depositan principalmente en las zonas de alta energía, que impide que este tipo de organismos colonicen el sedimento (Dyer *et ál.* 2000). Sin embargo, las zonas de muestreo se seleccionaron con base en tres extensiones de áreas rocosas cubiertas por múltiples especies de algas y separadas entre sí por lenguas de arena, aunque dentro de estas áreas rocosas también existen secciones de arena que conforman un mosaico estructural que le confiere mayor complejidad a la zona.

En líneas generales, la gran cantidad de especies identificadas en este estudio indica una complejidad alta en su estructura comunitaria, en las que algunos grupos funcionales o gremios, basados por ejemplo, en el tipo de alimentación o la movilidad, están representados por muchas especies, resultando en ciclos diversos de materia y energía. En las comunidades bentónicas más diversas, la energía se transfiere a través de las vías tróficas que contienen más especies. En consecuencia, se tienen interacciones tróficas más complejas que tienden a aumentar la estabilidad de la red trófica y por ende, la capacidad de resiliencia (Sokolowski *et ál.* 2012).

Los resultados de otras investigaciones sugieren que la distribución del microfitobentos puede estar controlada por factores bióticos como la competencia (Pinckney 1992). De hecho, se conoce que existen redes competitivas complejas entre especies de microalgas bentónicas y que la heterogeneidad de hábitats y los micronichos pueden explicar la diversidad de estas especies (de Jong y Admiraal 1984). Si la competencia es una fuerza estructuradora de la comunidad microfitobentónica, se espera que la presión competitiva sea alta en los nichos en los que las especies estén agrupadas densamente, como sucedería, por ejemplo, cuando una serie de especies fitoplanctónicas comparten el mismo recurso alimenticio (Seuront y Spilmont 2002).

Las comunidades microfitobentónicas pueden auto-limitar su productividad a través de su propia biomasa. De hecho, la biomasa microalgal puede permanecer estable a través de los años, debido a una presión baja de herbivoría y a la no ocurrencia de procesos de resuspensión de los sedimentos. Esta biomasa puede representar un factor limitante para los procesos de migración dentro de los primeros milímetros de los sedimentos (Migné *et ál.* 2009). En este estudio, se observa una estabilidad en el número de especies durante todo el año, con una leve disminución en diciembre que se mantiene constante hasta marzo. Sin embargo, las especies varían considerablemente dependiendo de la época, habiendo una representación distinta a partir de noviembre, mes en el cual se evidencia una variación importante de la salinidad, el cual pudiera estar funcionando como un agente perturbador de la comunidad.

En cuanto a las especies de microalgas bentónicas marinas que son indicadoras de condiciones ambientales, no existe mucha bibliografía al respecto. Sin embargo, las diatomeas bentónicas sésiles tienen una alto potencial a ser utilizadas como indicadoras de las condiciones ambientales debido que tienen ciclos de vida cortos, son sensibles a la variabilidad de las condiciones ambientales, incluyendo el enriquecimiento de nutrientes y materia orgánica y por ende, pudieran establecerse

grupos funcionales que respondan a cambios temporales o espaciales de algunas variables ambientales (Desrosiers *et ál.* 2013).

Asimismo, se ha observado que las etapas de sucesión comienzan con microalgas de los géneros: *Navicula*, *Fragilaria* y *Synedra* en primavera y culminan en verano con la dominancia de especies de otros géneros, tales como: *Amphora* y *Gyrosigma* (Aberle 2004). En este caso, las especies del género *Amphora* presentaron abundancias superiores a 10^9 cél/m³ con aumentos en agosto, noviembre y marzo, cuando las concentraciones de fosfato fueron bajas y las de nitrato altas, lo cual pudiera proponerse como indicadoras de esta condición particular. Sin embargo, el análisis SIMPER indicó que las variaciones en la distribución de las cianobacterias: *Merismopedia* y *Trichodesmium thiebautii* y las diatomeas: *Nitzschia* sp1, *Cocconeis* sp, *Amphora angustissima*, *Opephora pacifica*, *Thalassiothrix longissima*, incluyendo algunas especies del género *Navicula*, contribuyeron en mayor proporción a las variaciones de la comunidad. Un análisis de correspondencia canónica con las variables ambientales y estas especies indicó una asociación positiva de *Merismopedia* con la salinidad, *Opephora pacifica* y *Trichodesmium thiebautii* con el nitrato y *Nitzschia* sp1 y *Amphora angustissima* con el fosfato y el nitrito, por lo que estas especies pudieran considerarse indicadoras de las condiciones ambientales de la zona. Una investigación realizada en un área oligotrófica del estado de Florida en los EEUU, indica la variabilidad espacial de la estructura comunitaria de diatomeas epifíticas en función de la salinidad y la disponibilidad de nutrientes, específicamente el fósforo (Frankovich *et ál.* 2006).

Con relación a la abundancia, las tres zonas no muestran diferencias considerables. Sin embargo, las diferencias son notables cuando se comparan los tipos de sustratos (Figura 17). La mayoría de los estudios se centran en la variación de la comunidad dentro de un mismo grupo taxonómico (por ejemplo: las diatomeas), por lo que todavía no se conoce bien cómo se distribuye espacialmente el resto de los principales grupos taxonómicos. Además, hay poca información acerca de cómo las

características principales del ambiente inducen los cambios en la composición de los grupos funcionales. Algunas investigaciones sugieren que los cambios en la luz o en los nutrientes pueden afectar la abundancia relativa de las cianobacterias en comparación con las diatomeas. Pero en otros trabajos, se ha determinado que estos factores tienen poco efecto sobre la composición funcional (Janousek 2005).

Al igual que para la mayoría de los organismos marinos, las microalgas marinas bentónicas presentan variaciones de su composición en función de las zonas de elevación de la zona intermareal, la variabilidad de las características del paisaje y las microescalas (Blanchard 1990). Las escalas se relacionan con diferentes aspectos de la estructura comunitaria. Estas comunidades muestran una estructura espacial tanto horizontalmente en la superficie del sedimento, que va de milímetros a miles de kilómetros y verticalmente, a través de las capas del sedimento (de μm a mm) (Janousek 2005). Sin embargo, estas diferencias se discutirán posteriormente a partir de los resultados del muestreo que se realizó en agosto a escalas espaciales diferentes.

Temporalmente, las densidades se encuentran en el mismo orden de magnitud, con valores máximos entre julio y agosto por aumento de la densidad de cianobacterias y diatomeas respectivamente, alcanzándose una densidad máxima superior a los 100 mil millones de células/ m^3 (10^5 cél/ cm^3). Estos valores están en el límite inferior indicado por Schmidt *et ál.* (1998), quienes explican que la abundancia del microfítobentos en los primeros 5 y 10 mm de los sedimentos varía de 10^5 células/ cm^3 a 10^7 células/ cm^3 , llegando a alcanzar una densidad de 10^9 células/ cm^3 , en función de las características de los sedimentos. Aunque Round (1971) considera densidades entre 10^3 y 10^4 células/ cm^3 y Cibic *et ál.* (2007) cuantificaron en el golfo Trieste, al noreste del mar Adriático, una abundancia entre 10^4 y 10^5 células/ cm^3 , similar a la encontrada en este estudio. Es importante considerar que este muestreo incluye núcleos con una profundidad de 1 cm, lo cual pudiera afectar cuantiosamente las estimaciones, al considerar que la zona fótica de los sedimentos está por el orden de los 2 mm (Joint *et ál.* 1982). Aunque, en los sedimentos arenosos, las microalgas

pueden alcanzar los 16 cm de profundidad pero con una disminución importante de su densidad a partir de los primeros 5 mm (Joint 1978).

Se conoce que las comunidades microfítobentónicas varían temporalmente, pero la mayoría de las investigaciones publicadas se centran en la variabilidad de la producción primaria o de la biomasa y no en su densidad (Sullivan y Currin 2000). Currin y Paerl (1998) encontraron cambios estacionales en la composición taxonómica de cianobacterias presentes en las praderas de *Spartina* (Magnoliophyta, Poaceae). A pesar de que la variación estacional en la composición de los grupos funcionales es menos conocida, Pinckney *et ál.* (1995) observaron durante el transcurso de un año, un aumento de la abundancia relativa de cianobacterias durante los meses de verano y mayor dominancia de diatomeas durante los meses de invierno. Mientras que Cibic *et ál.* (2007) encontraron aumentos en el grupo de las diatomeas ente junio y agosto, cuando las temperaturas superaban los 20 °C.

En las latitudes altas, la biomasa mayor del microfítobentos en el verano coincide con la de microalgas más baja en la columna de agua, la transmisión de luz en el fondo y las temperaturas más altas. Las concentraciones de clorofila más bajas del microfítobentos en el invierno coinciden con el incremento de la concentración de esta variable en la columna de agua, posiblemente por el sobrecrecimiento de diatomeas o la resuspensión del sedimento causado por la surgencia (Neely 2008).

Sin embargo, en zonas tropicales, donde solo hay dos épocas marcadas en el año, existen muy pocos estudios sobre la variación de la composición o la diversidad de esta comunidad a escalas temporales iguales o mayores a un año. Peletier (1996) encontró cambios a largo plazo en la composición de especies de la comunidad de diatomeas en una marisma con poca riqueza de especies en el centro de Europa, después de una reducción de los aportes de nutrientes antropogénicos al estuario. Sin embargo, a pesar que las poblaciones microfítobentónicas experimentan un crecimiento muy rápido y se espera que los cambios en su estructura comunitaria

ocurran principalmente a escalas de tiempo cortas, no se debe ignorar la variación temporal de estas comunidades a largo plazo para entender los procesos de los ecosistemas. También es deseable desde una perspectiva de gestión ambiental, para determinar si la dinámica de sucesión difiere según la región geográfica, las características del sedimento o el tamaño o complejidad estructural del hábitat (Underwood y Paterson 1993).

En cuanto a la relación de esta comunidad con las condiciones ambientales, se encontró que la salinidad en contraposición con la concentración de nitrato y oxígeno disuelto junto a la temperatura son las variables más importantes que explican la estructura de la comunidad microfitobentónica. A nivel global y regional, las tendencias climáticas incluyen cambios de la temperatura, el nivel del mar, la amplitud de la marea, las precipitaciones, los caudales de los ríos, la turbidez y la frecuencia e intensidad de tormentas, los cuales son factores con efectos potenciales sobre la biomasa y la producción primaria microfitobentónica intermareal a largo plazo (van der Wal *et ál.* 2010). De este modo, en áreas en las que los eventos climáticos estocásticos influyen fuertemente sobre las condiciones ambientales, estos eventos dominan sobre los efectos de las tendencias estacionales de la temperatura y la radiación solar. Por otra parte, las interacciones tróficas pueden influir aún más sobre la dinámica de las microalgas, en lugar de los ciclos climáticos estacionales (Tirok y Scharler 2013).

A pesar de esto, muchos estudios evidencian la importancia de factores a nivel local, sugiriendo que la composición taxonómica del microfitobentos es el resultado de una interacción compleja de factores tanto biológicos como ambientales; entre los que destacan: la luz, la salinidad, los nutrientes, la herbivoría y el tipo de sedimento (Underwood 1994, Van der Grinten *et ál.* 2004, Jesus *et ál.* 2006). Por ejemplo, Neely (2008) encontró que la variación temporal del microfitobentos en la bahía de Florida, es regulada en primer lugar por la luz y luego por la temperatura.

En el caso particular de la luz solar, esta variable es considerada como una de las más influyentes en la distribución de las microalgas bentónicas, por lo que la producción primaria bentónica es efectivamente limitada a los primeros milímetros del sedimento (0,2 – 2 mm) o a la profundidad a la cual la luz puede penetrar y permitir que ocurra la fotosíntesis. A pesar de esto, se han encontrado células fotosintéticamente viables a varios centímetros de profundidad, lo cual mantiene a los sedimentos oxigenados (MacIntyre y Cullen 1995). Esto es característico de sedimentos arenosos bien mezclados en sistemas de alta energía (MacIntyre *et ál.* 1996), tal como los encontrados en la zona de estudio, que además presentan turbidez escasa en época de sequía con amplia penetración de la luz solar, al menos hasta los 20 metros de profundidad. En época de lluvias, la densidad y diversidad suele disminuir debido al aporte de sedimentos que aportan los cuerpos de agua continentales, los cuales aumentan la turbidez y por lo tanto, el ingreso de luz a los fondos marinos.

Con respecto a la salinidad, cambios de esta variable en apenas 1 o 2 unidades no deberían afectar a las comunidades de microalgas eurihalinas. Sin embargo, su efecto dependerá de la capacidad de adaptación de cada una de las especies, lo cual varía incluso entre especies del mismo género (Cibic *et ál.* 2012). Diversos estudios taxonómicos han demostrado composiciones de especies muy diversas con variaciones temporales en el dominio de especies, lo que indica una competencia intensa en esas comunidades. Las adaptaciones fisiológicas a las condiciones ambientales, tales como las fluctuaciones de salinidad, pueden condicionar interacciones competitivas entre las especies, favoreciendo a unas o a otras (Admiraal 1984). Por ejemplo, *Cylindrotheca closterium* se ha asociado a salinidades altas, las cuales están relacionadas a su vez con una diversidad baja de diatomeas (Janousek 2005). Mientras que en ambientes con salinidades bajas, *Amphora* y *Navicula* son los géneros más abundantes, de acuerdo a lo obtenido en estudios realizados en ecosistemas costeros de todos los continentes (Du *et ál.* 2009).

En cuanto a la temperatura, se ha observado que esta variable tiene un efecto fuerte

en las tasas de producción, respiración y herbivoría. Por ejemplo, se ha demostrado que en los arrecifes de coral, la temperatura puede determinar hasta el 70 % de la variabilidad de las poblaciones microfítobentónicas (Blackford 2002) y temperaturas más cálidas promueven la productividad (Pinckney 1992).

Los géneros *Nitzschia*, *Gyrosigma*, *Navicula* y *Amphora*, los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas costeras de todo el mundo, incluyendo en esta zona, se asocian a temperaturas altas, llegando a dominar durante el verano (Cibic *et ál.* 2009). Según Hunter (2007), el género *Gyrosigma* se relaciona con aguas cálidas con altos contenidos de materia orgánica. Las especies del género *Diploneis* prefieren temperaturas más bajas por lo que su densidad disminuye durante el verano (Cibic *et ál.* 2012). También se ha observado que mientras la abundancia de la mayoría de los géneros de diatomeas aumenta con la temperatura, los géneros *Pinnularia* y *Diploneis* prefieren temperaturas bajas (Cibic *et ál.* 2007). Sin embargo, en ambientes tropicales en el que las temperaturas tienen variaciones que no superan los 5 °C, tales como la zona bajo estudio, es más difícil ver este tipo de relaciones entre las especies y variables ambientales específicas, lo cual, además de no haber obtenido variables relacionadas a las características del sedimento pudieran explicar la relación escasa que se obtuvo entre la composición y distribución de las diatomeas con las variables ambientales estimadas.

En cuanto al metabolismo bentónico y al flujo de nutrientes, la biogeoquímica costera está influenciada por factores diversos, tanto fisicoquímicos como biológicos, que interactúan y compiten entre sí, resultando en variaciones espaciales y temporales de los procesos bentónicos. De esta manera, la superficie de los sedimentos juega un papel importante en la transformación microbiológica del nitrógeno y de la materia orgánica (Dunn *et ál.* 2013). El ingreso de aguas continentales a la costa influye en las tasas de respiración bentónica y en las concentraciones y formas químicas de los nutrientes (Nixon 1995), induciendo cambios en los flujos de oxígeno y nutrientes a través de la interfase agua-sedimento, que pueden influir sobre el potencial redox y

por ende, sobre las especies químicas de los nutrientes (Fenchel *et ál.* 1998).

Se conoce muy poco acerca de las interacciones geoquímicas entre los constituyentes microbianos, los flujos del carbono y del nitrógeno y la competencia por los nutrientes del agua intersticial (Sundbäck *et ál.* 1991). Sin embargo, se sabe que el microfitobentos, al afectar las concentraciones de oxígeno, influye indirectamente sobre los procesos de transformación y movilización del nitrógeno y del fósforo en la interfase agua-sedimento (Welker *et ál.* 2002). El microfitobentos toma los nutrientes de los sedimentos, los hace biodisponibles en el agua intersticial, los adquiere de este compartimiento y los ingresa a las células, por lo que, el flujo de nutrientes bentónico es el resultado de una interacción de procesos celulares y los fenómenos de transformación y transporte que ocurren en el agua intersticial de los sedimentos (Brito *et ál.* 2011).

Un suministro continuo de nutrientes puede incrementar las tasas de crecimiento de las microalgas y beneficiar la formación de cadenas de diatomeas, que les permite ser mejores competidores y resistir el efecto de herbivoría (Aberle 2004). En aquellos sistemas oligotróficos en los que no hay variaciones temporales en las concentraciones de nutrientes, las comunidades microfitobentónicas están dominadas por diatomeas que cuentan con mecanismos eficaces para acceder a los nutrientes en la interfase agua-sedimento (Hillebrand y Kahlert 2002). Por otra parte, las apariciones masivas de algas verdes filamentosas o cianobacterias, tal como ocurrió en julio y agosto, pueden estar directamente relacionadas a las cargas de nutrientes en la columna de agua (Nozaki *et ál.* 2003). En estos meses se observa un pulso de nitrato en la zona 3 (Figura 9) y uno de fosfatos en todas las zonas, coincidiendo con la época de surgencia sugerida por Castellanos *et ál.* (2002).

Aunque el sedimento es considerado una fuente inagotable de nutrientes inorgánicos para el microfitobentos, en la que el agua intersticial puede contener concentraciones de nutrientes inorgánicos mayores en varios órdenes de magnitud que las de la capa

de agua que está por encima de ella, el microfitobentos puede estar limitado por nutrientes y por lo tanto, compite por ellos (Welker *et ál.* 2002, Cibic *et ál.* 2007). Por lo general, el nitrógeno es el nutriente limitante en los sedimentos marinos y esto se debe a que este libera constantemente el fósforo retenido en el agua intersticial o unido a los sedimentos durante las reacciones de oxidación-reducción bajo condiciones anóxicas, en las cuales el hierro unido al fósforo es absorbido por las partículas (Neely 2008). El ingreso y liberación de los nutrientes a la columna de agua a partir del sedimento y viceversa, puede ser regulado tanto por el microfitobentos como por el fitoplancton, siendo estos componentes biológicos una fuente importante y reserva de nutrientes en los sistemas costeros y estuarinos (Sundbäck y McGlathery 2005).

Asimismo, la producción de oxígeno en la interfase agua-sedimento se puede expandir a la capa oxigenada de los sedimentos y estimular la remoción de nitrógeno a través de los procesos de nitrificación y desnitrificación. Al mismo tiempo, la absorción de amonio y la sustracción de CO₂ del agua intersticial podrían resultar en una competencia con los organismos nitrificadores (Bartoli *et ál.* 2003). El consumo constante de oxígeno por los sedimentos durante el período de iluminación indica ingresos altos de materia orgánica, que controlan los procesos respiratorios y la turbidez alta en la columna de agua. Los incrementos en la turbidez pueden limitar la disponibilidad de luz y por lo tanto, la fotosíntesis, restringiendo la productividad primaria en los sedimentos durante el período de marea baja. Sin embargo, esta producción pudiera no contribuir a la reoxigenación de la columna de agua (Dunn *et ál.* 2013).

Algunos sedimentos son sumideros del oxígeno disuelto en el agua bajo condiciones de luz y oscuridad. Esta dinámica del oxígeno es típica de sedimentos que reciben una carga alta de materia orgánica exógena, siendo una red con condiciones heterotróficas, por un ingreso de materia orgánica superior a la producción local (Viaroli *et ál.* 2004). Otro aspecto de interés en este estudio es la diferenciación de la comunidad en sustratos rocosos y arenosos. Uno de los factores que condiciona la

resuspensión de las microalgas y en muchos casos, explica la variabilidad de la composición del microfítobentos, es el tipo de sedimento (Cahoon 1999, MacIntyre *et ál.* 1996). Al comparar los tipos de sedimentos, algunos estudios demuestran que los fangosos son más productivos que los arenosos. Sin embargo, la productividad alta de los sedimentos fangosos se ha asociado a concentraciones extraordinarias de nutrientes. Otros estudios demuestran pequeñas diferencias en la productividad de sistemas arenosos y fangosos o incluso mayor productividad en los arenosos (Billerbeck *et ál.* 2007).

Los componentes de la comunidad microfítobentónica varían considerablemente de acuerdo al tipo de sedimento. Por ejemplo, en sedimentos arenosos, donde existe un estrés hidrodinámico alto, las especies bentónicas suelen ser capaces de unirse firmemente a las partículas del sedimento y resistir la abrasión, dominando diatomeas episámicas monorrafídeas, tales como *Cocconeis* spp y *Achnanthes* spp, así como cianobacterias cocoides del género *Merismopedia* (Paterson y Hagerthey 2001). En términos generales, los sustratos arenosos exhiben una diversidad mayor por incluir diferentes grupos taxonómicos de microalgas que incluyen diatomeas monorrafídeas o birrafídeas muy pequeñas con escasa capacidad de movimiento, mientras que los fangosos por lo general, son colonizados solamente por diatomeas birrafídeas (Admiraal 1984, Jesus *et ál.* 2009). Los sedimentos arenosos aunque muestran mayor diversidad, se encuentran dominados por células pequeñas (7 – 10 μm), mientras que los fangosos tienen mayor diversidad de tamaños celulares debido a que proveen más espacio de nicho potencial (Jesus *et ál.* 2009).

En cuanto a los patrones estacionales, los ensamblajes de sustratos fangosos no muestran un patrón claro; mientras que en sitios arenosos, se observa un dominio de cianobacterias en verano y de diatomeas en el resto del año, debido a que las cianobacterias tienden a dominar cuando las temperaturas son altas y la relación N:P es baja (Defew *et ál.* 2004). Asimismo, los sedimentos arenosos son ambientes más estables, que responden a los cambios de estacionalidad, mientras que los fangosos,

están más expuestos a eventos impredecibles de perturbación (Jesus *et ál.* 2009).

Por otra parte, los sustratos rocosos pueden exhibir una diversidad alta por la complejidad que les confiere la estructura rocosa y los propios organismos que colonizan este sustrato. Sin embargo, el microfitobentos en este sustrato ha sido menos estudiado, destacando muy pocos en la zona intermareal, posiblemente por la dificultad que representa la toma de muestra (Fuji *et ál.* 1991, Maggi *et ál.* 2017). A pesar que algunos estudios han reportado la dominancia de cianobacterias en sustratos rocosos (Jackson *et ál.* 2010, Maggi *et ál.* 2017), este trabajo muestra una alta representación de diatomeas y otros grupos, presentando pocas diferencias en la composición, de acuerdo a lo encontrado en el sustrato arenoso, lo cual indica una interacción compleja entre las variables que incide sobre la estructura comunitaria del microfitobentos y el resto de los productores primarios.

En cuanto a la estructura comunitaria del fitoplancton, la zona bajo estudio muestra gran heterogeneidad, debido a la presencia de especies oceánicas, tales como los dinoflagelados: *Ornithocercus magnificus* y *Ceratocorys horrida* (Vila *et ál.* 2001), bentónicas pertenecientes a los géneros: *Coolia*, *Diplopsalis*, *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Amphora*, *Pleurosigma*, *Odontella*, *Auricula* y *Paralia* y costeras características de las costas venezolanas, lo cual indica la ocurrencia de procesos de mezcla en la zona y la influencia de masas de aguas oceánicas y continentales. Se observa la presencia de euglenofitas, tales como *Eutreptiella* sp, las cuales son indicadoras de grandes aportes de materia orgánica, ya que ellas están presentes en aguas con índices altos de eutrofización (Livingston 2001).

El número de especies y el grado de heterogeneidad es un aspecto relevante de esta investigación, debido a que el área estudiada está en la transición entre la zona costera central de Venezuela, caracterizada por presentar condiciones oligotróficas debido a una plataforma continental estrecha (Herrera *et ál.* 1980) y el inicio de la zona oriental, con la influencia de la surgencia costera estacional y el aporte fluvial de

algunos ríos. En general, la composición del fitoplancton estuvo representada en primer lugar por las diatomeas, tanto en número de especies como en abundancia, las cuales en general, suelen ser el grupo más abundante de la comunidad fitoplanctónica en áreas costeras, debido a su capacidad de asimilación rápida de nutrientes y su tasa reproductiva alta, lo cual les confiere el calificativo de especies colonizadoras u oportunistas (Casas *et ál.* 1999, Triantafyllou *et ál.* 2001, Cetin y Sen 2004).

Al respecto, Spiniello (1996) señala que el grupo de las diatomeas a nivel nacional, presenta una riqueza de 385 especies y 25 variedades agrupadas en 99 géneros, de los cuales *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Navicula* sp y *Nitzschia* sp reúnen a más del 35 % de las especies, incluyendo aquellas especies que han cambiado de género pero en algún momento formaron parte de estos, tal como se observa en los resultados obtenidos en este estudio. Las diatomeas más frecuentes o que aparecieron en la mayoría de las muestras durante todo el año fueron: *Bacillaria paxillifera*, *Coscinodiscus centralis*, *Guinardia striata*, *Isthmia enervis*, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus danicus*, *Licmophora abbreviata*, *Navicula* sp2, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia longissima*, *Nitzschia sigma*, *Pleurosigma angulatum*, *Proboscia alata*, *Rhizosolenia imbricata*, *Rhizosolenia styliformis*, *Striatella unipunctata* y *Thalassionema nitzschioides*, de las cuales la mayoría de ellas poseen una amplia distribución a lo largo de las costas del país (Spiniello 1996).

Otro trabajo más reciente, realizado por Romero *et ál.* (2008), en el que se estudió la dinámica estacional e interanual en la producción de diatomeas en la cuenca de Cariaco, se encontró una composición de diatomeas constituida principalmente por las especies pelágicas: *Azpeitia tabularis* (anteriormente *Coscinodiscus tabularis*), *Nitzschia bicapitata*, *Cyclotella litoralis* y *Thalassionema nitzschioides*, de las cuales sólo las dos últimas fueron encontradas en este estudio, aunque siete especies del género *Nitzschia* no fueron identificadas hasta el nivel de especie. De igual manera, Pereira (2012) indicó que las diatomeas más relevantes en Playa Chirimena fueron *Thalassiosira* spp, *Helicotheca thamensis*, *Chaetoceros* spp, *Hemiaulus sinensis*,

Asterionellopsis japonica, *Pseudonitzschia seriata*, *Coscinodiscus perforatus*, *Guinardia delicatula*, *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia* spp y *Haslea waiwrikae*, todas identificadas en este estudio, lo cual indica la variabilidad alta de esta comunidad en la zona.

De las especies identificadas, el género *Nitzschia* crece en ambientes ricos en nutrientes y son capaces de modificar estas condiciones y propiciar el desarrollo de otros representantes del fitoplancton (Barber y Ryther 1969). Es importante recordar que anteriormente, *Cylindrotheca closterium* y las especies del género *Pseudonitzschia* pertenecían al género *Nitzschia* (Soler *et ál.* 2003), por lo que en este trabajo *Pseudonitzschia seriata* pudiera considerarse un indicador de altas concentraciones de nutrientes en el ecosistema. Asimismo, los géneros: *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema* y *Thalassiosira*, son consideradas como oportunistas y por lo tanto, indicadoras de las primeras etapas de una sucesión ecológica. De acuerdo a lo descrito por Margalef (1965), estas especies costeras son indicadoras de aguas turbulentas, las cuales junto a las especies bentónicas detectadas en las muestras planctónicas, sugieren la ocurrencia de fenómenos de mezcla de la columna de agua, que ejercen un intercambio fuerte de especies bentónicas y pelágicas (Lucas *et ál.* 2001).

Asimismo, Márquez (2015) menciona que el hecho de que los dinoflagelados bentónicos formen parte de la flora dominante del saco del golfo de Cariaco, tal como ocurre en esta zona, sugiere la ocurrencia de una mezcla vertical intensa. En este sentido, Sánchez-Suárez (1994) señaló la presencia de especies microfitobentónicas en el plancton del Parque Nacional Archipiélago de los Roques, debido a la acción inducida de los vientos, por lo que este fenómeno pudiera ser característico de gran parte de la costa venezolana.

El segundo grupo más importante en cuanto a su riqueza lo constituyen los dinoflagelados con 132 especies, las cuales junto a las diatomeas disminuyen entre

junio y octubre, a partir del cual comienza a incrementar hasta alcanzar su máximo en enero y febrero (meses de sequía) (Figura 19). Al respecto, Margalef (1972) indica que los dinoflagelados suelen estar más adaptados a la vida en alta mar y por ende, dominan sobre las diatomeas en aguas oceánicas. Cuando existe una influencia de aguas continentales en el mar, esta relación se revierte y disminuye la cantidad de estos organismos con relación a las diatomeas. Sin embargo, en este estudio, las diatomeas siempre dominaron la comunidad en términos de riqueza y abundancia, aunque estudios anteriores revelan que los dinoflagelados y las cianobacterias pueden dominar en ciertas épocas del año, sobre todo cuando hay un enriquecimiento de la zona costera, ya sea por la surgencia o las precipitaciones (Pereira 2012).

Asimismo, Gómez (1996) señala que los dinoflagelados representan sólo una parte del total del número de organismos donde dominan las diatomeas, a pesar de poseer ventajas competitivas con relación a otros grupos, ya que presentan una movilidad que les permiten realizar desplazamientos para la búsqueda de nutrientes y áreas con intensidad de luz óptima (Lindenschmidt y Chorus 1998). En general, los dinoflagelados son especies de sucesión oceánica tardía, ya que son células de gran tamaño, cuya tasa de crecimiento tiende a aumentar muy poco en respuesta al ingreso de los nutrientes, por lo que la turbulencia observada en este estudio pudiera incentivar la regeneración continua de la comunidad y la permanencia constante de especies colonizadoras, tales como las diatomeas (Dring 1986).

Otro grupo importante fue el de las cianobacterias, el cual incrementó su densidad entre noviembre y diciembre. De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación sobre la estructura comunitaria del fitoplancton de la zona marina y costera entre cabo Codera y Paparo, realizada por González (2011), se muestra un incremento del 50 % de la especie *Trichodesmium thiebauthii* en la zona de descarga del río Capaya en época de lluvia. Este mismo patrón fue encontrado por Pereira (2012) en el cual hubo mayor dominancia de esta especie en una estación localizada a 1 km de la costa en playa Chirimena durante la época de máximas precipitaciones, lo

cual pudiera estar relacionado a procesos locales, por influencia del río Aricagua o regionales, por efecto de aguas provenientes del río Tuy.

Tal como lo propuso Pereira (2012), el aumento en las poblaciones de cianobacterias en noviembre y diciembre permite considerar a estos organismos como especies indicadoras de las condiciones del agua y de eventos de proliferación excesiva de fitoplancton como consecuencia de las descargas de aguas continentales en las costas mirandinas. Este planteamiento fue igualmente estipulado por Ferraz-Reyes (1983) en su estudio sobre el fitoplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela.

En cuanto a la abundancia del fitoplancton, en este estudio se obtuvo una densidad promedio de 28.187 cél/l, el cual estuvo por debajo de la obtenida en el Golfo de Cariaco, en el cual se registro densidades con valores entre 1.174.000 y 2.300.000 cél/l (La Barbera *et ál.* 1999), en la plataforma nororiental de Venezuela en la que se registraron valores máximos de 300.000 cél/l (Valera *et ál.* 2003), La bahía de Charagato en la isla de Cubagua con valores que van de 980 a 746.980 cél/l (Pirela-Ochoa *et ál.* 2008), la bahía El Tablazo, ubicada en el sistema de Maracaibo con valores entre 4 y 55×10^7 cél/l (Briceño *et ál.* 2009), la zona marina costera de Paparo donde descarga el río Tuy en la zona central del país con $40,9 \times 10^6$ cél/l y en el Cabo Codera con 114.826 cél/l (González 2011), incluso en una estación incluida en la misma zona de estudio (Playa Chirimena), en la que se obtuvo densidades promedios entre 30.000 y 407.300 cél/l, alcanzando una máxima de 3.714.580 cél/l (Pereira 2012).

Sin embargo, se puede considerar que la abundancia promedio obtenida en este estudio estuvo cercana a la obtenida en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques con densidades entre 14.925 y 64.561 cél/l (Pérez-Castresana *et ál.* 2014) y por encima de la encontrada en la zona oceánica de la Plataforma Deltana, la cual tuvo una media de 9.450 cél/l (Martín *et ál.* 2007), la isla La Tortuga con abundancias entre 1.430 y 45.980 cél/l (Rodríguez-Centeno *et ál.* 2010) e Isla de Aves, en la cual

se registró una densidad de 1.999 cél/l en 2011 y 1.546 cél/l en 2012 (Pereira *et ál.* 2018).

En cuanto a la variación espacial de la estructura comunitaria, no se observaron cambios considerables durante todo el año, a excepción de los meses en que la abundancia es mayor, en el cual se obtienen densidades superiores en las estaciones más cercanas al Cabo Codera, en el cual se ha reportado el foco de surgencia mencionado anteriormente. Temporalmente, la abundancia se mantiene por debajo de los 160.000 células/l durante casi todo el año con aumentos de diatomeas y dinoflagelados a partir de octubre que se hacen más importantes en los meses de sequía, en el cual se alcanza una densidad media de 107.300 células/l y máxima de 196.160 cél/l en la zona 3. Sin embargo, estas densidades son características de aguas oligotróficas en la que por lo general se obtienen abundancias inferiores a 10^6 células/l sin la dominancia de unas pocas especies (Ogawa e Ichimura 1984).

A pesar de que la época de lluvias no marcó un descenso significativo de la biomasa fitoplanctónica, tal como lo observó Ferraz-Reyes (1983) en la zona, en los meses previos a la época de lluvia, se observó una disminución ligera de la concentración de nutrientes y por ende, de la abundancia de las diatomeas. La relación entre el fitoplancton y las condiciones hidrográficas ha sido ampliamente estudiada y se conocen algunos mecanismos que el fitoplancton puede manifestar como respuesta a los cambios de estas condiciones y a las variaciones que puede sufrir su estructura comunitaria (Margalef 1980, Falkowski *et ál.* 1998).

Según Romero *et ál.* (2008), la variabilidad temporal de las diatomeas en la cuenca de Cariaco está controlada por los ciclos estacionales de la producción primaria en las aguas superficiales, en la que las épocas de lluvia y sequía, regidas por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical, son determinantes en su composición y esto se debe a su capacidad de respuesta ante los cambios en el ambiente. De hecho, perturbaciones de gran magnitud, tales como la ocurrencia del fenómeno ENSO

puede acarrear una respuesta diferente en las microalgas, que se manifiesta en su composición.

En los mares tropicales, la amplitud de las variaciones estacionales en la abundancia del fitoplancton y zooplancton es mucho menor que en latitudes más altas. Las condiciones de temperatura y luz permiten el crecimiento rápido del fitoplancton durante todo el año, por lo que siempre hay una comunidad planctónica sustancial, que contribuye al reciclaje de los nutrientes esenciales. Sin embargo, las poblaciones del fitoplancton están continuamente expuestas a una presión intensa de herbivoría y rara vez, producen eventos de proliferaciones masivas que son característicos de las latitudes más altas (Dring 1986), aunque para esta zona se han registrado eventos de este tipo en varias oportunidades (Pereira *et ál.* 2011, Pereira 2012).

En cuanto a la diversidad del fitoplancton marino, Margalef (1980) considera que esta oscila entre 1 y 2,5 bits/célula y que percibe cambios regulares a lo largo de la sucesión, presentándose diversidad alta en las primeras etapas por la presencia de pocas especies dominantes. En este estudio, se encontró una diversidad superior a la indicada por Margalef a partir de noviembre, que coincide con el aumento de la riqueza registrado en la época de sequía, lo cual explica el potencial pesquero de la zona, a pesar de la escasa extensión de la plataforma continental y la influencia directa de los cuerpos de agua dulce. Margalef y González (1969) señalan que la turbulencia puede aumentar la diversidad de las poblaciones fitoplanctónicas y una de sus manifestaciones sería una asociación frecuente de especies de un mismo género, que alcanzan su máxima tasa de multiplicación. Asimismo, la dominancia de diatomeas sobre dinoflagelados fue también indicador de turbulencia, ya que las mismas se encuentran abundantemente en aguas no estratificadas, mientras que los dinoflagelados suelen tender a encontrarse en aguas estratificadas o con procesos de mezcla de menor intensidad (Thamm *et ál.* 2004).

En áreas donde existe la descarga de agua dulce, se generan ambientes con gradientes

pronunciados y una gran variedad de hábitats o micronichos que favorecen una productividad alta (Cooper 1999). En zonas estuarinas, donde las fluctuaciones de mareas y el gradiente de salinidad son los factores ambientales dominantes, se ha demostrado que las poblaciones de diatomeas están adaptadas a estas condiciones particulares. De esta forma, se ha comprobado que la salinidad es el factor más importante que actúa sobre la composición y distribución de las asociaciones de diatomeas en estuarios, permitiendo que estos organismos puedan ser utilizados como indicadores de gradientes salinos (Wilderman 1987, Hassan *et ál.* 2006). Todo esto puede ser explicado con la variabilidad alta entre muestras tomadas en una misma zona, tal como se observó en este estudio durante la época de lluvia.

Es importante mencionar que durante el periodo de muestreo, se presentó una intoxicación masiva en la comunidad de Chirimena y en playa Caracolito, ya reconocida en la zona por su ocurrencia en años anteriores (Pereira *et ál.* 2011). Este evento ocurrió en octubre, esta vez por sobrecrecimiento de la diatomea *Rhizosolenia setigera*, la cual alcanzó una densidad de 42.071 células/l de las 49.834 células/l de diatomeas contadas, el dinoflagelado *Ostreopsis siamensis* con 11.920 células/l y especies de otros géneros con potencial de producir este fenómeno, tales como: *Scripsiella*, *Lingulodinium*, *Gymnodinium*, *Gambierdiscus*, *Goniaulax* y *Coolia* (Margalef 1980).

En Venezuela no se había reportado eventos de mareas rojas por proliferaciones de esta diatomea. Sin embargo, especies pertenecientes a este género han sido reportadas como responsables de generar eventos nocivos no toxígenos, con mortalidad masiva de peces e invertebrados por agotamiento de oxígeno, afectación de la migración de peces por producción de compuestos ricos en proteínas, daño mecánico en las branquias de peces y perjuicios a las actividades turísticas y recreativas en áreas costeras por formación de espumas, sustancias aceitosas, manchas u olores en la costa oeste de los Estados Unidos de Norteamérica (Horner *et ál.* 1997), el Golfo San Matías en Argentina (Sunesen *et ál.* 2009), la estación fija en el seno Aysén en Chile

(Cassis *et ál.* 2002) y la costa de Campeche en México (Poot 2016).

Otra investigación realizada en la zona durante un evento ocurrido en agosto de 2011, evidenció la ocurrencia de floraciones algales nocivas de la euglenofita *Eutreptiella gymnastica* y el dinoflagelado *Ostreopsis* sp (Pereira *et ál.* 2011). En el caso particular de *Eutreptiella*, estos organismos se distribuyen en ambientes costeros con presencia de altas concentraciones de contaminantes de origen orgánico (Jeffrey y Vesik 1997). Aún, no se conoce la toxina que producen estas microalgas pero si sus efectos sobre los peces y otros organismos marinos. Asimismo, se conoce que esta especie se caracteriza por formar floraciones en conjunto con otras especies, tales como dinoflagelados potencialmente tóxicos. Sin embargo, la ecología y adaptaciones ambientales de las floraciones de euglenofitas en ambientes marinos y costeros son poco conocidas (Olli *et ál.* 1996).

En cuanto a *Ostreopsis*, que fue la especie que contribuyó en segundo lugar a la densidad mayor durante ese evento de floración y la identificada en este estudio, es una microalga bentónica cosmopolita perteneciente al grupo de los dinoflagelados (Faust *et ál.* 1996). Pueden permanecer en el sedimento durante mucho años en forma de quistes, pero cuando las condiciones ambientales son favorables, éstos pueden pasar de la fase de latencia a formar células nadadoras que pueden florecer y liberar una toxina denominada ostreocina, incluida en la familia de las palitoxinas (FAO 2004). Esta familia de toxinas es considerada una de las más potentes conocidas hasta la fecha y constituye un grupo de compuestos estructuralmente complejos que son solubles en agua y ocasionan una intoxicación con síntomas similares a los de la intoxicación por ingesta de peces o ciguatera, aunque con mayor gravedad y un índice de mortalidad alto (Guerrini *et ál.* 2010).

En esta oportunidad, la densidad de este dinoflagelado fue triplicada y tal como lo mencionan Gilabert *et ál.* (2007), una densidad de 1.200 células/l es suficiente para generar daños a las personas, por lo que en ambas ocasiones se pudo evidenciar el

efecto de la toxina sobre habitantes y visitantes de las playas de Caracolito y Puerto Francés. En cuanto a las condiciones ambientales en las cuales se presentó esta proliferación, en octubre la temperatura descendió 2 °C con respecto a la estimada en el mes anterior, la salinidad tuvo un descenso cercano a 1 ups, sobre todo en las zonas 2 y 3 y se apreció un aumento considerable en la disponibilidad de nitrógeno. Por lo que se presume que los eventos de intoxicaciones masivas en la costa barloventeña del estado Miranda estén relacionados a estas variables durante la época de precipitaciones máximas.

Al respecto, Smayda y Reynolds (2001) plantean que existe un grado alto de imprevisibilidad o estocasticidad durante las floraciones algales, en la que las especies son seleccionadas como resultado de estar presentes en el momento adecuado y en las densidades iniciales necesarias para producir una floración. Un enfoque en el que las propiedades de las formas de vida, preferencias de hábitats y selección estocástica de las especies que generen la floración parece ser más viable y realista que los enfoques actuales de las investigaciones ecológicas. Sin embargo, es bien conocido que para que ocurra una floración algal nociva debe haber una condición específica en la que interactúa un conjunto de variables meteorológicas y oceanográficas, lo cual hace impredecible la ocurrencia de estos eventos (Daranas *et ál.* 2001, Zingone y Wyatt 2005, Pistocchi *at ál.* 2010). De hecho, los eventos citados en años anteriores han favorecido el crecimiento de dinoflagelados del género *Ostreopsis* acompañado de especies diferentes en cada evento.

Por otra parte, estudios relacionados con intoxicaciones por el sobrecrecimiento de *Ostreopsis* spp en los arrecifes del Norte de Nueva Zelanda y en las costas de los mares Tirreno, Egeo y Adriático demostraron que la temperatura y la salinidad son factores determinantes para una proliferación excesiva y suelen ocurrir en los periodos de lluvia (Simoni *et ál.* 2004, Aligizaki y Nikolaidis 2006; Totti *et ál.* 2010). Mientras que las floraciones en la zona de arrecifes de Veracruz en el Golfo de México, no muestran ninguna correlación con estas variables (Okolodkov *et ál.*

2007). Es importante mencionar que muchas de las especies de dinoflagelados epífitos encontradas en este trabajo, han sido reportadas para el Archipiélago de Los Roques (Gamboa-Márquez *et ál.* 1994), el Archipiélago de Los Frailes (Cavada 2005), la isla de Margarita (Solórzano 2006), en el golfo de Cariaco (Navarro-Vargas *et ál.* 2014, Márquez 2015) e incluso en isla de Aves (Pereira *et ál.* 2018), por lo que la ocurrencia de estos fenómenos no sólo dependen de su presencia sino de las condiciones ambientales que favorezcan su proliferación.

Otra comunidad bien importante para los ecosistemas marinos es la del zooplancton, por ocupar una posición clave en las tramas tróficas pelágicas como nexo entre los productores primarios y los niveles tróficos más altos. Esta comunidad incluye adultos y larvas de casi todos los fila de la escala zoológica, aunque generalmente estén dominados por los crustáceos, en su mayoría copépodos (Suthers y Rissik 2009). En la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés, se reportan 121 especies distribuidas en 12 phyla, de los cuales destacan 44 especies de copépodos y 26 medusas. Otros estudios recientes realizados en las costas venezolanas indican la presencia de 126 especies holoplanctónicas en la bahía de Mochima, distribuidas en 8 taxa, de los cuales 75 especies pertenecían al grupo de los copépodos y 19 eran medusas (Márquez y Zoppi 2017); 14 especies holoplanctónicas en 5 taxa y formas larvarias diferentes en 10 taxa en la laguna El Morro, en la isla de Margarita (Villalba *et ál.* 2017), al menos 113 especies holoplanctónicas distribuidas en 18 grandes grupos en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, de los cuales 57 especies eran copépodos, 17 apendicularios y 9 medusas (Casanova *et ál.* 2007) y 55 especies holoplanctónicas en 4 taxa en el Golfo de Cariaco, de los cuales 46 eran copépodos, 4 cladóceros, 3 apendicularios y 2 quetognatos (Márquez 2015).

Estos resultados demuestran la gran riqueza de especies de la zona central del país, en la que los copépodos, que son crustáceos con una variedad de hábitos alimenticios, representaron un 36 % de la riqueza total de especies. De hecho, los copépodos suelen ser el grupo más relevante del zooplancton en los ambientes oceánicos,

neríticos y lagunares, representando desde más del 50 % hasta el 98 % de la biomasa zooplanctónica (Márquez *et ál.* 2006). De acuerdo a lo indicado por estos mismos autores, en los mares tropicales, los copépodos planctónicos están representados principalmente por los géneros de la clase Calanoida: *Acartia*, *Labidocera*, *Calanopia*, *Paracalanus*, *Parvocalanus*, *Eurytemora*, *Temora* y *Pseudodiaptomus*, los cyclopoides: *Oithona*, los harpacticoides: *Euterpina* y *Microsetella* y los poecilostomatoides: *Corycaeus* y *Oncaea*. En esta investigación se encontró mayor frecuencia de las especies: *Acartia (Acanthacartia) spinata*, *Acartia (Odontacartia) lilljeborgii*, *Clausocalanus furcatus*, *Farranula gracilis*, *Temora turbinata*, *Subeucalanus crassus*, *Oithona* spp, *Corycaeus* spp y *Oncaea* spp, siendo los harpacticoides un grupo pequeño de solo cuatro especies que suelen aparecer en toda la zona en épocas de surgencia costera, tanto en julio como en el primer trimestre del año. De hecho, la especie *Macrosetella gracilis* ha sido considerada como una especie oceánica indicadora de condiciones de surgencia (Suárez-Morales y Gasca 1997).

Los cnidarios resultaron ser el segundo grupo más importante en términos de riqueza. Al respecto, Bastardo (1975) indicó que las medusas no constituyen desde el punto de vista numérico, una fracción importante de la comunidad, pero las considera como un grupo frecuente. Sin embargo, tal como lo describe Márquez y Zoppi (2017) fueron el segundo grupo más importante en la bahía de Mochima y ha sido poco estudiado en las costas venezolanas, de tal manera, que desde el trabajo de Zoppi (1961), en el que se evaluó la composición, abundancia y distribución de medusas planctónicas del golfo de Cariaco, la fosa de Cariaco, el golfo de Paria y regiones adyacentes a la desembocadura del río Orinoco y se identificó un total de 15 especies, se han realizado pocos trabajos en las costas venezolanas, hasta la última actualización que se tiene sobre este grupo, en el cual se indicó la presencia de 34 especies marinas en el mar venezolano (Moncada 2015).

Este grupo de organismos desempeña un papel importante en la ecología marina por

sus hábitos depredadores, ya que cuando se encuentran en grandes cantidades, son los mayores consumidores de larvas de peces, crustáceos, bacterias, protozoarios, microalgas e incluso materia orgánica disuelta (Alvariño 1975, Bouillon *et ál.* 2006). Adicionalmente, se ha reportado que pueden llegar a ser indicadores de la calidad de los ambientes acuáticos, por ser característicos de ciertas masas de aguas y sus condiciones específicas (Suthers y Rissik 2009). De tal manera que algunas especies, tales como *Liriope tetraphylla*, *Rhopalonema velatum* y *Solmundella bitentaculata*, se consideran de hábitat oceánico y por lo general, están presentes en épocas de surgencia costera (Márquez *et ál.* 2006). En este trabajo solo se identificó la especie *Solmundella bitentaculata*, en el mes de diciembre, en el cual estaba iniciando la época de sequía.

Otros grupos importantes desde el punto de vista de su riqueza fueron los decápodos, quetognatos, moluscos y apendicularios, los cuales presentaron entre 5 y 6 especies. Según Boschi (1996), las larvas de crustáceos decápodos constituyen un componente importante de la fracción meroplanctónica del zooplancton marino y suelen ser costeros en virtud de que los adultos habitan en las plataformas continentales a profundidades escasas. Tal como lo indica Márquez *et ál.* (2006) suelen ser más abundantes los estadios larvales menos desarrollados, tales como las larvas nauplio y zoea que las más desarrolladas. Por su parte, los quetognatos son organismos más evolucionados en la escala zoológica con no más de 100 especies a nivel mundial. Han sido catalogadas como especies indicadoras de fertilidad en las distintas masas de agua, como alimento de peces de valor comercial y como indicador de contaminación de aguas, en especial las especies de aguas neríticas, las cuales son parasitadas por protozoos, nemátodos, tremátodos, céstodos y copépodos. Asimismo, han sido identificadas a lo largo de la zona costera del país, desde el Lago de Maracaibo en la bahía de El Tablazo hasta la desembocadura del río Orinoco (Zoppi de Roa 2003).

Los moluscos planctónicos en Venezuela son un grupo poco estudiado, que aunque

suelen ser identificados en la mayoría de los inventarios de zooplancton marino, sólo se han realizado dos trabajos dirigidos a este grupo, en los cuales se han identificado 2 especies de Heterópodos y 16 de Pterópodos en la costa central y el golfo de Venezuela (González y Princz 1979, Princz y González 1981), existiendo la necesidad de contar con descripciones detalladas de larvas de moluscos, sobre todo de las especies de interés comercial. Suelen ser excelentes indicadores de masas de aguas por su sensibilidad ante los cambios de temperatura y salinidad y consumidores de fitoplancton en cantidades considerables (Suárez 1994). Por último, los apendicularios, los cuales son organismos planctónicos netamente marinos, distribuidos a lo largo del país, que son indicadores de corrientes y constituyen el alimento predilecto de muchos peces de importancia comercial como la sardina y el arenque, además de otros integrantes del zooplancton (Zoppi de Roa 2003).

Con relación a la abundancia total, la obtenida en este estudio fue baja, en comparación con lo registrado por Suárez-Morales y Gasca (1997) en las aguas superficiales del mar Caribe mexicano (5.453 ind/m^3). Sin embargo, se encuentra en el mismo orden de magnitud, aunque un poco más bajas que las reportadas por Hernández y Gómez (2014) en la zona sureste de la isla de Margarita, en la que se reportaron durante la época de surgencia costera, densidades de copépodos de $393,57 \pm 56,98 \text{ ind/m}^3$, larvas de cirripedios con $168,07 \pm 38,70 \text{ ind/m}^3$, cladóceros con $148,25 \pm 17,27 \text{ ind/m}^3$ y apendicularias con $60,58 \pm 3,68 \text{ ind/m}^3$, los cuales conformaron 89,5 % de la composición general. El resto de los organismos los conformaron las larvas de crustáceos decápodos, *Belzebub faxoni*, las salpas, quetognatos, huevos y larvas de peces, ctenóforos, larvas de equinodermos, moluscos y estomatópodos, foraminíferos, medusas, misidáceos, ostrácodos, anélidos y tintínidos (Hernández y Gómez 2014), tal como se observó en este estudio.

De igual manera, las densidades encontradas entre Chirimena y Puerto Francés están muy por debajo de las reportadas en el Golfo de Cariaco, las cuales según Bastardo (1975), se encuentran por el orden de los 10.000 ind/m^3 , siendo los copépodos y

cladóceros los grupos de mayor densidad con el 65,82 % y 24,81 % respectivamente, de los organismos contados. Bagdó (1977) y Espinoza (1977) encontraron densidades de copépodos de 2.263 ind/m³ y 2.165 ind/m³, respectivamente, representando cerca del 60 % de los organismos contados. Mientras que Márquez *et ál.* (2011) encontraron valores de densidad zooplanctónica en la zona norte del golfo entre 11,90 y 9.669 ind/m³ y Martín *et ál.* (2007) una densidad promedio de 6.347 ind/m³ en la zona oceánica y 14.657 ind/m³ en la zona litoral. En todos estos trabajos, los foraminíferos, sifonóforos, apendicularios, ostrácodos, anfípodos, larvas de crustáceos, bivalvos, gasterópodos y huevos de peces fueron menos abundantes, que los copépodos, cladóceros y quetognatos, representando entre el 5 – 7 % del total de los organismos (Márquez *et ál.* 2011). Incluso están por debajo de las reportadas en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, el cual es un sistema considerado como oligotrófico, en el cual se reportan densidades promedio de 1.250 ind/m³ (Casanova *et ál.* 2007).

Las abundancias obtenidas en este estudio se asemejan más a las encontradas en la Cuenca de Cariaco, en la que se registraron densidades entre 4 y 582 ind/m³ aunque los valores más altos aparecieron en épocas distintas. En el caso de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés, los máximos se presentaron en junio y septiembre con medias cercanas a los 700 ind/m³, mientras que en la Cuenca de Cariaco los máximos se detectaron en noviembre 2002 y marzo 2003, con medias de 290 ind/m³ y 567 ind/m³, respectivamente. El período comprendido entre mayo y septiembre 2003 mostró los valores más bajos de densidad zooplanctónica, en los tres estratos estudiados (4-104 ind/m³) (Márquez *et ál.* 2009).

Asimismo, los valores mensuales de densidad relativa reportados en el presente trabajo coincide con lo encontrado por Márquez *et ál.* (2008) en la bahía de Mochima, siendo agosto, abril y mayo, los meses que presentaron las densidades mayores y los meses junio, julio, octubre-diciembre las densidades más bajas. Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran una heterogeneidad espacial a

nivel local, posiblemente por diferenciación de nichos, que se mantiene constante en toda la zona de estudio, permitiendo que no se evidencien diferencias significativas entre las zonas establecidas, mientras que si se obtiene una variabilidad temporal dependiente de los cambios ambientales que generan procesos regionales como las precipitaciones y la surgencia costera. Por lo tanto, las variaciones de las condiciones del agua, radiación solar, vientos, precipitación, escorrentía, disponibilidad de nutrientes, ligada a procesos biológicos como la competencia y depredación pueden incidir de manera determinante en la variabilidad temporal de estas comunidades (Briceño *et ál.* 2009).

En cuanto a la distribución de la abundancia por grupos taxonómicos, se observó una dominancia del phylum Arthropoda con 80 %, incluyendo copépodos, cladóceros, larvas de decápodos y en menor proporción, anfípodos, ostrácodos, isópodos, cumáceos y misidáceos, seguido por el phylum Chordata (9 %), lo cual coincide con lo descrito por Martínez (2007) quién también reportó este mismo patrón de abundancia en el Caribe colombiano, presentando el phylum Arthropoda un 79,7 % y el Chordata 8,8 %. De acuerdo con Legaré (1961), los copépodos son los organismos zooplanctónicos más abundantes para la región, con un 64,70 % y el segundo grupo más abundante corresponde a los cladóceros con 24,30 %. Esto se puede atribuir a las diversas condiciones oceanográficas y topográficas que presentan cada uno de estos lugares, en donde se destacan principalmente la cercanía de las estaciones muestreadas a la costa y la presencia de afluentes continentales (ríos y lagunas) que pueden proveer más nutrientes que favorezcan el desarrollo e incremento de la comunidad planctónica (Boltovskoy 1981).

En este estudio, los cladóceros sólo fueron el segundo grupo más abundante en junio, octubre, enero y febrero, alcanzando la mayor densidad en junio con 98 ind/m³. El resto de los meses, las larvas y huevos de peces fueron más abundantes. Al respecto, Legaré (1961) señaló la presencia de una densidad moderada de huevos de peces en el golfo de Cariaco, mientras que Bastardo (1975) y Bagdó (1977) observaron que los

huevos y larvas de peces, representaron un grupo de aparición frecuente en sus muestras, pero sin notar períodos largos de gran abundancia, por lo que la abundancia de huevos en la zona se considera de gran relevancia desde el punto de vista pesquero y de conservación de sus recursos.

En cuanto a los cladóceros, se puede mencionar que las agregaciones estacionales que forman en áreas costeras son de gran importancia en las tramas tróficas pelágicas, principalmente para pequeños consumidores del meroplancton, con quienes coexisten temporal y espacialmente (Mujica y Espinoza 1994). También es de suponer que el aumento de estas poblaciones se debe principalmente a la disponibilidad de alimento, gracias al aporte de nutrientes provenientes de las capas subsuperficiales enriquecidas durante los eventos de surgencia costera, unido a los aportes terrígenos de los ríos y quebradas de la zona (Morales 2008, Pereira 2012). En este sentido, Margalef (1980) mencionó que los cladóceros pueden incluso dominar en el plancton. Urosa (1983) encontró que los cladóceros en la cuenca Tuy Cariaco, compartían una densidad similar al de los copépodos en algunos momentos, como se mencionó anteriormente para el golfo de Cariaco, debido a que los juveniles recién liberados empiezan a reproducirse en poco tiempo.

En cuanto al índice de diversidad, temporalmente se observó el mismo patrón que mostró la riqueza de especies, un comportamiento bimodal en la que se evidencian aumentos progresivos hasta julio, en el cual comienza a disminuir la riqueza y la diversidad hasta alcanzar el mínimo en octubre y luego comienza a subir paulatinamente hasta alcanzar otro máximo en enero. Este comportamiento se asocia al enriquecimiento de nutrientes de las aguas, posterior a la época de lluvia y en época vacacional, considerando que la zona tiene una actividad turística importante y en trabajos anteriores se ha reportado un máximo de surgencia para el mes de julio (Castellanos *et ál.* 2002). El valor medio calculado en el presente estudio resultó ser mayor que el reportado por Martínez (2007) quien encontró valores entre 2,24 y 2,43 bits/ind. De acuerdo con Matsumura-Tundisi *et ál.* (1990) los ambientes costeros

ofrecen mayor diversidad de recursos, lo que permite a los organismos que allí habitan una mayor especialización sobre los nichos ecológicos, generando una disminución de la competencia y el incremento de la diversidad. Las comunidades planctónicas de esta zona se caracterizan por tener muchas especies a densidades bajas con una dominancia escasa, lo cual favorece el aumento de la diversidad biológica.

La biomasa zooplanctónica mostró una respuesta temporal marcada con diferenciación entre la zona 2 con las zonas 1 y 3, las cuales mostraron un comportamiento similar. Temporalmente, los resultados obtenidos en este trabajo coincidieron con los máximos de abundancia documentados por Márquez *et ál.* (2006) en el Golfo de Cariaco, aunque los valores resultantes del presente estudio son notablemente menores a los reportados en el estudio citado anteriormente.

Al comparar la biomasa zooplanctónica de este trabajo con los valores obtenidos para otras áreas del Caribe y del Atlántico, se obtienen valores muy por debajo de los registrados por Riley y Gorgy (1948) para el noroeste del Atlántico, quienes obtienen un peso húmedo medio de $0,840 \text{ g/m}^3$ y por Marikova y Campos (1967) en el noreste de Cuba con biomasa entre $0,2$ y $0,4 \text{ g/m}^3$. Sin embargo, se asemejan a los encontrados por Calef y Grace (1967) en el Atlántico occidental tropical, por Zoppi de Roa (1977) en la en la Península de Araya, Isla de Margarita, Península y Golfo de Paria, Márquez *et ál.* (2007) en la bahía de Mochima y Márquez *et ál.* (2011) en el golfo de Cariaco. De acuerdo a lo indicado por Zoppi de Roa (1977), biomasa entre $0,03$ y $0,1 \text{ g/m}^3$ indican que la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés presenta aguas pobres desde el punto de vista de productividad, aunque tenga aportes continuos de nutrientes, lo cual es una evidencia del recambio continuo de las aguas de la zona.

Tal como se evidenció anteriormente, la determinación de la biomasa en los estudios del zooplancton es muy importante y puede complementar la información de la

composición, abundancia y estructura comunitaria (Gasca y Suárez 1996), ya que las fluctuaciones temporales en la biomasa del zooplancton no responden a fenómenos aislados, sino que van ligadas a estructuras de naturaleza trófica e hidrodinámicas (Márquez *et ál.* 2007). Uno de los principales inconvenientes en el análisis de la biomasa es la metodología para su determinación, ya que en la literatura pueden encontrarse métodos diversos, que incluyen variaciones en las medidas de biomasa: peso seco, peso húmedo, peso seco libre de cenizas, volumen sedimentado, volumen desplazado, entre otros (Boltovskoy 1981). El método empleado varía en función de los objetivos de cada trabajo y por ende, se dificultan las comparaciones con los resultados obtenidos por otros autores. De hecho, Márquez *et ál.* (2008) consideran que aún cuando el método empleado sea el mismo, las unidades pueden variar considerablemente entre un trabajo y otro.

En cuanto a la relación de esta comunidad con las variables fisicoquímicas, se obtuvo una asociación de las especies con la salinidad y las concentraciones de nitrito, lo cual indica la influencia de las épocas de sequía y precipitaciones sobre la comunidad. Estos resultados confirman que el ensamblaje zooplanctónico se ve favorecido por el aumento de nutrientes de manera indirecta, ya que la comunidad fitoplanctónica crece y se mantiene en la zona, aumentando la disponibilidad de alimento para el zooplancton herbívoro, lo cual produce un efecto cascada sobre los niveles tróficos superiores. Si los aportes disminuyen, los nutrientes no son tan fáciles de encontrar en el medio, afectando a los diferentes ensamblajes y produciendo el efecto cascada contrario (Munene 2014).

Otras variables relacionadas con la estructura de la comunidad zooplanctónica de la zona estudiada fueron la temperatura y el oxígeno disuelto. La tolerancia de los organismos a cualquiera de estas variables, puede determinar la supervivencia, crecimiento y mortalidad de las poblaciones (Kimmerer 2002). Con respecto a la salinidad, esto concuerda con reportes de la presencia de aguas de surgencia costera estacional en el golfo de Cariaco (Ferraz-Reyes 1983, Gómez 1996), la cuales se

caracterizan por temperaturas bajas (24 °C) y registros de salinidad altos (> 37,86 ups). Estos resultados fueron corroborados con el estudio realizado por Márquez *et ál.* (2011) quienes confirmaron la incidencia del fenómeno de surgencia costera sobre las poblaciones planctónicas, al detectar densidades altas de zooplancton en marzo y abril de 2004. Por otro lado, la disminución de la salinidad se debe a los aportes de los ríos y quebradas cuando aumentan las precipitaciones durante el segundo semestre del año (Casanova *et ál.* 2007).

En este estudio se observaron especies que estuvieron correlacionadas positivamente con la salinidad, tales como el cladóceros *Evadne spinifera*. Al respecto, Mujica y Espinoza (1994) señalan que esta especie se distribuye en ambientes con intervalos muy amplios de salinidad y preferentemente de aguas cálidas. Por otra parte, Álvarez-Tello *et ál.* (2015), indicaron que los cumáceos también se relacionan de manera directa con salinidades altas. Con respecto a los hidrozoos, la aparición de estos organismos depende principalmente de la dinámica de las corrientes y los vientos, aunque suelen estar presentes principalmente en ambientes con salinidades altas, siendo más abundantes en épocas donde las precipitaciones y aportes de los ríos son escasos por lo que se consideran indicadores de aguas oceánicas (Rodríguez *et ál.* 2016). Por ejemplo, Álvarez-Silva y Torres-Alvarado (2013) destacan que el sifonóforo *D. dispar* es una de las especies más abundantes relacionadas con salinidades altas en las aguas mexicanas.

En cuanto a la temperatura, su variabilidad en los sistemas acuáticos depende de la radiación solar y del intercambio de energía en toda la columna de agua. En aguas someras, esta ganancia o pérdida de energía es controlada por el viento y el intercambio de agua proveniente del exterior, vía corrientes inducidas por la marea (Gómez-Gutiérrez *et ál.* 2001). La correlación positiva con la temperatura de ciertos organismos evidencia su adaptación a esta variable, ya que se considera importante en la regulación de los procesos fisiológicos y metabólicos de los organismos, además de ser un factor determinante en la distribución de algunas especies y sus diferencias

pueden relacionarse con la productividad acuática, afectando la estructura de la comunidad (Urabe 1989).

En el caso del copépodo calanoide *A. spinata*, su presencia en aguas con temperaturas mayores coinciden con lo reportado por Villate (1982) quién registra la presencia y abundancia del congénere *A. grani* en los valores máximos de temperatura registrados en sus zonas de muestreo. Por otra parte, Hamilton-West *et ál.* (2008) indican que el incremento de la temperatura del agua propicia las condiciones perfectas para el crecimiento de las poblaciones de *Caligus*. Mientras que para los hidrozooos, según estudio realizado por Andrade (2012) en la zona costera de la Bahía de Santa Elena, Colombia, se observa un comportamiento similar al del presente estudio, en la que existe una correlación positiva entre la temperatura y la salinidad con especies de los géneros *Obelia* y *Clytia*.

No obstante, la zona costera del estado Miranda presenta condiciones ambientales complejas que por sí solas no explican la variabilidad de la comunidad zooplanctónica, que sugiere la influencia de otro tipo de variables, tales como las biológicas en la que la dinámica poblacional de cada especie y las interacciones ecológicas interespecíficas pueden jugar un papel importante en la dinámica de esta comunidad. Por lo que estudios más específicos a nivel poblacional pueden contribuir al entendimiento de esta comunidad.

Otras de las comunidades estudiadas en este trabajo es la del meiobentos. En los sedimentos marinos, además de la diversidad relacionada con la microflora, habitan incontables especies de invertebrados marinos, los cuales presentan interacciones múltiples que configuran una red trófica compleja. Según Plante-Cuny y Plante (1984) en Aberle (2004), los organismos que habitan en los sedimentos pueden clasificarse de acuerdo a su talla en microfauna, constituida por los ciliados, copépodos harpacticoides, nemátodos y ostrácodos y en macrofauna, que agrupa a los anfípodos, isópodos, gasterópodos, poliquetos y moluscos. Muchos de estos grupos

pueden ser definidos como consumidores obligatorios o facultativos de las microalgas o consumidores de organismos herbívoros, influyendo de igual manera sobre estas comunidades.

En este trabajo, se empleó la definición de meiobentos de Coull y Bell (1979) que agrupa a los organismos bentónicos de tamaño intermedio, tales como metazoos y protozoos taxonómicamente diversos que son más pequeños que la macrofauna pero más grandes que la nanofauna (por ejemplo: bacterias, microalgas y la mayoría de los protozoos). Por convención, los organismos retenidos en un tamiz con apertura de malla de 500 μm se consideran macrofauna, mientras que los que pasan a través de este tamaño de malla y son retenidos en una de 63 μm se consideran meiofauna (Warwick *et ál.* 2006).

Estos organismos bentónicos desempeñan un papel modulador como vínculos tróficos con la macrofauna. De hecho, la producción secundaria en los sistemas acuáticos poco profundos depende en gran medida del meiobentos, quienes transfieren la energía producida por las microalgas bentónicas y bacterias a los consumidores bentónicos de nivel trófico más alto (Moncreiff y Sullivan 2001). La meiofauna, además de ser un componente alimenticio importante para peces, crustáceos y larvas de moluscos, es ampliamente utilizado para el seguimiento de la calidad ambiental por su respuesta rápida ante los cambios del ambiente, su riqueza de especies y tener ciclos de vidas cortos con 3 a 5 generaciones por año (Ansari *et ál.* 2012).

En este estudio se consiguió una meiofauna diversa, representada por 164 especies, con una cantidad importante de especies de copépodos que fueron identificados en el zooplancton, que aunque sus densidades fueron bajas, su presencia en el meiobentos indica la vinculación entre ambas comunidades, en la que estos organismos planctónicos se dirigen al fondo para alimentarse de organismos bentónicos. En Venezuela, se han hecho pocos estudios relacionados a esta comunidad, entre los cuales destacan el de Tietjen (1981), que analizó el meiobentos de la cuenca de

Venezuela, el de Reyes *et ál.* (1999), quiénes estudiaron la comunidad bentónica de la Ciénaga Los Olivitos en el estado Zulia, Martín *et ál.* (2007) quienes realizaron un estudio de línea base de Plataforma Deltana, el Golfo de Paria y Boca Serpiente, incluyendo la comunidad bentónica, Vásquez-Suárez *et ál.* (2010) analizaron la variación temporal de la meiofauna en la Laguna de Raya en la isla de Margarita y Liñero *et ál.* (2013) estudiaron la variación espacial y temporal de la meiofauna submareal en la playa San Luis en Cumaná.

Al igual que en este estudio, Liñero *et ál.* (2003) identificaron 14 taxa. Sin embargo, ellos en su muestreo excluyeron los foraminíferos, por lo que encontraron una dominancia de nemátodos con una densidad media de $155,80 \pm 29,07$ ind/10 cm² que representó el 58,36 %, seguida por los ostrácodos con 45,60 ind/10 cm² (17,10 %) y copépodos harpacticoides con 41,96 ind/10 cm² (15,7 %). Estos investigadores explican la dificultad de hacer comparaciones con otros trabajos debido a las diferencias metodológicas que existen durante el muestreo, el análisis de las muestras y la interpretación de los resultados. Sin embargo, realizan una comparación con otros trabajos del mundo en la que se evidencia una densidad baja para esta zona del país. De hecho, al excluir los foraminíferos cuantificados en este estudio, se obtiene una densidad meiobentónica tres veces mayor que la obtenida por Liñero *et ál.* (2003) en la playa San Luis.

Los valores de densidad obtenidos en este estudio están por encima de los encontrados en otros trabajos realizados en hábitats arenosos de zonas tropicales, tales como las profundidades marinas del mar territorial venezolano, en la que se encontró una densidad del meiobentos entre 13 y 153 ind/10 cm² (Tietjen 1981), la zona central de la Gran Barrera de Coral en Australia con 220 – 1.010 ind/10 cm² (Hansen *et ál.* 1987), el sureste de Costa Rica con 99 – 575 ind/10 cm² (Guzmán *et ál.* 1987), Rocas Atoll en el noreste de Brasil con 278 – 4.165 ind/10 cm² (Netto *et ál.* 2003), Bay Lagoon en Jamaica con 327,7 - 5.518,9 ind/10 cm² (Edwards 2009) y la bahía de Cienfuegos en Cuba con $780,02 \pm 772$ ind/ 10 cm² (Armenteros *et ál.* 2009).

En la mayoría de los estudios, el grupo dominante corresponde a los nemátodos. Sin embargo, existen algunos trabajos, tal como este, en los que los foraminíferos fueron el grupo dominante del meiobentos. Tal es el caso de la Ciénaga Los Olivitos en el estado Zulia, en la que se encontró una densidad media de $3,82 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$, con una dominancia de foraminíferos del 77,09 % (Reyes *et ál.* 1999), Boca Serpiente, el estrecho entre el sur de Trinidad y el Delta del Orinoco, con una densidad media de $305,7 \pm 345,1 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$ y una representación por parte de los foraminíferos del 85 % de la comunidad, el golfo de Paria con una densidad media de $120,3 \pm 142,4 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$ y una representación del 50 % de foraminíferos y 50 % de poliquetos, Plataforma Deltana con una dominancia de foraminíferos de casi el 100 % a partir de los 60 m de profundidad y densidades medias entre $7.683 \pm 6.345 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$ y $43.360 \pm 38.591 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$ (Martín *et ál.* 2007), una playa con arrecifes coralinos en la isla del Caño, ubicada en la costa pacífica de Costa Rica con densidades entre 99 y $575 \text{ ind}/10 \text{ cm}^2$ (Guzmán *et ál.* 1987) y una zona alejada de los arrecifes de coral en la ensenada de Xpicob en la zona costera de Campeche, México (Avilés-Ramírez *et ál.* 2016).

Algunos trabajos concuerdan con que los foraminíferos constituyen el grupo de organismos de la meiofauna más abundante del océano con más de 5 mil especies, de las cuales, las bentónicas son 30 veces más numerosas que las planctónicas (Páez *et ál.* 2001). De tal manera, que un centímetro cúbico de sedimento puede tener cientos de individuos vivos y muchas más conchas muertas. En algunos hábitats sus conchas son un componente importante del sedimento. Por ejemplo, las arenas rosadas de algunas playas obtienen gran parte de su color de las conchas rosadas a rojas de una especie particular de foraminífero (Sabbatini *et ál.* 2014).

Estos protistas habitan en todas las profundidades de los mares, demostrando un nivel de eficacia y adaptabilidad ecológica alto a distintos tipos de sustratos (Páez *et ál.* 2001). De hecho, algunos foraminíferos bentónicos presentan una relación simbiótica con microalgas y por tal razón, son típicamente dominantes en sitios con aguas claras

y concentraciones bajas de nutrientes (Uthicke y Altenrath 2010). Aquellos que son heterotróficos, toleran aguas con alta turbidez y nutrientes, así como condiciones más estresantes, como concentraciones altas de metales pesados y escasez de oxígeno (Carilli y Walsh 2012). Aunque en un estudio realizado en la bahía de Mejillones en el sur de Chile, se encontró que la diversidad de foraminíferos aumentaba con la concentración de oxígeno disuelto (Páez *et ál.* 2001) y en otro estudio realizado en el Caribe colombiano se encontró una preferencia de foraminíferos por sedimentos con contenido alto de materia orgánica (Caro y Parada 1986).

Por otra parte, Martín *et ál.* (2007) encontraron una correlación positiva significativa entre los foraminíferos y la profundidad, las concentraciones de fosfatos, fósforo total y nitritos en la columna de agua, lo cual puede estar relacionado con los hábitos detritívoros de estos organismos. Asimismo, encontraron correlaciones positivas con las concentraciones de silicio en los sedimentos, la cual puede deberse al uso que hacen estos organismos a estos compuestos, para la construcción de las cámaras de su exoesqueleto y negativas con la salinidad, aunque estos organismos son principalmente marinos y existen muy pocas especies estuarinas o de agua dulce.

Debido a su biología, los foraminíferos son especialmente sensibles a los cambios que suceden en los sedimentos marinos y en la columna de agua, los que pueden llegar a afectar no sólo su biomasa, sino también a las estructuras comunitarias existentes en un área determinada (Barmawidjaja *et ál.* 1992). Son estas las razones por lo que la comunidad científica los ha empleado como indicadores del calentamiento global, aumento del nivel del mar, pérdida de biodiversidad y calidad ambiental. De hecho han sido propuestos como bioindicadores a partir de un protocolo detallado, que incluye todos los aspectos de adquisición de muestras, replicación, submuestreo, conservación de muestras, tinción, tratamiento de muestras, análisis de fauna, documentación y gestión de datos (Schönfeld *et ál.* 2012).

Otros grupos importantes en este estudio fueron los nemátodos con 11 % de la

abundancia total y los moluscos con una representación del 8,4 %. Gourbault *et ál.* (1998) señalan a los nemátodos como el grupo más dominante en zonas arrecifales, lo cual permite considerar que estos organismos requieren estar en sedimentos más estables o protegidos. De hecho, Liñero *et ál.* (2003) encontró en su estudio que los nemátodos tenían preferencias por arenas finas, las cuales son características de cuerpos de agua tranquilos. Otro ejemplo que demuestra esta afinidad de los nemátodos por los sedimentos finos es el estudio realizado por Dye y Lasiak (1986) en un ecosistema de manglar en la bahía Bowling Green en Australia en la que encontró que los nemátodos representaban cerca del 98 % de la abundancia total.

A pesar que los nemátodos no fueron el grupo más representativo, la densidad de este grupo en este trabajo supera a la obtenida por Ansari *et ál.* (2012) en una zona costera al sureste de India, en la cual se obtuvo una abundancia máxima de 207,7 ind/10 cm² a profundidades entre 30 y 50 m de profundidad y la mínima de 34,6 ind/10 cm² a profundidades superiores a los 175 m, representando el 57 % de la abundancia total. Estos investigadores no reportaron a los moluscos como grupo importante pero sí a los copépodos con densidad media máxima de 54 ind/10 cm² y mínima de 11,57 ind/10 cm², representando cerca del 15 % de la abundancia total y los foraminíferos con una máxima de 47,29 ind/10 cm² y una mínima de 16 ind/10 cm², representando el 14 % de la abundancia (Ansari *et ál.* 2012).

En el estudio realizado por Vásquez-Suárez *et ál.* (2010) en Laguna de Raya, se pudo observar la presencia y dominio del grupo de los nemátodos con un promedio anual de 1.209 ind/10 cm² (87,13 %), la cual se asemeja a la densidad encontrada en la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés. Mientras que los copépodos harpacticoides fueron el segundo grupo dominante con contribución menor de los taxa siguientes: anélidos, ostrácodos, moluscos, foraminíferos, tardígrados, helmintos, gastrotricos, radiolarios, platelmintos, kinorinchos, isópodos, anfípodos y otros crustáceos.

Un estudio realizado por Alfonso y López (2006) en varias localidades costeras de la

zona norte de La Habana, en la que se excluyeron los foraminíferos, encontraron densidades variadas que van de 892,12 hasta 7.133,48 ind/10 cm² en las que los nemátodos representaron entre el 49 y 90 % de la abundancia, mientras que los copépodos entre 51 y 66 %, las cuales superan en al menos un orden de magnitud a las abundancias obtenidas en este estudio. Sin embargo, Coull (1999) establece que en promedio, los sedimentos blandos marinos contienen en el meiobentos 10⁶ ind/ m² que equivale a 1.000 ind/10 cm².

Finalmente, Soltwedel (2000) demostró que en la mayoría de las áreas oceánicas, la proporción de nemátodos supera el 75 % del total de meiobentos, al no considerar a los foraminíferos dentro del análisis. Solo en la zona tropical (en el oeste de la India y en el noreste de Australia), los nemátodos constituyen menos del 60 % de la abundancia total de organismos metazoarios microscópicos. De hecho, en un análisis de 621 estaciones a nivel mundial, se encontró una densidad promedio de los nemátodos de 525,27 ind/10 cm² y en 107 muestras con profundidades entre 20 y 200 m de 1.116,25 ind/10 cm² (Mokievskii *et ál.* 2007). Los resultados obtenidos en este trabajo están en el intervalo reportado por estos autores.

En cuanto a la distribución espacial del meiobentos, se encontraron diferencias escasas entre las tres zonas, en la que disminuye ligeramente la densidad en la zona 3 por disminución de los nemátodos y moluscos. Aunque en este estudio no se analizó la granulometría y la selección de las muestras fue realizada en una zona heterogénea, se evidenció la presencia de sedimentos arenosos, constituidos principalmente por arena de granos medios a gruesos cuando el sustrato no era rocoso. Según lo indicado por Decho *et ál.* (1985), Armenteros *et ál.* (2009), Vásquez- Suárez *et ál.* (2010) y Liñero *et ál.* (2003) en sus análisis espaciales, las densidades más bajas fueron obtenidas en las playas arenosas, mientras que las mayores en sedimentos de granos más finos.

Mokievskii *et ál.* (2007) indican que hay dos grupos de factores que controlan la distribución espacial del meiobentos. El primero está relacionado a la profundidad y a las variables que cambian en forma de gradiente con ella, tales como la temperatura, la iluminación, la disponibilidad de alimento y de oxígeno disuelto; el segundo grupo se relaciona con factores estocásticos que condicionan una configuración de mosaico, que están en el mismo intervalo de profundidad y controlan la distribución del bentos en una micro y mesoescala. Sin embargo, en las zonas intermareales y en la plataforma superior, el papel principal en la distribución del meiobentos pertenece a los factores estocásticos del mosaico, que no muestran una correlación directa con la profundidad, siendo las variables más importantes: el tipo de sustrato, la salinidad y el estrés abiótico. En este estudio, se encontró una correlación mayor de la comunidad meiobentónica con la salinidad, en la que los copépodos, moluscos, tintínidos, decápodos, misidáceos y quetognatos se correlacionaron positivamente con esta variable, mientras que los cordados, cladóceros, isópodos y acantarios negativamente con ella. También, se obtuvo una correlación positiva de los cnidarios, ostrácodos y cirripedios con la concentración de fosfato, lo cual indica la respuesta de la comunidad ante las temporadas de precipitaciones y sequía.

No obstante, Hargrave (1972) encontró una relación positiva entre el consumo de oxígeno en los sedimentos superficiales y la producción primaria en la columna de agua y una negativa con la profundidad de la capa de mezcla, en las cuales intervienen otras variables fisicoquímicas como la transparencia del agua, la radiación y reciclaje de nutrientes. Es importante resaltar que los grupos más importantes del meiobentos desde el punto de vista de su densidad (foraminíferos y nemátodos) no se correlacionaron con las variables fisicoquímicas del agua, lo cual permite reconocer la importancia de estimar variables relacionadas a las condiciones del sedimento.

Temporalmente, se obtuvo un patrón bimodal en el que comienza a aumentar la densidad a partir de julio hasta alcanzar su tope entre agosto y octubre, a partir del cual comienza a disminuir hasta alcanzar una densidad inferior en diciembre y vuelve

aumentar hasta febrero, en el cual comienza a descender. Este patrón coincide con lo indicado por Liñero *et ál.* (2003), sin embargo, se evidencia un desfase en el cual se alcanzan las densidades superiores de octubre a diciembre y las más bajas en febrero, julio y agosto. Aunque en este estudio es difícil establecer una relación absoluta de la estructura comunitaria del meiobentos con las variables fisicoquímicas analizadas, algunos estudios indican que existe una tendencia en aumentar la densidad durante la época de sequía o incluso con la temperatura (Coull 1970, Chindah y Braide 2001). Sin embargo, en la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés, se observó un aumento de la densidad durante la época de precipitaciones máximas, por lo que la disponibilidad de alimento juega un papel fundamental en la distribución temporal de estos organismos.

Al respecto, Edwards (2009) indica que sobre la composición y distribución del meiobentos influye una variedad de factores que incluye: la salinidad, el movimiento del agua, las características del sedimento, la calidad y disponibilidad del alimento, la depredación, la dispersión, las estructuras biogénicas y la perturbación biológica. No obstante, Alfonso y López (2006) encontraron que los cambios en la estructura y composición en las comunidades de la meiofauna estaban relacionados a eventos estocásticos como los escurrimientos pluviales, tormentas tropicales y huracanes.

Por su parte, un estudio realizado por Kumary (2016) sobre la variación temporal de la meiofauna intersticial en India, indicó que la composición taxonómica, densidad y distribución de la fauna meiobentónica varían considerablemente de un espacio a otro en función de factores como la exposición, la depredación, la competencia, el tamaño del grano del sedimento, el contenido de materia orgánica y el oxígeno y temporalmente en función a incrementos de la temperatura, salinidades altas, sedimentos estables y probablemente a la disponibilidad de alimento favorecida por el enriquecimiento poblacional pre y post monzón. Por lo que se recomienda en estudios posteriores, estimar otras variables que estén relacionadas a las características del sedimento y complementar estudios comunitarios con estudios poblacionales de las

especies moduladoras de esta comunidad.

La última comunidad descrita en este trabajo corresponde a las macroalgas, las cuales además de ser productores primarios y alimento de especies numerosas, también sirven de hábitats de muchas especies bentónicas, incluyendo del microfitobentos y meiobentos, confiriéndole complejidad estructural al ecosistema bentónico (Madigan *et ál.* 1999). En las regiones tropicales existe un patrón con respecto a la abundancia de los distintos grupos taxonómicos de las algas marinas, donde prevalece un mayor número de especies pertenecientes a los phyla Rhodophyta y Chlorophyta, con respecto al Ochrophyta (García y Gómez 2001, Gil 2001). En este trabajo, se observa la presencia de algas rojas en una proporción mayor. Sin embargo, la proporción de algas pardas es mayor que la de las verdes, siendo inconsistente con las observaciones sobre la ficoflora bentónica en otras regiones tropicales, lo cual pudiera estar relacionado a que la mayoría de los estudios se realizan en la zona intermareal y no en la submareal.

El mar Caribe es uno de los mares tropicales con mayor diversidad biológica del planeta y con una amplia variedad de formaciones costeras que favorecen el crecimiento de muchos organismos béticos como las algas marinas (Bellorín 2003). De las especies identificadas, 70 son nuevos registros para el estado Miranda y 1 para Venezuela, incrementando su riqueza a 228 especies de acuerdo a lo reportado por Ardito y Vera (1997), Solé y Vera (1997) y Ardito y García (2009). Las familias mejor representadas con mayor número de especies fueron: Ceramiaceae, Rhodomelaceae, Corallinaceae y Dictyotaceae.

Tal como lo describieron Ardito y García (2009), en el estado Miranda, los estudios sobre algas marinas pueden considerarse dispersos y fragmentarios, los cuales iniciaron en 1938 por Post, 1967 por Hammer y Gessner, 1972 por Ríos y 1974 por Acosta. Sin embargo, no fue hasta 1997 que Solé y Vera realizaron un estudio ficológico en las playas de Chirimena y Punta Caimán y en 2009 se realizó el último

trabajo por Ardito y García (2009). El aumento importante de la lista de especies en este estudio se debe a que en los trabajos anteriores no se incluía la zona submareal, por lo que es posible continuar hallando nuevas especies en la zona, considerando que sólo se cubrió el 15 % aproximadamente de la línea costera del estado Miranda.

Cabe mencionar la identificación de un nuevo registro para la República Bolivariana de Venezuela, se trata de la Rhodophyta *Gayliella taylorii*, la cual pertenece a la tribu Ceramiaceae (Dawson) Cho y Boo y se caracteriza por ser un alga epífita, postrada con ejes erectos que soportan regiones apicales forciculadas, incurvadas y complanadas, color rosado a rojizo, de 0,7 a 1,2 cm de alto. Sus células axiales son esféricas o cilíndricas, alcanzando $97 \pm 11 \mu\text{m}$ y $55 \pm 9 \mu\text{m}$ al nivel de la séptima dicotomía del ápice. Seis o siete células periaxiales se cortan oblicuamente en la parte superior de cada célula axial y permanecen en los nodos después del alargamiento de la célula axial (Cho *et ál.* 2008). Adicionalmente, se destaca la presencia de algunas especies indicadoras de surgencia como *Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P. S. Dixon, *Botryocladia occidentalis* (Børgesen) Kylin y *Dictyopteris justii* J. V. Lamouroux y otras poco comunes como *Scinaia complanata* (Collins) A. D. Cotton. Temporalmente, se observa que la riqueza disminuye a partir de septiembre, cuando inicia la época de lluvias y disminuye progresivamente hasta febrero y marzo, cuando inicia la época de sequía (Díaz-Piferrer 1967, Ginés 1972, Gómez 1996, Pardo y Solé 2007).

A pesar que en este estudio no se obtuvieron muestras en abril y mayo, se observa al unir ambos extremos de la curva que a partir de febrero comienza un ascenso de la riqueza, alcanzándose el máximo en agosto con 59 especies. Aunque al realizar un análisis de similaridad se obtuvo un R no significativo ($R = 0,117$; $p < 0,05$), en diciembre, octubre, noviembre y diciembre, se observaron riquezas más bajas con respecto al resto de los meses. A pesar que los ríos Tuy, Capaya y Curiepe tienen una incidencia directa sobre los cambios estacionales de las condiciones ambientales de la zona, incluyendo una recarga de nutrientes al sistema, estos ríos también aportan un

contenido de material en suspensión importante que limita la entrada de luz solar en el agua, lo cual influye sobre el crecimiento de los productores primarios (Ferraz-Reyes 1983, Pereira 2012).

De hecho, Ardito y García (2009) indican que Puerto Francés tiene una disponibilidad alta de sustratos, compuestas de plataformas coralinas y una cantidad de rocas disgregadas que generan gran diversidad de microhábitats para el desarrollo de las distintas especies de algas. Es importante destacar que para una adecuada interpretación ecológica de la distribución de las especies es importante combinar estos estudios con la medición de un conjunto de variables ambientales que permitan explicarla, así como también sus interacciones biológicas con otros organismos. Tal como lo indican Ardito y García (2009), la composición de especies no depende de un factor único sino de la interacción de factores abióticos y bióticos, por lo que se hace necesario continuar estos estudios, incluir otras zonas del estado Miranda y correlacionar su distribución con otras variables.

En este sentido, se realizaron correlaciones entre las distintas comunidades evaluadas, considerando el microfítobentos como comunidad centro a partir del cual se hicieron las distintas comparaciones. En el caso de las comunidades de microalgas bentónicas y planctónicas, se obtuvo diferencias significativas que separan a una de la otra, aunque se puedan encontrar 150 especies comunes en ambos compartimientos. De hecho, el microfítobentos presenta mayor similaridad entre sus muestras con respecto al fitoplancton y una similaridad mucho menor entre las muestras de ambas comunidades.

Esto es indicativo que cada comunidad tiene características distintivas en la que temporalmente existe interrelación entre ambas y pueden compartir especies comunes o tal como lo mencionan de Jong y de Jonge (1995), algunas especies no son estrictamente bentónicas y las planctónicas tampoco, ya que pueden estar temporalmente en uno de los compartimientos, por asentamiento, resuspensión de los

sedimentos o incluso durante una de las etapas de su ciclo de vida. De hecho, cuando estos organismos son resuspendidos por acción del viento o de las corrientes marinas, forman parte del plancton y son alimento de organismos pelágicos (MacIntyre y Cullen 1995) y bajo condiciones de calma, el fitoplancton puede asentarse en los sedimentos e incorporarse al microfitobentos (de Jonge y van Beusekom 1992).

Por ejemplo, Facca *et ál.* (2002) encontraron en su estudio realizado en Venecia que más del 30 % de la clorofila de la columna de agua provenía del microfitobentos suspendido, el cual una vez resuspendido, quedaba disponible para consumo del zooplancton. De esta misma manera, Baustian *et ál.* (2013) encontraron en un arrecife en Louisiana que en ciertas épocas del año, algunos componentes del microfitobentos formaban parte del fitoplancton y en otros meses, el fitoplancton formaba parte de la comunidad bentónica.

En este estudio, se identificaron algunos géneros que solo son característicos de la comunidad plactónica o la bentónica. Al respecto, Facca *et ál.* (2002) mencionan que especies como *Skeletonema costatum* y *Cylindrotheca closterium* son típicas de la columna de agua y raras en el sedimento, pero han sido detectadas en los fondos, mientras que las de los géneros *Navicula*, *Nitzschia* y *Thalassiosira* son características de ambos hábitats. Por otra parte, los géneros *Fragilaria* y *Melosira* tienen ciclos de vida bento-pelágicos en los que por efecto de los procesos hidrodinámicos, son resuspendidos formando parte de la comunidad planctónica. Por lo tanto, se encuentran en los sedimentos durante un período de tiempo corto, llegando en algunas ocasiones a dominar las comunidades bentónicas (Round 1971).

Otra diferencia notable entre estas comunidades, es que la biomasa bentónica puede llegar a ser hasta 15 veces mayor que la del fitoplancton. Esto no es sorprendente ya que las concentraciones de clorofila *a* en los sedimentos por unidad de volumen en los primeros 8 cm de los sedimentos es 100 veces mayor que la de la columna de agua al sur del mar Amarillo en China (Meng *et ál.* 2011). En este estudio, se pudo

constatar una diferencia en la abundancia media de las microalgas bentónicas con respecto a las planctónicas de 1125 veces, lo cual es un indicativo de la magnitud de estas diferencias.

Esta distinción está relacionada a las características de cada compartimiento. El entorno planctónico es típicamente pobre en nutrientes, mientras que el microfitobentos experimenta un entorno que puede ser abundante en nitrógeno, fósforo y carbono inorgánico disuelto, hasta tres órdenes de magnitud más altos que en la columna de agua (Bonilla *et ál.* 2009). Al comparar la abundancia y composición de las comunidades del fitoplancton y el microfitobentos de diferentes áreas, se evidencia que su distribución espacial y temporal es afectada por variables ambientales diferentes. El fitoplancton se rige principalmente por las condiciones meteorológicas, mientras que el microfitobentos depende principalmente de las características fisicoquímicas del sedimento, sobretodo del tamaño del grano que lo constituye (Facca *et ál.* 2002).

En cuanto a la relación del microfitobentos con el meiobentos, no se encontraron diferencias significativas en la dinámica espacial y temporal de las estructuras de ambas comunidades, lo cual indica la dependencia de una de la otra y la incidencia de los mismos factores sobre la distribución espacial y temporal sobre toda la comunidad bentónica. En este caso, la herbivoría juega un papel importante en la productividad de las microalgas. Los herbívoros obtienen parte de ellas y las transforman en detrito, el cual es descompuesto en el sedimento a compuestos orgánicos disueltos y posteriormente, a materia inorgánica utilizable nuevamente por las microalgas y las bacterias, por lo que esta relación puede representar un equilibrio perfecto para que se mantengan ambas comunidades en el tiempo (Minh *et ál.* 2009).

De hecho, las microalgas bentónicas, particularmente las diatomeas, constituyen la mayor porción de la dieta de la microfauna, meiofauna y algunas veces de la macrofauna (Admiraal 1984). Aunque la producción microfitobentónica puede

incrementar en presencia de herbívoros, una herbivoría intensa puede afectar negativamente la productividad (Connor *et ál.* 1982). Las variaciones en la presión de herbivoría pueden producir fluctuaciones anuales de la productividad microfitobentónica, por lo que no es raro que toda la comunidad bentónica tenga el mismo comportamiento (Hargrave 1970). Los depredadores macrobentónicos regulan a las comunidades de la infauna y meiofauna, afectando indirectamente a la comunidad microfitobentónica. Además, las perturbaciones producidas por la meio y macrofauna pueden tener un efecto estimulador del crecimiento algal y de la diversidad de especies a niveles intermedios de herbivoría, aunque el consumo diario de la biopelícula de los sedimentos superficiales inhibe la fotosíntesis y la respiración, incluso en aquellos sistemas ricos en nutrientes (Pinckney 1992).

Varios estudios han obtenido correlaciones significativas entre la biomasa de las microalgas bentónicas y la meiofauna herbívora, mientras que en otros, no se han encontrado estas correlaciones, sugiriendo que estos consumidores utilizan alguna fuente de alimento alternativa (Pinckney 1992). Como ejemplo de estas discrepancias, Blanchard (1990) encontró que la abundancia de copépodos se correlaciona significativamente con el microfitobentos pero no con el nanofitobentos. Cibic *et ál.* (2009) encontraron que el microfitobentos presentaba un patrón similar al de la meiofauna en términos de abundancia en algunos meses del año y que los géneros de diatomeas más abundantes presentaban variaciones de sus densidades en función de grupos de depredadores específicos, tales como ocurren entre las diatomeas *Navicula* y *Diploneis* con los kinorrincos y *Nitzschia* con los copépodos.

Una característica notable de las comunidades bentónicas es que la meiofauna y las microalgas exhiben una distribución de parches en escala de centímetros. Una posible explicación de la distribución de la meiofauna observada puede estar vinculada a la de sus recursos alimentarios. Si las comunidades de microalgas se distribuyen irregularmente, entonces se espera una distribución irregular de sus consumidores (Admiraal 1984), tal como se observó en este estudio. Al respecto, se ha encontrado

una variabilidad alta en el tamaño de los parches que va de 0,5 cm² a 191 cm² en función del tipo de ambiente, siendo mayores en los sustratos arenosos que en los fangosos (Blanchard 1990, Fleeger *et ál.* 1990 y Pinckney 1992).

Algo notable es que la relación entre la meiofauna y su alimento es muy compleja y difiere en función de su entorno. Por lo que la respuesta de la meiofauna no sólo depende de la disponibilidad y abundancia de alimentos, sino también de la capacidad del consumidor para digerir este material (Cibic *et ál.* 2009). Al respecto, Decho y Castenholz (1986) demostraron que dos especies de copépodos se alimentaban sólo de diatomeas o de bacterias, mientras una tercera especie que ingería diatomeas, solo asimilaba bacterias y excretaba los frústulos enteros. Los copépodos harpacticoides se alimentan preferiblemente de diatomeas cuando están disponibles; de lo contrario, ingieren bacterias, ciliados o materia orgánica, dependiendo también de su etapa de vida (Duffy *et ál.* 2001).

En cuanto a organismos menos selectivos, los moluscos, los cuales fueron el tercer grupo más abundante en este estudio, son herbívoros muy eficientes en las biopelículas, ya que son capaces de reducir la biomasa de algas con sus rádulas en una escala espacial más grande. Estas diferencias en la selectividad trófica están probablemente relacionadas con el tipo de alimentación y las diferentes morfologías de las piezas bucales de los invertebrados. Las especialidades de alimentación no sólo existen entre grupos, sino también dentro de ellos. Por ejemplo, algunos nemátodos tienen piezas bucales especializadas que van desde una boca con forma de pipeta para succionar bacterias y microalgas pequeñas, hasta una faringe dentada con el fin de romper alimentos más grandes (Aberle 2004).

También, las microalgas pueden mostrar adaptaciones ligadas a la depredación. Por ejemplo, las especies del género *Navicula* son células postradas ampliamente extendidas en las planicies intermareales que sirven de alimento preferente de varios organismos constituyentes de la meiofauna, por lo que las variaciones en su densidad

pueden relacionarse con un pastoreo eficiente y altamente selectivo (Admiraal *et ál.* 1983, Agatz *et ál.* 1999). El género *Synedra* tiene la capacidad de adherirse a las superficies, formando biopelículas mucilaginosas que les permite crecer en sustratos inestables y evitar ser depredado tan fácilmente. De hecho sus mayores depredadores son los caracoles por su capacidad de raspar sustratos duros (Aberle 2004).

Por otro lado, cuando la producción del fitoplancton no es lo suficiente para abastecer las necesidades metabólicas del zooplancton en algunas épocas del año, los organismos descienden al fondo para consumir grandes proporciones de microalgas bentónicas (Perissinotto *et ál.* 2003). De este mismo modo, cuando las diatomeas se resuspenden en la columna de agua, constituyen un importante componente de la dieta de muchos consumidores planctónicos (Delgado *et ál.* 1991). Esto explica la presencia de muchos organismos planctónicos, tales como copépodos y cnidarios en el meiobentos que aunque sus densidades siempre fueron muy bajas en comparación con los organismos meiobentónicos, habría que estudiar su efecto sobre el microfitobentos.

Este mismo comportamiento fue encontrado entre el fitoplancton y el zooplancton, lo cual indica que en ambos compartimientos, existen variables específicas que condicionan el comportamiento de sus comunidades. Al respecto, Worm (2000) explica que los diferentes componentes de la comunidad dentro de una trama alimentaria afectan directamente a sus vecinos a través de interacciones tróficas, que a su vez, influye indirectamente sobre otros componentes de la comunidad que incluso están en niveles tróficos más alejados. Los efectos de las interacciones de los componentes pueden viajar a través de la cadena alimentaria, aunque los efectos pueden ser reducidos. Dicho flujo de influencia controladora puede comenzar desde el fondo de la cadena alimentaria inducido por la disponibilidad de recursos hasta niveles tróficos más altos o puede fluir hacia abajo inducido por el impacto de los depredadores sobre los niveles tróficos más bajos. Hoy en día se acepta que, dentro de las limitaciones que producen las condiciones de mezcla, estratificación,

temperatura y luz, las comunidades planctónicas se estructuran por el impacto simultáneo de los efectos de las interacciones biológicas en ambos sentidos. Sin embargo, la fuerza de cada uno de los dos flujos variará entre los ecosistemas, a lo largo del tiempo y con la escala espacial de observación.

Finalmente, para entender la variación espacial a diferentes escalas del microfítobentos, se realizó un muestreo especial en agosto de 2015, en el que se obtuvieron muestras a una escala de centímetros, metros y kilómetros. Uno de los resultados más relevantes de este estudio es que solo el cuadrante 5 de 0,5 m de largo por 0,5 m de ancho, en la cual había una separación de centímetros entre sus muestras presentó diferencias significativas en cuanto a la composición de especies y abundancia con respecto a los otros cuadrantes, incluyendo el que tuvo una dimensión de 500 m por 15 km de ancho. Sin embargo los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 no presentaron diferencias significativas entre sí, por lo que a partir de cierta distancia se puede obtener una estructura de mosaico similar con una similaridad entre muestras del mismo cuadrante entre el 47 y 60 %.

De acuerdo a lo descrito por Janousek (2005), la agregación es una característica importante a escalas inferiores al metro, en el que las comunidades se distribuyen en parches que forman un mosaico a escalas superiores, siendo estos parches altamente variables en talla y frecuencia, por lo que las comunidades bentónicas forman mosaicos complejos que interactúan con grados de intensidad variable (Pinckney 1992, Spilmont *et ál.* 2011). De hecho en un estudio realizado por Spilmont *et ál.* (2011) en el que se hicieron estimaciones de la concentración de clorofila dentro de cuatro cuadrantes de 1 m² separadas entre sí por una distancia de 4 m, se observaron pequeños parches con concentraciones de clorofila variable entre 0 y 58 mg m⁻² dentro de cada cuadrante y diferencias notables entre cada área a pesar de su cercanía, indicando una heterogeneidad similar a la indicada para las características del suelo.

Otros ejemplos son el estudio de Varela y Penas (1985), quienes encontraron que la

biomasa varió entre 6 y 18 $\mu\text{g cm}^{-2}$ de clorofila en un área de 0,25 m^2 y el de Shaffer y Onuf (1985), los cuales encontraron un coeficiente de variación entre 35 % y 63 %, al estimar la producción por unidad de área en 28 núcleos separados entre sí por 15 cm de distancia en un área de 0,25 m^2 en diferentes sedimentos en Ventura County en California (EEUU). Sin embargo, en el cuadrante más pequeño establecido en este estudio, se encontró menor heterogeneidad entre sus muestras con una similaridad del 75 %, en la que especies como *Nitzschia* sp1, *Amphora angustissima*, *Carinasigma recta*, *Opephora pacifica* y *Cocconeis* spp contribuyeron con más de un 50 % en esta similaridad entre muestras.

El patrón de parches a esta escala espacial es el resultado de la relación de factores endógenos como: el crecimiento, la migración, el reclutamiento y la muerte del microfitobentos con procesos exógenos como: las mareas, hidrodinámica, microtopografía, tipo de sedimento, competencia interespecífica e intraespecífica por nutrientes y herbivoría, los cuales pueden actuar para disminuir y aumentar su biomasa (Aller *et ál.* 2001, Seuront y Spilmont 2002, Cerná 2010). En una mesoescala que varía de metros a decenas de metros, investigaciones diversas sugieren que las causas de la variabilidad de su biomasa y composición de especies son las variaciones de la textura y relieve de la superficie de los sedimentos o de los nutrientes, radiación y gradientes de salinidad, no estando relacionado con las interacciones ecológicas como en el caso de la microescala (Wolff 1979, van der Wal *et ál.* 2010). De esta manera, las características de heterogeneidad que se observaron a lo largo de toda la zona de estudio explica porqué se hacen más similares las muestras, considerando gradientes de salinidad y de luz que se mantiene constante.

En una macroescala, de 100 a 1.000 km, las diferencias están principalmente influidas por la hidrodinámica, la textura y la composición del sustrato (Cerná 2010). El estudio realizado por van der Wal *et ál.* (2010) pone en evidencia patrones a gran escala de la biomasa microfitobentónica, que demuestran que la duración de emersión por las mareas y el tipo de sedimento explica en gran medida su variabilidad espacial

dentro de los ecosistemas a esta escala. En escalas espaciales aún más grandes, los efectos de la latitud, así como los gradientes de temperatura y la duración del día pueden ser factores importantes en su distribución, por lo que posiblemente muestras obtenidas al mismo instante en otras zonas costeras del país que compartan características ambientales similares, pueden mantener una similaridad cercana a la encontrada en este estudio en el cuadrante 1.

De hecho, algunas investigaciones sugieren un grado alto de superposición de la composición taxonómica entre zonas geográficas separadas por cientos de miles de kilómetros (Sullivan y Currin 2000). De tal manera que variaciones en la biomasa o la composición del microfitobentos en hábitats distintos pero adyacentes pueden ser más intensas que en áreas con distancias geográficas muy largas (Moncreiff y Sullivan 2001). Tal homogeneidad en la composición florística refleja índices altos de dispersión entre hábitats a escalas espaciales grandes producidos por el efecto de las corrientes marinas y de la fauna que funciona como vector (Finlay y Clarke 1999). Por otra parte, la similitud florística aparente a gran escala desde una perspectiva morfológica puede enmascarar verdaderas diferencias regionales en los genotipos de microalgas, debido a que la morfología puede sobreestimar la diversidad genética (Janousek 2005).

CONSIDERACIONES FINALES

Las variables fisicoquímicas estimadas en este estudio corresponden a un ambiente tropical en el que dominan dos épocas: lluvia y sequía, las cuales condicionan la variación temporal de las variables estimadas. En términos generales, no se encontraron diferencias importantes en las condiciones ambientales de las tres zonas, por lo que la costa oeste del estado Miranda puede considerarse homogénea con variaciones locales que se acentúan en la época de precipitaciones máximas.

El microfitobentos presentó una diversidad alta en la que se identificaron 327 especies con representación mayor de diatomeas, seguidas por dinoflagelados. En términos temporales, no se evidenció una variabilidad notable, solo un descenso pequeño de la riqueza durante la época de sequía. Espacialmente, se puede considerar un área homogénea, incluso en cuanto a sustratos.

En términos de abundancia, el grupo más representativo fue el de las diatomeas, seguido por las cianobacterias. La zona presentó una variabilidad temporal en la que se alcanzaron las mayores densidades entre julio y agosto, mientras que el resto de los meses presentaron abundancias similares. Sin embargo, en términos generales se obtuvo una abundancia alta en todos los muestreos que junto a la riqueza, le confiere a la zona un índice de biodiversidad alto durante todo el año.

El microfitoplancton presentó una riqueza mayor a la del microfitobentos con 343 especies, con mayor representación de diatomeas y dinoflagelados. Temporalmente, presentó un patrón bien definido en la que se encontró la riqueza más baja en la época de lluvias, la cual aumenta progresivamente hasta alcanzar la riqueza mayor en los meses de surgencia costera. Espacialmente, no se encontraron diferencias notables, por lo que la zona presenta las mismas características en cuanto a la distribución de especies de esta comunidad. La abundancia presentó el mismo patrón que el de la riqueza, por lo que el índice de diversidad biológica adquiere el mismo

comportamiento.

Se evidencian cambios temporales en la estructura comunitaria del fitoplancton, relacionados con el aporte de aguas continentales durante la época de máximas precipitaciones, los procesos de mezcla de las masas de aguas y un ascenso de aguas profundas durante los primeros meses del año. Adicionalmente, se evidencia la ocurrencia de procesos de mezcla importantes durante casi todo el año por la presencia de especies bentónicas en el plancton y especies dulceacuícolas, costeras y oceánicas.

El zooplancton estuvo representado por 121 especies con una representación de 12 phyla, típica de ambientes marinos y costeros del mar Caribe. Los organismos más representativos en términos de riqueza fueron los copépodos, seguidos de los cnidarios y decápodos. Temporalmente, se observó un patrón bimodal en la riqueza de especies con sus máximos en julio y enero y el mínimo en octubre mientras que la abundancia presentó sus máximos entre junio y septiembre y sus mínimos entre febrero y marzo. Espacialmente, se encontró una riqueza ligeramente superior en la zona media de la zona de estudio y la abundancia mostró diferencias notables entre los meses con máximos en la mayoría de los meses en la zona 2, seguida por la zona 1, lo cual le confiere una heterogeneidad espacial a la zona.

La meiofauna mostró una riqueza mayor que la del zooplancton, considerando la presencia de especies planctónicas en el fondo que posiblemente descendían al fondo marino en busca de alimento debido a las diferencias notables en la abundancia de microalgas entre ambos compartimientos. En este caso, se observó mayor representación de copépodos y foraminíferos, seguido de los cnidarios y moluscos. Temporalmente, se encontró un patrón similar al observado en la comunidad zooplanctónica pero con variaciones más sutiles. Espacialmente, la riqueza de especies no mostró diferencias entre las tres zonas establecidas, aunque el sustrato arenoso presentó un número mayor de especies que el rocoso.

En cuanto a la abundancia, hubo mayor representación de los foraminíferos, seguido de los nemátodos y moluscos. Asimismo, se obtuvo un patrón bimodal que inicia en junio con aumentos progresivos hasta alcanzar las densidades mayores entre agosto y octubre, luego inicia un descenso hasta diciembre, en el cual comienza a aumentar hasta alcanzar el segundo máximo en febrero. Espacialmente, no se obtuvieron diferencias significativas de esta comunidad.

Las macroalgas fueron un grupo diverso con 119 especies, dominadas por el grupo de las Rhodophyta o algas rojas, seguidas por las Ochrophyta, con un comportamiento bimodal, similar al descrito para la abundancia del meiobentos, mientras que espacialmente, la riqueza fue superior en la zona 1 y menor en la 2. Resalta la presencia de algunas especies de macroalgas indicadoras de surgencia costera y la disminución de la diversidad de macroalgas durante la época de máximas precipitaciones, en la que los aportes de los ríos disminuyen la entrada de luz solar en la columna de agua por la descarga de altos aportes de material en suspensión.

Respecto a la relación entre las comunidades, se observa que ellas se asemejan más en función del compartimiento donde se encuentren, por lo que hay similitud en la distribución del fitoplancton y el zooplancton y entre el microfitobentos y el meiobentos, poniendo en evidencia la relación depredador presa.

A pesar que el fitoplancton y el microfitobentos comparten 150 especies, que representa cerca del 28 % de las especies identificadas en este estudio, tienen especies características de cada comunidad y patrones de distribución diferentes, por lo que las variables ambientales y biológicas que condicionan su estructura comunitaria no son las mismas. De hecho, las muestras del microfitobentos tienden a ser más homogéneas y similares entre sí, en términos de su riqueza y abundancia, que las del microfitoplancton.

Al respecto, las variables ambientales estimadas en este estudio se correlacionaron

más con las comunidades planctónicas, por lo que se recomienda en estudios posteriores, hacer caracterizaciones del sedimento y estimar variables más relacionadas a las condiciones del fondo marino.

El microfitobentos mostró diferencias mayores en su estructura comunitaria a medida que aumentó la distancia entre las muestras, aunque en términos generales se considera un grupo bastante homogéneo a pesar de las diferencias en términos de las escalas espaciales.

Finalmente, es importante mencionar la ocurrencia de floraciones algales nocivas en la zona por dinoflagelados bentónicos del género *Ostreopsis*, acompañados de otras especies de diatomeas y euglenofitas y condicionadas por variaciones en las condiciones ambientales de la zona, las cuales requieren estudios adicionales para el entendimiento de su dinámica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aberle, N. 2004. The microphytobenthos and its role in aquatic food webs. Tesis de doctorado. der Christian-Albrechts-Universität. 150 pp.

Admiraal, W., Bouwman, L., Hoekstra, L. y Romeyn, K. 1983. Qualitative and quantitative interactions between microphytobenthos and herbivorous meiofauna on a brackish intertidal mudflat. *Znt. Rev. Ges. Hydrobiol.* 68: 175 – 191.

Admiraal, W. 1984. The ecology of estuarine sediment inhabiting diatoms. *Prog. Phycol. Res.* 3: 269.

Agatz, M., Asmus, R. y Deventer, B. 1999. Structural changes in the benthic diatom community along an eutrophication gradient on a tidal flat. *Helgoland Mar. Res.* 53: 92 – 101.

Aguilar, A., Okolodkov, Y., Merino, F., Osorio, I. y Herrera, J. 2014. Variación espacial de dinoflagelados bentónicos/epifíticos en aguas costeras del norte de Yucatán (agosto de 2011). En: Botello, A., von Osten, J., Benítez, J. y Gold, G. (eds). Golfo de México. Contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. UAC, UNAM-ICMYL, CINVESTAV-Unidad Mérida. p. 147 - 160.

Akl, J., Varela, R. y Muller-Karger, F. 1997. Influencia de la batimetría y línea de costa en algunas áreas de surgencia al sur del Mar Caribe. Observaciones con el AVHRR. VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Mérida, Venezuela 2 al 7 de noviembre de 1997. Editado en CD-ROM por el CPDI- Fundación Instituto de Ingeniería, Caracas.

Alfonso, H. y López, C. 2006. Distribución espacio-temporal de la meiofauna béntica en cuatro playas del Litoral Norte de la Habana. *Rev. Biol. Trop.* 54 (3): 985 – 995.

Aligizaki, K. y Nikolaidis, G. 2006. The presence of the potentially toxic genera *Ostreopsis* and *Coolia* (Dinophyceae) in the North Aegean Sea, Greece. *Harmful Algae*, 5: 717 – 730.

Aller, R., Aller, Y. y Kemp, P. 2001. Effects of particle and solute transport on rates and extent of remineralization in bioturbated sediments. En: Aller, J., Woodin, S. y Aller, R. (eds.). *Organism – Sediment Interactions*. University of South Carolina Press. pp. 315 – 333.

Almazán, A., Rosiles, G., Escobar, S., Rodríguez, M. y Hernández, D. 2012. *Dinoflagelados bentónicos del arrecife mesoamericano: Caribe Mexicano*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Ciencias del Agua. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. HJ033 México D. F.

Al-Yamani, F. y Saburova, M. 2011. *Illustrated guide on the benthic diatoms of Kuwait's Marine Environment*. Kuwait Institute for Scientific Research. Lucky Press, 352 pp.

Álvarez-Silva, C. y Torres-Alvarado, M. 2013. Composición y abundancia del zooplankton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 23(2): 241 – 249.

Álvarez-Tello, M., López-Martínez, J. y Lluch-Cota, D. 2015. Trophic spectrum and feeding pattern of cannonball jellyfish *Stomolophus meleagris* (Agassiz, 1862) from central Gulf of California. *J. Mar. Biol. Ass. U. Kingdom*. 96 (6): 1217 - 1227.

Alvariño, A. 1975. Depredadores planctónicos y la pesca. *Memorias del II Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*. Cumaná, Venezuela. pp. 139 – 160.

Andrade, C. 2012. Distribución estacional y ecología de las medusas (Cnidarias:

Hydrozoa) en la zona costera sur de la Bahía de Santa Elena durante el período (octubre 2004 – octubre 2005). *Acta Oceanogr. Pacífico*. 17: 127 – 137.

Ansari, K., Lyla, P. y Ajmal-Khan, S. 2012. Faunal composition of metazoan meiofauna from the southeast continental shelf of India. *Indian Journal of Geomarine Sciences*, 41(5): 457 – 467.

Añez, Z. 1983. Distribución y abundancia estacional del zooplancton (excepto copépodos), entre Boca del Río (Isla de Margarita) y la isla de Cubagua (Edo. Nueva Esparta) Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 99 p.

APHA, AWWA, WEF. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Editado por American Public Health Association. 20th Edición. Washington, D.C.

Ardito, S. y Vera, B. 1997. Catálogo de las macroalgas marinas del Herbario Nacional de Venezuela (VEN). *Acta Bot. Venez.* 20(2): 25 - 108.

Ardito, S. y García, M. 2009. Estudio ficológico de las localidades de Puerto Francés y San Francisquito estado Miranda, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 32(1): 113 - 143.

Armenteros, M., Ruiz-Abierno, A., Fernández-Garcés, R., Pérez-García, J., Díaz-Asencio, L., Vincx, M. y Decraemer, W. 2009. Biodiversity patterns of free-living marine nematodes in a tropical bay: Cienfuegos, Caribbean Sea, *Estuar. Coast. Shelf. S.* 85: 179 – 189.

Astor, Y., Meri, J. y Müller-Karger, F. 1998. Variabilidad estacional hidrográfica en la fosa de Cariaco. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*. Tomo 58 (149): 61 – 72.

Astor, Y., Muller-Karger, F., Bohrer, R., Troccoli, L. y García, J. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutrientes en la fosa de Cariaco. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Tomos 161-162: 235 – 252.

Athearn, W. 1965. Sediment cores from the Cariaco Trench, Venezuela. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts. Technical Report. Ref N° 65-37.

Avilés-Ramírez, G., González-León, J., Poot-Esparza, A., Medina-García, M. y Rojas-González, R. 2016. Influencia de arrecifes artificiales reef ball de la ensenada de Xpicob, sobre la estructura de la meiofauna y sedimentos recientes. *Agroproductividad*, 9(9): 44 – 49.

Ayala, R. 2005. Cambios estructurales del fitoplancton e hidrografía en la bahía de Puerto Real, archipiélago de Los Frailes, en el período enero – julio, 2004. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 105 pp.

Bagdó, E. 1977. Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco entre marzo y diciembre de 1975. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela, 59 pp.

Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publicaciones del Instituto Español de Oceanografía*, 1: 1 - 311.

Barber, R. y Ryther, J. 1969. Organic chelators: factors affecting primary production in the cromwell current upwelling. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 3: 191 – 199.

Barmawidjaja, D., Jorissen, F., Puskaric, S. y Vander Zwaan, G. 1992. Microhabitat selection by benthic foraminifera in the Northern Adriatic Sea. *Journal of*

Foraminiferal Research, 22: 297 – 317.

Bartoli, M., Nizzoli, D. y Viaroli, P. 2003. Microphytobenthos activity and fluxes at the sediment-water interface: interactions and spatial variability. *Aquatic Ecol.* 37: 341 – 349.

Bastardo, H. 1975. Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 54 pp.

Baustian, M., Rabalais, N., Morrison, W. y Turner, E. 2013. Microphytobenthos along the Louisiana continental shelf during mid-summer hypoxia. *Continental Shelf Research*, 52: 108 – 118.

Bellorín, A. 2003. Algas marinas bentónicas. En: Aguilera, M., Azocar, A. y González, E. (eds). *Biodiversidad en Venezuela*. Fundación Polar y Ministerio de Ciencia y Tecnología. Vol. 1. Caracas, Venezuela. pp. 94 - 103.

Berárd-Therriault, L., Poulin, M. y Bossé, L. 1999. Guide d'identification du phytoplankton marin de l'estuaire et du Golfe de Saint-Laurent. Incluant également certains protozoaires. Conseil National de Recherches du Canada. Ottawa-Canada. 387 pp.

Billerbeck, M., Roy, H., Bosselmann, K. y Huettel, M. 2007. Benthic photosynthesis in submerged Wadden Sea intertidal flats. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 71: 704 – 716.

Blackford, J. 2002. The influence of microphytobenthos on the Northern Adriatic ecosystem: a modelling study. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 55: 109 – 123.

Blanchard, G. 1990. Overlapping microscale dispersion patterns of meiofauna and

microphytobenthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 101 – 111.

Blanchard, G., Guarini, J., Orvain, F. y Sauriau, P. 2001. Dynamic behavior of benthic microalgal biomass in intertidal mudflats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 264: 85 – 100.

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina. pp. 936.

Bonilla, S., Rautio, M. y Vincent, W. 2009. Phytoplankton and phytobenthos pigment strategies: implications for algal survival in the changing Arctic. *Polar Biol.* 32: 1293 – 1303.

Boogert, N., Paterson, D. y Laland, K. 2006. The implications of niche construction and ecosystem engineering for conservation biology. *Biosciences.* 57(7): 570 – 578.

Boschi, E. 1996. Larvas de Crustacea Decapoda. En: Gasca, R. y Suárez, M. (Eds). Introducción al estudio del zooplancton marino. Editorial El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Chetumal, México. pp. 343 – 374.

Bouillon, J., Gravili, C., Pagès, F., Gili, J. y Boero, F. 2006. An introduction to Hydrozoa. *Memoires du Museum National d'histoire Naturelle*, 194: 1 – 591.

Brewer, J. 1977. Estudio taxonómico y distribución del fitoplancton del Golfo de Santa Fé y áreas adyacentes durante los años 1973-1974. Tesis de maestría. Universidad de Oriente. Venezuela, 112 pp.

Briceño, H., Buonocore, R., Sangronis, C., García-Pinto, L., Rojas, J., Chirinos, J., González, A. y López, C. 2009. Composición y abundancia del plancton de la Costa

Noreste de la Bahía El Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. Bol. Cent. Invest. Biol. 43(4): 463 – 485.

Brito, A., Newton, A., Fernandes, T. y Tett, P. 2011. The role of microphytobenthos on shallow coastal lagoons: a modelling approach. Biogeochemistry. 106: 207 – 228.

Buyukates, Y. y Roelke, D. 2005. Influence of pulsed inflows and nutrient loading on zooplankton and phytoplankton community structure and biomass in microcosm experiments using estuarine assemblages. Hidrobiología. 548: 233 – 249.

Cahoon, L. 1999. The role of benthic microalgae in neritic ecosystems. Oceanography and Mar. Biol: An Annual Review. 37: 47 – 86.

Calef, G. y Grice, G. 1967. Influence of the Amazon river outflow on the ecology of the western tropical Atlantic II. Zooplankton Abundance, Copepod distribution, with remark on the fauna of low-salinity areas. J. Mar. Res. 25(1): 84 – 94.

Cambra, J., Ector, L. y Sabater, S. 2008. Protocolos de muestreo y análisis para fitobentos. En: Duran, C. y Pardos, M. (eds). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente, España. 234 pp.

Campos, A. y Suárez, E. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México D.F. 353 pp.

Capobianco, J., Cardenas, J., Cruz, J., Dubuc, E., Esclasans, D., Gil, L., González, J., Klein, E., Laya, E., Lazo, R., Malave, L., Martínez, R., Miloslavich, P., Papadakis, J., Posada, J., Ramos, A., Sánchez, D., Villalba, C., Walker, G. y Yerena, E. 2008. Prioridades de PDVSA en la conservación de la biodiversidad en el Caribe Venezolano. Petróleos de Venezuela, S.A.- Universidad Simón Bolívar - The Nature

Conservancy. Caracas, Venezuela. 72 p.

Carilli, J. y Walsh, S. 2012. Benthic foraminiferal assemblages from Kiritimati (Christmas) Island indicate human-mediated nutrification has occurred over the scale of decades. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 456: 87 – 99.

Caro, C. y Parada, C. 1986. Relación del elemento fósforo con algunos foraminíferos bentónicos de lagunas costeras, Isla Baru, Caribe Colombiano. Instituto de Investigaciones del Mar. Colombia, pp. 39 – 47.

Casanova, E., Zoppi de Roa, E. y Montiel, E. 2007. Caracterización espacial y temporal del zooplancton en el Archipiélago Los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46 (1): 51-65.

Casas, B., Varela, M. y Bode, A. 1999. Seasonal succession of phytoplankton species on the coast of a Coruña (Galicia, northwest Spain). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 15 (1 - 4): 413 – 429.

Cassis, D., Muñoz, P. y Avaria, S. 2002. Variación temporal del fitoplancton entre 1993 y 1998 en una estación fija del seno Aysén, Chile (45°26'S 73°00'W). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 37(1): 43 – 65.

Castellanos, P., Varela, R. y Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle*, 154: 55 – 76.

Cavada, F. 2005. Composición, abundancia y estructura comunitaria del microfitobentos asociado a la comunidad de corales de la bahía de Puerto Real, isla Puerto Real, Archipiélago de Los Frailes durante el período mayo y junio de 2004. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 78 pp.

Cerná, K. 2010. Small-scale spatial variation of benthic algal assemblages in a peat bog. *Limnologica*, 40: 315 – 321.

Cervigón, F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 22 (63): 181 - 197.

Cetin, M. y Sen, M. 2004. Seasonal distribution of phytoplankton in Orduzu Dam Lake (Malatya, Turkey). *Turk Journal Botanical*, 28: 279 – 285.

Charpy, L., Casareto, B., Langlade, M. y Suzuki, Y. 2012. Cyanobacteria in Coral Reef Ecosystems: A Review. *J. Mar. Biol.* 2012: 1 – 9.

Chindah, A. y Braide, S. 2001. Meiofauna occurrence and distribution in different substrate types of bonny brackish wetland of the Niger Delta. *J. Appl. Sci. Environ. Manag.* 5: 33 – 41.

Chretiennot-Dinet, M., Sournia, A., Ricard, M. y Billard, C. 1993. A classification of the marine phytoplankton of the world from class to genus. *Phycologia*, 32 (3): 159 - 179.

Cho, T., Boo, S., Hommersand, M., Maggs, C., McIvor, L. y Fredericq, S. 2008. *Gayliella* Gen. Nov. in the tribe Ceramieae (Ceramiales, Rhodophyta) based on molecular and morphological evidence. *J. Phycol.* 44: 721 – 738.

Cibic, T., Blasutto, O., Falconi, C. y Umani, S. 2007. Microphytobenthic biomass, species composition and nutrient availability in sublittoral sediments of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea). *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 75: 50 – 62.

Cibic, T., Blasutto, O. y Bettoso, N. 2009. Microalgal–meiofaunal interactions in a sublittoral site of the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea, Italy): A three-year

study. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 370: 144 – 154.

Cibic, T., Comici, C., Bussani, A. y Del Negro, P. 2012. Benthic diatom response to changing environmental conditions. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 115: 158 – 169.

Clarke, K. y Warwick, R. 1994. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Editado por Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

Cloern, J. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210: 223 – 253.

Colijn, F. y de Jonge, V. 1984. Primary production on microphytobenthos in the Ems-Dollard estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 14: 185 – 196.

Connor, M., Teal, J. y Valiela, I. 1982. The effect of feeding by mud snails, *Uvanassa obsoleta* (Say), on the structure and metabolism of a laboratory benthic algal community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 65: 29 – 45.

Conway, D. 2012a. Marine zooplankton of southern Britain. Part 1: Radiolaria, Heliozoa, Foraminifera, Ciliophora, Cnidaria, Ctenophora, Platyhelminthes, Nemertea, Rotifera and Mollusca. En: John, A. (ed.). *Occasional Publications. Marine Biological Association of the United Kingdom*, No. 25, Plymouth, United Kingdom, 138 pp.

Conway, D. 2012b. Marine zooplankton of southern Britain. Part 2: Arachnida, Pycnogonida, Cladocera, Facetotecta, Cirripedia and Copepoda. En: John, A. (Ed.). *Occasional Publications. Marine Biological Association of the United Kingdom*, No. 26 Plymouth, United Kingdom 163 pp.

Cooper, S. 1999. Estuarine paleoenvironmental reconstructions using diatoms. En: Stoermer, E. y Smol, J (eds.), *The diatoms: Applications for the environmental and Earth Sciences*, Cambridge University Press, Londres, 352 - 373 pp.

Coull, B. 1970. Shallow water meiobenthos off the Bermuda platform. *Oecologia*, 4: 325 – 357.

Coull, B. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology*, 24: 327 – 343.

Coull, B. y Bell, S. 1979. Perspectives of marine meiofaunal ecology. En: Livingston, R. (Ed.). *Ecological Processes in Coastal and Marine Systems*. Plenum Publishing Corporation, New York. pp. 189 – 216.

Cupp, E. 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Tech. Ser.* 15: 1 - 238.

Currin, C. y Paerl, H. 1998. Environmental and physiological controls on diel patterns of N₂ fixation in epiphytic cyanobacterial communities. *Microb. Ecol.* 35: 34 – 45.

Dalu, T., Adams, J., Taylor, J., Bate, G., Nunes, M., Froneman, P. y Wasserman, R. 2018. Overview and status of estuarine microphytobenthos ecological research in South Africa. *African Journal of Marine Science*. 40(1): 1 – 12.

Daranas, A., Norte, M. y Fernández, J. 2001. Review: toxic marine microalgae. *Toxicon*. 39: 1101 - 1132.

Davis, C. 1955. *The marine and freshwater plankton*. Michigan Stae University. 562 pp.

Dawes, C. y Mathieson, A. 2008. The seaweeds of Florida. Editado por University Press of Florida. 591 pp.

De Boyd, L. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall-Hunt, California, EEUU. 161 pp.

Defew, E., Perkins, R. y Paterson, D. 2004. The influence of light and temperature interactions on a natural estuarine microphytobenthic assemblage. *Biofilms* 1(1): 21 – 30.

De Jong, L. y Admiraal, W. 1984. Competition between three estuarine benthic diatom species in mixed cultures. *Mar. Ecol.* 18: 269 – 275.

De Jonge, V. y Colijn, F. 1994. Dynamics of microphytobenthos biomass in the Ems estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 104, 185 – 196.

De Jong, D. y de Jonge, V. 1995. Dynamics and distribution of microphytobenthic chlorophyll-a in the Western Scheldt estuary (SW Netherlands). *Hydrobiologia.* 311: 21 – 30.

De Jonge, V. y van Beusekom, J. 1992. Contribution of resuspended microphytobenthos to total phytoplankton in the Ems Estuary and its possible role for grazers. *Neth. J. Sea Res.* 30: 91 – 105.

Decho, A. y Castenholz, R. 1986. Spatial patterns and feeding of meiobenthic harpacticoid copepods in relation to resident microbial flora. *Hydrobiologia.* 131: 87 – 96.

Decho, A., Hummon, W. y Fleeger, J. 1985. Meiofauna-sediment interactions around subtropical seagrass sediments using factor analysis. *J. Mar. Res.* 43: 237 – 255.

Delgado, G., Lechuga-Devéze., C., Troccoli, L. y Salinas, C. 2006. Epiphytic dinoflagellates associated with ciguatera in the Northwestern coast of Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 54 (2): 299 – 310.

Delgado, M., De Jonge, V. y Peletier, H. 1991. Experiments on resuspension of natural microphytobenthos populations. *Mar. Biol.* 108: 321 – 328.

Denman, K. y Powell, M. 1984. Effects of physical processes on planktonic ecosystems in the coastal ocean. *Oceanography Marine Biology Annual Review.* 22: 125 – 168.

Díaz-Piferrer, M. 1967. Efecto de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Caribbean J. Sci.* 7: 1 - 13.

Díaz, O., Radha, E., Liñero-Arana, I. y Marín, B. 2009. Poliquetos holoplanctónicos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma del Atlántico venezolano. *Ciencia y Mar,* XIII (38): 15 - 26.

Desrosiers, C., Leflaive, J., Eulin, A. y Ten-Hage, L. 2013. Bioindicators in marine waters: Benthic diatoms as a tool to assess water quality from eutrophic to oligotrophic coastal ecosystems. *Ecological Indicators,* 32: 25 – 34.

Dring, M. 1986. *The Biology of Marine Plants. I Marine Flora.* Department of Botany, Queen's University of Belfast. *Contemporary Biology.* 80 – 120 pp.

Du, G., Son, M., Yun, M., An, S. y Chung, I. 2009. Microphytobenthic biomass and species composition in intertidal flats of the Nakdong River estuary, Korea. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 82: 663 – 672.

Duffy, J., MacDonald, K., Rhode, J. y Parker, J. 2001. Grazer diversity, functional

redundancy, and productivity in seagrass beds: An experimental test. *Ecology*, 82: 2417 – 2434.

Dunn, R., Robertson, D., Teasdale, P., Waltham, N. y Welsh, D. 2013. Benthic metabolism and nitrogen dynamics in an urbanised tidal creek: Domination of DNRA over denitrification as a nitrate reduction pathway. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 131: 271 – 281.

Dye, A. y Lasiak, T. 1986. Microbenthos, meiobenthos and fiddler crabs: trophic interactions in a tropical mangrove sediment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 32: 259 – 264.

Dyer, K., Christie, M. y Wright, E. 2000. The classification of intertidal mudflats. *Cont. Shelf Res.* 20: 1039 – 1060.

Edwards, C. 2009. Meiobenthos of the discovery Bay Lagoon, Jamaica, with an emphasis on nematodes. Tesis de doctorado. University of London. Inglaterra, 206 pp.

Espinoza, E. 1977. Plancton carnívoro del Golfo de Cariaco y su abundancia relativa. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela, 71 pp.

Estévez, A. 1999. Evaluación del zooplancton del Parque Nacional Morrocoy (Edo. Falcón). Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela. Venezuela. 76 pp.

Facca, C., Sfriso, A. y Socal, G. 2002. Changes in abundance and composition of phytoplankton and microphytobenthos due to increased sediment fluxes in the Venice Lagoon, Italy. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 54: 773 – 792.

Falkowski, P., Barber, R. y Smetacek, V. 1998. Biogeochemical controls and feedback on ocean primary production. *Science*, 281: 200 – 206.

Faust, M., Morton, S. y Quod, J. 1996. Further SEM study of marine dinoflagellates: the genus *Ostreopsis* (Dinophyceae). *J. Phycol.* 32: 1053 – 1065.

Fenchel, T., King, G. y Blackburn, T. 1998. Bacterial biogeochemistry: the ecophysiology of mineral cycling. Academic Press, New York. EEUU. pp.

Ferguson, J. 1968. Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas. University of Miami. Press Florida. 143 pp.

Fernández, A. 2007. Cambios estructurales del fitoplancton de La bahía de Juangriego y su relación con las condiciones hidrográficas durante el período enero - diciembre del 2004. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 69 pp.

Ferraz-Reyes, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. de Venez. Univ. de Oriente.* 22 (1 y 2): 111 - 124.

Finlay, B. y Clarke, K. 1999. Ubiquitous dispersal of microbial species. *Nature*, 400: 828.

Fleeger, J., Palmer, M. y Moser, E. 1990. On the scale of aggregation of meiobenthic copepods on a tidal mudflat. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.* 11: 227 – 237.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. Marine Biotoxins. FAO Food and Nutrition Paper N° 80. Roma, pp. 278.

Frankovich, T., Gaiser, E., Zieman, J. y Wachnicka, A. 2006. Spatial and temporal distributions of epiphytic diatoms growing on *Thalassia testudinum* Banks ex König: relationships to water quality. *Hydrobiologia*, 569: 259 – 271.

Fuji, A., Watanabe, H., Ogura, K., Noda, T. y Goshima, S. 1991. Abundance and

productivity of microphytobenthos on a rocky shore in southern Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 42(4): 136 – 146.

Fukuoka, J. y Ballester, A. 1963. Un análisis de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 23 (65): 132 – 142.

Fukuoka, J. 1965. Condiciones meteorológicas e hidrográficas de los mares adyacentes a Venezuela 1962 – 1963. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales de La Salle. Capítulo 1, p. 10 – 38.

Gamboa, M. y Ferreira, J. 1994. Estudio taxonómico de los dinoflagelados (Pyrrophytas) de los islotes Dos Mosquises, Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela. 109 pp.

Gamboa-Márquez, J., Sánchez-Suárez, I. y La Barbera-Sánchez, A. 1994. Dinoflagelados (Pyrrophyta) del Archipiélago Los Roques (Venezuela): Familias Prorocentraceae y Ostreosidaceae. Biol. Mar. 45: 140 – 152.

Ganesan, E. 1989. A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela. Fondo Editorial CONICIT, Caracas.

García, G. 2011. Estructura comunitaria del fitoplancton y su relación con algunas condiciones hidrográficas en Chichiriviche, estado Vargas (enero-diciembre 2009). Trabajo de grado para optar al título de Licenciado de Biología Marina. Universidad de Oriente, Boca del Río – Venezuela, 83 pp.

García, M. y Gómez, S. 2001. Nuevos registros ficoflorísticos para el estado Vargas, Litoral Central, Venezuela. Acta Bot. Venez. 24(1): 1 - 12.

Ghosal, S., Rogers, M. y Wray, A. 2000. The turbulent life of phytoplankton. Center

for Turbulence Research Proceedings of the Summer Program 2000, p. 31 - 45.

Gil, N. 2001. Estudio florístico de las macroalgas marinas que crecen en la localidad de Playa Mero (Cayo Ánimas, Parque Nacional Morrocoy, Edo. Falcón, Venezuela). Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Gilbert, J., Gómez, E., Hernández, A., Herrera, M., Tudela, J., García, M. y Gutiérrez, C. 2007. Seguimiento y plan de vigilancia de fitoplancton tóxico en las costas de Águilas (Murcia) en verano de 2006. Avances y Tendencias en Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas. Acta de la IX reunión Ibérica sobre Fitoplancton Tóxico y Biotoxinas, Cartagena, Colombia, 330 pp.

Ginés, Hno. 1972. Carta Pesquera de Venezuela 1. Aéreas del Nororiente y Guayana. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Monografía 16, Caracas.

Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140 – 146.

Gómez-Gutiérrez, J., Palomares-García, R., Hernández-Trujillo, S. y Carbadillo-Carranza, A. 2001. Community structure of zooplankton in the main entrance of Bahía Magdalena, México during 1996. *Rev. Biol. Trop.* 49(2): 545 – 558.

Gómez, S., Carballo, Y., García, M. y Gil, N. 2016. Proyecto Ficoflora Venezuela. Disponible en: <http://www.ciens.ucv.ve/ficofloravenezuela/public/index.php> [26-12-16].

Gómez, E., Díaz, J. y Sánchez, I. 2000. Abundancia y biomasa del fitoplancton de la playa de San Luís, Cumaná, Venezuela (junio 1995 – mayo, 1996). *Ciencias*, 8 (1): 41 - 52.

González, C. 2011. Estructura comunitaria del fitoplancton de la zona marino- costera entre Cabo Codera y Paparo. Tesis de Grado. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 102 pp.

González, F. 2003. Índice de surgencia asociado con los factores abióticos y la dinámica del plancton en la Bahía de Mochima (Edo. Sucre) Tesis de Doctorado. Universidad Central de Venezuela. Venezuela, 167 pp.

González, L. y Princz, D. 1979. Moluscos heterópodos y pterópodos de la zona central del Caribe Venezolano. Bol. Inst. Oceanogr. 18(1 y 2): 99 – 107.

Gourbault, N., Warwick, R. y Helléouet, M. 1998. Spatial and temporal variability in the composition and structure of meiobenthic assemblages (especially nematodes) in tropical beaches (Guadeloupe, FWI). Cahiers de Biologie Marine, 39: 29 – 39.

Guerrini, F., Pezzolesi, L., Feller, A., Riccardi, M., Ciminiello, P., Dell'Aversano, C., Tartaglione, L., Delloiacovo, E., Fattorusso, E., Forino, M. y Pistocchi, R. 2010. Comparative growth and toxin profile of cultured *Ostreopsis ovata* from the Tyrrhenian and Adriatic Seas. Toxicon. 55: 211 – 220.

Guiu, M. y Guiu G. 2019. AlgaeBase. Disponible en: <http://www.algaebase.org> [26-12-16].

Guzmán, H., Obando, V. y Cortés, J. 1987. Meiofauna associated with a Pacific coral reef in Costa Rica. Coral Reefs, 6: 107 – 112.

Halim, I. 1967. Dinoflagellates of the South-East Caribbean (East Venezuela). Inst. Rev. Ges. Hydrobio. 52: 701 - 755.

Hamilton-West, C., Arriagada, G., Lara, M., Valdés, P., Gallardo, A. y Urcelay, S.

2008. Epidemiological description of Sea Lice (*Caligus rogercresseyi*) situation in southern Chile in August 2007. *J. Fish Dis.* 15: 25 – 36.

Hammer, O., Harper, D. y Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Hansen, J., Alongi, D., Moriarty, D. y Pollard, P. 1987. The dynamics of benthic microbial communities at Davies Reef, central Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 6: 63 – 70.

Hargrave, B. 1970. The effect of a deposit-feeding amphipod on the metabolism of benthic microflora. *Limnol. Oceanogr.* 15: 21 – 30.

Hargrave, B. 1972. Coupling carbon flow through some pelagic and benthic communities. *J. Fish. Res. Board Can.* 30: 1317 – 1326.

Harper, M. 1969. Movement and migration of diatoms on sand grains. *Brit. Phycol. J.* 4: 97 – 103.

Hassan, G., Espinosa, M. e Isla, F. 2006. Modern diatom assemblages in surface sediments from estuarine systems in the southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Paleolimnology*, 35: 39 – 53.

Hernández, I y Gómez, A. 2014. Patrones de abundancia y composición del zooplankton costero a varias escalas temporales en un ciclo de surgencia estacional en la isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia*, 39(2): 122 – 128.

Hernández, O., Herrera, J. y Merino, F. 2013. Nueve nuevos registros de diatomeas bentónicas de los géneros *Climaconeis*, *Cocconeis*, *Licmophora*, *Talaroneis*,

Oestrupia, *Petronis* y *Synedrosphenia* en la costa norte de la Península de Yucatán, México. *Hidrobiológica*, 23 (2): 154 – 168.

Herrera, A. y Bone, D. 2011. Influence of riverine outputs on sandy beaches of Higuerote, central coast of Venezuela. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(1): 56 – 70.

Herrera, L., Febres, G. y Andrés, J. 1980. Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro-occidental venezolano, Mar Caribe. *Bol. del Inst. Oceanogr. de Venez.*, Universidad de Oriente, 19 (1 y 2): 93 – 118.

Hillebrand, H. y Kahlert, M. 2002. Effect of grazing and water column nutrient supply on biomass and nutrient content of sediment microalgae. *Aquatic Botany*. 72: 143 – 159.

Hoppenrath, M., Murray, S., Chomérat, N. y Horiguchi, T. 2014. Marine benthic dinoflagellates – unveiling their worldwide biodiversity. Editado por Kleine Senckenberg-Reihe 54. 266 pp.

Horner, R., Garrison, D. y Plumley, F. 1997. Harmful algal blooms and red tide problems on the U.S. west coast. *Limnology and Oceanography*, 42: 1076 – 1088.

Hunter, J. 2007. Diatoms as environmental indicators: A case study in the bioluminescent bays of Vieques, Puerto Rico. 20th Annual Keck Symposium. <http://keck.wooster.edu/publications>.

Hutchinson, T. 1978. Effects of long lignite burns on arctic ecosystems at Thesmoking Hills, N. W. T. Trace Substances in Environmental Health XII, D. D. Heemphill. University of Missouri, Columbia. 332 pp.

Jackson, A., Underwood, A., Murphy, R. y Skilleter, G. 2010 Latitudinal and environmental patterns in abundance and composition of epilithic microphytobenthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 417: 27 – 38.

Janousek, C. 2005. Functional diversity and composition of microalgae and photosynthetic bacteria in marine wetlands: spatial variation, succession and influence on productivity. Tesis de doctorado. University of California. 245 pp.

Jeffrey, S. y Vesk, M. 1997. Introduction to marine phytoplankton and their pigment signatures. En: Jeffrey, S., Mantoura, R. y Wright, S. (Eds.). *Phytoplankton Pigments in Oceanography*. (UNESCO). Paris. pp. 37 – 84.

Jesus, B., Mendes, C., Brotas, V. y Paterson, D. 2006. Effect of sediment type on microphytobenthos vertical distribution: Modeling the productive biomass and improving ground truth measurements. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 332 (1), 60 – 74.

Jesus, B., Brotas, V., Ribeiro, L., Mendes, C., Cartaxana, P. y Paterson, D. 2009. Adaptations of microphytobenthos assemblages to sediment type and tidal position. *Continental Shelf Res.* 29: 1624 – 1634.

Johnson, R. y Wichern, D. 1992 *Applied multivariate statistical analysis*. Tercera edición. Editado por Prentice-Hall Int. 642 pp.

Johnson, W. y Allen, D. 2005. *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore & London. UK, 379 pp.

Joint, I. 1978. Microbial production of an estuarine mudflat. *Est. Coast. Mar. Sci.* 7: 185 – 195.

Joint, I., Gee, J. y Warwick, R. 1982. Determination of fine-scale vertical distribution

of microbes and meiofauna in an intertidal sediment. *Mar. Biol.* 72: 157 – 164.

Joos, F., Plattner, G., Stocker, T., Körtzinger, A. y Wallace, D. 2003. Trends in Marine Dissolved Oxygen: Implications for Ocean Circulation Changes and the Carbon Budget. *Eos.* 84(21): 197 – 204.

Kang, C., Kim, J. Lee, K., Kim, J., Lee, P. y Hong, J. 2003. Trophic importance of benthic microalgae to macrozoobenthos in coastal bay systems in Korea: dual stable C and N isotope analyses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 259: 79 – 92.

Kimmerer, W. 2002. Physical, biological, and management responses to variable freshwater flow into the San Francisco Estuary. *Estuaries* 25: 1275 – 1290.

Kumary, A. 2016. Temporal variations in the distribution of interstitial meiofauna along the southwest coast of India. *Journal of Climatology & Weather Forecasting*, 4(3): 178 – 141.

La Barbera, A., Gamboa, J. y Senior, W. 1999. Fitoplancton del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 47(1): 57 – 63.

Lárez, D. 2004. Variación de la estructura comunitaria del fitoplancton en el área pesquera Porlamar-La Isleta, Isla de Margarita, Venezuela en el período febrero – julio 2002. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 78 pp.

Launeau, P., Méléder, V., Verpoorter, C., Barillé, L., Kazemipour-Ricci, F., Giraud, M., Jesus, B. y Le Menn, E. 2018. Microphytobenthos biomass and diversity mapping at different spatial scales with a hyperspectral optical model. *Remote Sens.* 10, 716: 1 – 29.

Legaré, H. 1961. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Bol.*

Inst. Oceanogr. 1 (1): 191 - 218.

Legaré, J. 1964. The pelagic copepoda of Eastern Venezuela. I. The Caraiaco Trend. Bol. Inst. Oceanog. De Venezuela. Universidad de Oriente. 3 (1 – 2): 15 – 81.

Lindenschmidt, K. y Chorus, I. 1998. The effects of water column mixing on phytoplankton succession, diversity and similarity. Journal of Plankton Research, 20(10): 1927 – 1951.

Liñero, I., Ojeda, S. y Amaro, M. 2013. Variación espacio-temporal de la meiofauna submareal en una playa arenosa nororiental de Venezuela. Rev. Biol. Trop. 61(1): 59 – 73.

Lionard, M., Muylaert, K., Van Gansbeke, D. y Vyverman, W. 2005. Influence of changes in salinity and light intensity on growth of phytoplankton communities from the Schelde river and estuary (Belgium/The Netherlands). Hydrobiologia. 540:105 – 115.

Little D. y Little M. 2000 Caribbean marine plants. Editado por Off shore graphics Inc. Washington DC. 542 pp.

Liu, H. y Dagg, H. 2003. Interactions between nutrients, phytoplankton growth and micro - and mezoplankton grazing in the plume of the Mississippi River. Marine Ecology Progress Series. 258: 31 – 42.

Livingston, R. 2001. Eutrophication processes in coastal systems: origin and succession of plankton blooms and effects on secondary production in Gulf Coast Estuaries. Editado por Center for Aquatic Research and Resource Management. Florida State University, CRC Press. 327pp.

Llano, M., Cárdenas, J., Mayz, L., Guevara, P. y Armas, A. 1991. Elementos biogénicos de los sedimentos de la Fosa de Cariaco y los recursos ícticos del nororiente venezolano. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 51(135-136): 57 – 72.

López, F. 1997, Distribución espacial y temporal de las diatomeas y dinoflagelados en la plataforma Araya – Margarita. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 158 pp.

López, F., Siqueiros, D. y Navarro, J. 2010. Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of México. CONABIO-UABCS-CICIMAR, México. 217 p.

Loza, S., Sánchez, M., Carmenate, M. y Siqueiros, D. 2011. Adición a la microflora de diatomeas de las aguas marinas de Cuba. Serie Oceanológica 8: 47 – 52.

Lucas, C., Banham, C. y Holligan, P. 2001. Benthic-pelagic Exchange of microalgae at a tidal flat. 2. Taxonomic analysis. Mar. Ecol., 212: 39 – 52.

MacIntyre, H. y Cullen, J. 1995. Fine-scale vertical resolution of chlorophyll and photosynthetic parameters in shallow-water benthos. Mar. Ecol. Prog. Ser. 122: 227 – 237.

MacIntyre, H., Geider, R. y Miller, D. 1996. Microphytobenthos: the ecological role of the “Secret Garden” of unvegetated, shallow-water marine habitats. I. Distribution, abundance and primary production. Estuaries. 19 (2A): 186 – 201.

Madigan, M., Martinko, J. y Parker, J. 1999. Eukaryota: micro-organismos eucarióticos. Brock, Biología de los microorganismos. Editorial Prentice Hall. Octava edición. Madrid, España, pp. 770 - 774.

Maggi, E., Rindi, L., Dal Bello, M., Fontanini, D., Capocchi, A., Bongiorno, L. y Benedetti-Cecchi, L. 2017. Spatio-temporal variability in Mediterranean rocky shore microphytobenthos. *Marine Ecology Progress Series*. 575: 17 – 29.

Mandelli, E. y Ferraz-Reyes, E. 1982. Primary production and phytoplankton dynamics in a tropical inlet, Gulf of Cariaco, Venezuela. *Inter. Rev. Ges. Hydrobiol.* 67: 85 - 95.

Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 25 (70-72): 141 - 205.

Margalef, R. y González, F. 1969. Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del Mar Caribe (NE de Venezuela). *Invest. Pesq.* 33: 287 – 312.

Margalef, R. y Vives, F. 1972. La vida suspendida en el mar. En: Castelvi, J. et ál. (Eds). *Ecología marina*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Editorial Dosat S.A., Caracas, Venezuela, pp. 711.

Margalef, R. 1980. *Ecología*. Segunda edición. Ediciones Omega. Barcelona, España. 951 pp.

Margulis, L. y Chapman, M. 2009. *Kingdoms and domains: An Illustrated guide to the phyla of life on Earth*. 4ta ed. Amsterdam: Academic Press/Elsevier. 566 pp.

Marikova, V. y Campos, A. 1967. Características cualitativas y cuantitativas del zooplancton de la plataforma cubana. *Est. Inst. Oceanog. Ac. Cienc. Cuba.* 2 (2): 63 – 80.

Marín, E., Lodeiros, C., Figueros, D. y Márquez, B. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores

ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Cient. Fac. de Cienc. Vet.* 14(2): 133 - 139.

Márquez, B., Marín, B., Zoppi, E. y Moreno, C. 2006. Zooplancton del Golfo De Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 45 (1): 61 – 78.

Márquez, B., Marín, B., Díaz-Ramos, J., Troccoli, L. y Subero-Pino, S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la bahía de Mochima, Estado Sucre - Venezuela, durante 1997 – 1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 241 – 252.

Márquez, B., Marín, B., Díaz-Ramos, J. y Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Guyana*, 72(1): 52 – 67.

Márquez, B., Díaz-Ramos, J., Troccoli, L., Marín, B. y Varela, R. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(3): 737 – 749.

Márquez, B., Troccoli, L., Marcano, L., Morales, J., Allen, T., Marín, B. y Díaz-Ramos, R. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 50 (2): 103 - 119.

Márquez, B. 2015. Dinámica del mesozooplancton en el sector oriental (Saco) del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Tesis de doctorado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela, 137 pp.

Márquez, B. y Zoppi, E. 2017. Zooplancton de la bahía de Mochima: retrospectiva y prospectiva. *Saber*, 29: 495 – 511.

Martín, A., Malavé, L., Sánchez, D., Aparicio, R., Arocha, F., Bone, D., Bolaños, J., Bolaños-Jiménez, J., Castañeda, J., Cárdenas, J., Carbonini, A., Díaz, Y., Guada, H., Klein, E., Lazo, R., Lemus, A., Lentino, M., Lira, C., Lodeiros, C., López, R., Marín, B., Martínez, G., Márquez, B., Márquez, A., Molinet, R., Morales, F., Posada, J., Prieto, A., Riera, A., Rodríguez, C., Ramírez, A., Senior, W., Solana, P., Severeyn, H., Spiniello, P., Valera, E., Yanes, C. y Zoppi, E. 2007. Línea base ambiental Plataforma Deltana. En: Martín, A. y Bone, D. (Eds.). Petróleos de Venezuela, S. A. - Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 176 p.

Martínez, M. 2007. Composición y abundancia del zooplancton marino de las Islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano) durante la época climática lluviosa (octubre – noviembre) de 2005. Santa Marta, Colombia. Trabajo de grado. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 119 pp.

Matsumura-Tundisi, T., Leitão, S., Agüena, L. y Miyahara, J. 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotifera. *Rev. Brasil. Biol.* 50: 923 – 935.

Meng, Z., Xu, K. y Lei, Y. 2011. Community composition, distribution, and contribution of microbenthos in offshore sediments from the Yellow Sea. *Continental Shelf Res.* 31: 1437 – 1446.

Migné, A., Spilmont, N., Boucher, G., Denis, L., Hubas, C., Janquin, M., Rauch, M. y Davoult, D. 2009. Annual budget of benthic production in Mont Saint-Michel Bay considering cloudiness, microphytobenthos migration, and variability of respiration rates with tidal conditions. *Continental Shelf Res.* 29: 2280 – 2285.

Miller, A., Lowe, R. y Rotenberry, J. 1987. Succession of diatom communities on sand grains. *J. Ecol.* 75: 693 – 710.

Minh, N., Cao, N., Araki, H., Yamanishi, H. y Koga, K. 2009. Applications of a new ecosystem model to study the dynamics of phytoplankton and nutrients in the Ariake Sea, west coast of Kyushu, Japan. *J. Mar. Systems*. 75: 1 – 16.

Mokievskii, V., Udalov, A. y Azovskii, A. 2007. Quantitative distribution of meiobenthos in deep-water zones of the world ocean. *Oceanology*, 47(6): 797 – 813.

Moncada, A. 2015. Cnidarios planctónicos en el caribe occidental y atlántico venezolano. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 82 pp.

Moncreiff, C. y Sullivan, M. 2001. Trophic importance of epiphytic algae in subtropical seagrass beds: Evidence from multiple stable isotope analyses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 215: 93 – 106.

Montgomery, D. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Editado por Wiley. 2da Ed. 686 pp.

Morales J. 2008. Abundancia, composición y biomasa de los espectros de tallas del zooplankton en la plataforma Parichemanicuare, Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. pp. 112.

Mujica, A. y Espinoza, E. 1994. Cladóceros marinos chilenos. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 67: 265 – 272.

Munene A. 2014. Response of zooplankton biodiversity to nutrient pulses in experimental mesocosms. Proyecto de grado. University of Guelph. Canadá. pp. 29.

Navarro, J., Pérez, C., Arce, N. y Arroyo, B. 1989. Benthic marine diatoms of Caja de Muertos Island, Puerto Rico. *Nova Hedwigia*. 49: 333 - 367.

Navarro-Vargas, G., Díaz-Ramos, J., Troccoli, L. y Subero, S. 2014. Dinoflagelados epibentónicos presentes en diferentes sustratos en la bahía Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 53 (2): 161 – 170.

Neely, M. 2008. Benthic microalgae and nutrient flux in Florida Bay, USA. Tesis de doctorado. University of South Florida. 185 pp.

Netto, S., Attrill, M. y Warwick, R. 2003. The relationship between benthic fauna, carbonate sediments and reef morphology in reef-flat tidal pools of Rocas Atoll (north-east Brazil). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 425 – 432.

Nixon, S. 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*. 41: 199 – 219.

Nozaki, K., Khadbaatar, D., Tetsuji, A., Naoshige, G. y Osamu, M. 2003. Development of filamentous green algae in the benthic algal community in a littoral sand-beach zone of Lake Biwa. *Limnology*. 4: 161 - 165.

Ogawa, Y. e Ichimura, S. 1984. Phytoplankton diversity in Inland waters of different trophic status Yoshio. *Jap. J. Limnol.* 45(3): 173 – 177.

Okolodkov, Y., Campos-Bautista, G., Garate-Lizarraga, I., Gonzales, J., Hoppenrath, M. y Arenas, V. 2007. Seasonal changes of benthic and epiphytic dinoflagellates in the Veracruz reef zone, Gulf of Mexico. *Aquat. Microb. Ecol.* 47: 223 – 227.

Okuda, T., Benitez, J., Sellier de Civieux, J., Fukuoka, J. y Gamboa, B. 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe suroriental, especialmente en el margen continental de Venezuela. Cuadernos Azules No. 15. Publicaciones de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Caracas, 177 p.

Olli, K., Heiskanen, A. y Seppala, J. 1996. Development and fate of *Eutreptiella gymnastica* bloom in nutrient-enriched enclosures in the coastal Baltic Sea. *Journal of Plankton Research*, 18(9): 1587 – 1604.

Olrik, K. 1994. *Phytoplankton ecology: determining factors for the distribution of phytoplankton in freshwater and the sea*. Editado por Danish Environmental Protection Agency, Alemania, 183 pp.

Owré, H. y Foyo, M. 1967. *Copepods of the Florida Current with illustrated keys to genera and species*. Institute of Marine Science, University of Miami, 137 pp.

Páez, M., Zúñiga, O., Valdés, J. y Ortlieb L. 2001. Foraminíferos bentónicos recientes en sedimentos micróxicos de la bahía Mejillones del Sur (23° S), Chile. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 36: 129 – 139.

Pardo, P. y Solé, M. 2007. Flora marina de la península de Macanao, isla de Margarita, Venezuela. I. Chlorophyta y Phaeophyceae. *Acta Bot. Venez.* 30 (2): 291 – 325.

Parsons, T., Takahashi, M. y Hargrave, V. 1979 *Biological oceanographic processes*. 2da Edición. Editado por Pergamon Press. Gran Bretaña, 332 pp.

Paterson, D. y Hagerthey, S. 2001. Microphytobenthos in contrasting coastal ecosystems: biology and dynamics. En: Reise, K. (ed). *Ecological Comparisons of Sedimentary Shores*. Ecological Studies. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 106 – 125.

Peletier, H. 1996. Long-term changes in intertidal estuarine diatom assemblages related to reduced input of organic waste. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 137: 265 – 271.

Peragallo, M. 1965. Diatomés marines du France. A Asher Co. Amsterdam, Holanda. 365 pp.

Pereira, C., Hernández, V., Peña, C., García, J., Angulo, B. y Losada, R. 2011. Análisis ambiental de muestras captadas en Playa Chirimena durante el evento de intoxicación ocurrido el 29 de agosto de 2010. Informe técnico de PDVSA Intevep No. INT-13680,2011, 21 pp.

Pereira, C. 2012. Estructura comunitaria del fitoplancton y su asociación con las características fisicoquímicas de la zona marino-costera de playa Chirimena, estado Miranda. Tesis de maestría. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 133 pp.

Pereira, C., Quiñones, R. y Hernández, V. 2018. Fitoplancton del Refugio de Fauna Silvestre Isla de Aves: el territorio venezolano más septentrional. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 1(1): 63 – 77.

Pérez-Castresana, G., Villamizar, E., Varela, R. y Fuentes, Y. 2014. Descripción preliminar del fitoplancton en seis arrecifes coralinos del Parque Nacional Archipiélago de Los Roques. *Acta Biol. Venez.*, 34(2): 293 – 309.

Perissinotto, R., Nozais, C., Kibirige, I. y Anandraj, A. 2003. Planktonic food webs and benthic-pelagic coupling in three South African temporarily-open estuaries. *Acta Oecologica*. 24: S307 – S316.

Pinckney, J. 1992. Ecology of intertidal benthic microalgal communities in North Inlet estuary, South Carolina. Tesis doctoral. University of South Carolina. 276 pp.

Pinckney, J. y Zingmark, R. 1993. Modeling the annual production of intertidal benthic microalgae in estuarine ecosystems. *J. Phycol.* 29: 396 – 407.

Pinckney, J., Paerl, H. y Fitzpatrick, M. 1995. Impacts of seasonality and nutrients on microbial mat community structure and function. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 123: 207 – 216.

Pirela-Ochoa, E., Troccoli, L. y Hernández, I. 2008. Hidrografía y cambios en la comunidad del microfitoplancton de la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 47 (1): 3 - 15.

Pistocchi, R., Pezzolesi, L., Guerrini, F., Vanucci, S., Dell'Aversano, C. y Fattorusso, E. 2010. A review on the effects of environmental conditions on growth and toxin production of *Ostreopsis ovata*. *Toxicon*, 1 – 8 pp.

Poot, C. 2016. Florecimientos algales nocivos en las costas de Campeche, Golfo de México. *Investigación y Ciencia*, 24(68): 91 – 96.

Princz, D. y González, L. 1981. Los moluscos holoplanctónicos del Golfo de Venezuela y una interpretación de su función como indicadores ecológicos en la zona centro occidental del Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 20 (1 y 2): 85 – 90.

Qian, Y., Jochens, A., Kennicutt, M. y Biggs, D. 2003. Spatial and temporal variability of phytoplankton biomass and community structure over the continental margin of the northeast Gulf of Mexico based on pigment analysis. *Continental Shelf. Biological oceanographic Research*. 23: 1 – 17.

Raymont, J. 1980. *Plankton and productivity in the oceans*. 2da Ed. Vol. I. Editorial Pergamon Press. Gran Bretaña, pp. 489.

Reyes, J., Godoy, A. y Casler, C. 1999. Invertebrados bentónicos del bosque de manglar de la ciénaga de Los Olivitos, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 33(3): 227 – 241.

Richards, F. y Vaccaro, R. 1956. The Cariaco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Res.* 3(3): 214 – 228.

Richards, F. 1960. Some chemical and hydrographic observations along the north coast of South America. I Cabo Tres Puntas to Curacao, including the Cariaco Trench and the Gulf of Cariaco. *Deep-Sea Res.* 7(3): 163 – 182.

Riley, G. y Gorgy, S. 1948. Quantitative studies of summer plankton population of the Western North Atlantic. *J. Mar. Res.* 7(3): 163 – 182.

Rodríguez-Centeno, M., Díaz-Ramos, J., Charzeddine, L., Subero-Pino, S. y Troccoli-Ghinaglia, L. 2010. Biomasa y abundancia del fitoplancton en la isla La Tortuga, Dependencia Federal, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 49(1): 77 – 86.

Rodríguez, M., Queiroga, H., Oliveira, A., Brotas, V. y Manso, M. 2016. Climatic and anthropogenic factors driving water quality variability in a shallow coastal lagoon (Aveiro lagoon, Portugal). *AIMS Environ. Scien.* 3(4): 673 – 696.

Romero, O., Thunell, R., Astor, Y. y Varela, R. 2008. Seasonal and interannual dynamics in diatom production in the Cariaco Basin, Venezuela. *Deep Sea Research Part I*, 56: 571 – 581.

Round, F. 1971. Benthic marine diatoms. *Oceanog. Mar. Biol: An Annual Review.* 9: 83 - 139.

Round, F., Crawford, R. y Mann, D. 1990. The diatoms, biology y morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge, 747pp.

Sabbatini, A., Morigi, C., Nardelli, M. y Negri, A. 2014. Foraminifera. Goffredo, S. y

Dubinsky, Z. (eds.). *The Mediterranean Sea: Its history and present challenges*. Springer Science. pp. 237 – 256.

Sánchez-Suárez, I. 1994. *Ecología y dinámica del fitoplancton en arrecifes coralinos: un estudio en los islotes Dos Mosquises, Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela*. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 200 pp.

Saunders, R. y Glenn, E. 1969. *Diatoms. Memoirs of the Hourglass Cruises. Vol X*. Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory. St. Petersburg. Fl. 38 pp.

Schiller, C. 2003. *Monitoring river health initiative. Technical Report. Nro. 36*. Disponible en: www.deh.gov.au/index.html [12-11-2017].

Schmidt, J., Deming, J., Jumars, P. y Keil, R. 1998. *Constancy of bacterial abundance in surficial marine sediments. Limnol. Oceanogr.* 43: 976 – 982.

Schönfeld, J., Alve, E., Geslin, E., Jorissen, F., Korsun, S. y Spezzaferri, S. 2012. *The FOBIMO (FORaminiferal BIO-MONitoring) initiative—Towards a standardised protocol for soft-bottom benthic foraminiferal monitoring studies. Marine Micropaleontology*, 94 – 95: 1 – 13.

Schwarz, T. 2014. *AmbiWeb GmbH. Clima Higuerote*. Disponible en: <http://es.climate-data.org/location/27656/> [26-11-2015].

Scullion, D. y Masterton, M. 2000. *Caribbean reef plants*. OffShore Graphics, Inc. Washington DC. EEUU. 543 pp.

Senior, W. 1996. *Estudio hidroquímico y de calidad ambiental de las costas de Puerto*

Píritu, estado Anzoátegui, Venezuela. Trabajo de Ascenso, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 94 pp.

Seuront, L. y Spilmont, N. 2002. Self-organized criticality in intertidal microphytobenthos patch patterns. *Physica A*, 313: 513 – 539.

Shaffer, G. y Onuf, C. 1985. Reducing the error in estimating annual production of benthic microflora: hourly to monthly rates, patchiness in space and time. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 26: 221 – 231.

Siqueiros, D., Ibarra, S. y Loya, D. 1985. Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epifitas de *Zostera marina* y sus variaciones temporales, en Bahía Falsa, San Quintín, B. C. *Ciencias Marinas*, 2: 69 – 88.

Siqueiros, D. 2002. Diatomeas bentónicas de la Península de Baja California; diversidad y potencial ecológico. *Oceánides-CICIMAR-IPN-UABCS*, México. 102 p.

Siqueiros, D., Valenzuela, A., Hernández, O., Argumedo, U. y López, F. 2004. Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Haliotis spp.*) jóvenes de Baja California Sur, México. *CICIMAR-Oceánides*, 19: 29 – 103.

Siqueiros, D. y Hernández, O. 2006a. Floristics of epiphytic diatoms in a patch of subtropical macroalgae. *Oceánides CICIMAR*, 21: 11 – 61.

Siqueiros, D. y López, F. 2006b. Epiphytic diatoms associated with red mangrove (*Rhizophora mangle*) prop roots in Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 54: 287 – 97.

Siqueiros-Beltrones, D., Argumedo-Hernández, U., Murillo-Jiménez, J. y Marmolejo-

Rodríguez, A. 2014. Diversidad de diatomeas bentónicas marinas en un ambiente ligeramente enriquecido con elementos potencialmente tóxicos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1065 – 1085.

Simoni, F., Gori, L., Di Paolo, C., Lepri, L. y Mancino, A. 2004. Fioriture di *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Prorocentrum lima* nelle macroalge del mar Tirreno settentrionale, Mediterraneo (seconda fase di studio). *Biol. Ital.* 10: 68 – 73.

Smayda, T. y Reynolds, C. 2001. Community assembly in marine phytoplankton: application of recent models to harmful dinoflagellate blooms. *Journal of Plankton Research*, 23(5): 447 – 461.

Soininen, J. 2010. Species turnover along abiotic and biotic gradients: patterns in space equal patterns in time?. *Bioscience*. 60: 433 – 439.

Sokolowski, A., Wolowicz, M., Asmus, H., Asmus, R., Carlier, A., Gasiunaité, Z., Grémare, A., Hummel, H., Lesutiené, J., Razinkovas, A., Renaud, P., Richard, P. y Kedra, M. 2012. Is benthic food web structure related to diversity of marine macrobenthic communities?. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 108: 76 – 86.

Solé, M. y Vera, B. 1997. Caracterización de las macroalgas marinas bénticas en la región Chirimena-Punta Caimán, Edo. Miranda, Venezuela. *Caribbean Journal of Science*, 33 (3 – 4): 180 – 190.

Soler, A., Pérez, M. y Aguilar, E. 2003. Diatomeas de las costas del Pacífico en Panamá. *Agenda del Centenario. Universidad de Panamá- Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Panamá.* 383 pp.

Solórzano, R. 2006. Variabilidad quincenal de dinoflagelados bentónicos potencialmente tóxicos asociados a *Thalassia testudinum* (König, 1805), en una

estación costera de Boca del Río, (diciembre 2003 - mayo 2004). Trabajo de grado. Universidad de Oriente. Venezuela, 54 pp.

Soltwedel, T. 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. *Progr. Oceanogr.* 46: 59 – 84.

Sournia, A. 1986. Atlas du phytoplankton marin. Vol 1. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. pp. 216.

Spatharis, S., Tsirtsis, G., Danielidis, D., Do Chi, T. y Mouillot, D. 2007. Effects of pulsed nutrient inputs on phytoplankton assemblage structure and blooms in an enclosed coastal area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 73: 807 – 815.

Spilmont, N., Seuront, L., Meziane, T. y Welsh, D. 2011. There's more to the picture than meets the eye: Sampling microphytobenthos in a heterogeneous environment. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 95: 470 – 476.

Spiniello, P. 1996. Las diatomeas marino-costeras de Venezuela. *Caribbean Journal of Science.* 32(4): 331 – 347.

Stal, L. 2010. Microphytobenthos as a biogeomorphological force in intertidal sediment stabilization. *Ecol. Eng.*, 36. 236 – 245.

Strickland, J. y Parsons, T. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada Ottawa*, 167: 1 – 310.

Suárez-Morales, E. 1990. Planktonic copepods: A note on their relation with upwelling areas in the Campeche bank and the Mexican Caribbean Sea. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 5(1): 87 – 92.

Suárez, E. 1994. Distribución de los pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo de México y zonas adyacentes. *Rev. Biol. Trop.*, 42(3): 523 – 530.

Suárez-Morales, E. y Gasca R. 1997. Copépodos (Crustacea) de las aguas superficiales del Mar Caribe Mexicano (mayo, 1991). *Revista de Biología Tropical* 45: 1523 – 1529.

Sullivan, M. y Currin, C. 2000. Community structure and functional dynamics of benthic microalgae in salt marshes. En: Weinstein, M. y Kreeger, D. (Eds.). *Concepts and controversies in tidal marsh ecology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 81 – 106.

Sundbäck, K., Enoksson, V., Graneli, W. y Pettersson, K. 1991. Influence of sublittoral microphytobenthos on the oxygen and nutrient flux between sediment and water: A laboratory continuous-flow study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 74: 263 – 279.

Sundbäck, K. y McGlathery, K. 2005. Interaction between benthic macro- and microalgae in the marine environment. En: Kristensen, E., Kostka, J. y Haese, R. (eds.). *Interactions between macro- and microorganisms in marine sediments*. American Geophysical Union. p. 7 – 29.

Sunesen, I., Bárcena, A. y Sar, E. 2009. Diatomeas potencialmente nocivas del Golfo San Matías (Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(1): 67 – 88.

Suthers, I. y Rissik, D. 2009 *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*. Csiro Publishing. 256 pp.

Taylor, W. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, EEUU.

Taylor, W. 1972. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Editado por The University of Michigan Press, Ann Arbor. Tercera edición. 879 pp.

Thamm, R., Schernewski, G., Wasmund, N. y Neumann, T. 2004. Spatial phytoplankton pattern in the Baltic Sea. En: Newski, L. y Wielgat, M. (Eds.). Baltic Sea typology, G. Scher-EUCC–The Coastal Union; Die Kusten Union Deutschlands, Coastl. Rep. 4: 85 – 109.

Tietjen, J. 1981. Meiofauna of the Venezuela Basin. Reporte final. Oficina de Investigaciones Navales de los Estados Unidos de Norteamérica. New York, 10 pp.

Tilstone, G., Figueiras, F. y Fraga, F. 1994. Upwelling-downwelling sequences in the generation of tides in a coastal upwelling system. Mar. Ecol. Prog. Ser. 122: 241 - 253.

Tilstone, G., Lange, P., Misra, A., Brewin, J. y Cain, T. 2017. Micro-phytoplankton photosynthesis, primary production and potential export production in the Atlantic Ocean. Progress in Oceanography. 158: 109 – 129.

Tirok, K. y Scharler, U. 2013. Dynamics of pelagic and benthic microalgae during drought conditions in a shallow estuarine lake (Lake St. Lucia). Estuar. Coastal Shelf Sci. 118: 86 – 96.

Todd, C. y Laverack, M. 1991. Coastal marine zooplankton: a practical manual for students. Cambridge University Press. New York, EEUU. 106 pp.

Tomas, C. 1996. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press. New York, USA. 598 pp.

Totti, C., Accoroni, E., Cerino, F., Cucchiari, E. y Romagnoli, T. 2010. *Ostreopsis ovata* bloom along the Conero Riviera (northern Adriatic Sea): Relationships with environmental conditions and substrata. *Harmful Algae*, 9: 233 – 239.

Trégouboff, G. y Rose, M. 1967a. Manuel de planctonologie Méditerranéenne. Tome I, texto. Centre National de la Recherche Scientifique. París, Francia. 587 pp.

Trégouboff, G. y Rose, M. 1967b. Manuel de planctonologie Méditerranéenne. Tome II, planches. Centre National de la Recherche Scientifique. París, Francia. 219 pp.

Triantafyllou, G., Petihakis, G., Dounas, C. y Athanasios, T. 2001. Assessing marine ecosystem response to nutrient inputs. *Marine Pollution Bulletin*, 43 (7 - 12): 175 – 186.

Troccoli, L. 1989. Análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton de la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de maestría. Universidad de Oriente. Venezuela. 78 pp.

Underwood, G. 1994. Seasonal and spatial variation in epipelagic diatom assemblages in the Severn estuary. *Diatom Res.* 9: 451 – 472.

Underwood, G. y Paterson, D. 1993. Recovery of intertidal benthic diatoms after biocide treatment and associated sediment dynamics. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 73: 25 – 45.

Urabe, J. 1989. Relative importance of temporal and spatial heterogeneity in the zooplankton community of an artificial reservoir. *Hydrobiologia*, 184: 1 – 6.

Urosa, L. 1983. Distribución del zooplancton en la cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad petrolera en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela* 22(1/2): 125

- 143.

Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodig. Mitt. Verein. Theor. Argiew. Limnol. 9: 1-38.

Uthicke, S. y Altenrath, C. 2010. Water column nutrients control growth and C: N ratios of symbiont-bearing benthic foraminifera on the Great Barrier Reef, Australia. Limnol. Oceanogr. 55: 1681 – 1696.

Valera, R., Carvajal, F. y Muller-Karger, F. 2003. El fitoplancton en la plataforma nororiental de Venezuela. Contribución nº 210, Estación de Investigaciones Marinas de Margarita, Fundación La Salle de Ciencias Naturales. pp. 263 – 292.

Valerio, L. y Díaz-Ramos, J. 2007. Dinoflagelados epifitos potencialmente tóxicos presentes en praderas de *Thalassia testudinum* en las costas nororientales de Venezuela. Rev. Fav. Agron. (LUZ). 24 Supl. 1: 39 – 43.

Valerio, L. y Díaz-Ramos, J. 2008. Distribución de dinoflagelados epifitos potencialmente tóxicos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* en la isla La Tortuga, la bahía de Mochima y Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 47 (1): 47 – 58.

Van der Grinten, E., Simis, S., Barranguet, C. y Admiraal, W. 2004. Dominance of diatoms over cyanobacterial species in nitrogen-limited biofilms. Archivfür Hydrobiologie. 161(1): 98 – 111.

Van der Wal, D., Wielemaker-van den Dool, A. y Herman, P. 2010. Spatial synchrony in intertidal benthic algal biomass in temperate coastal and estuarine ecosystems. Ecosystems. 13: 338 – 351.

Varela, M. y Penas, E. 1985. Primary production of benthic microalgae in an intertidal sand flat of the Ria de Arosa, NW Spain. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 25: 111 – 119.

Vásquez-Suárez, A., González, M., Díaz, O. y Liñero, I. 2010. Variación temporal de la meiofauna en sedimentos del sistema lagunar "Laguna de Raya", estado Nueva Esparta, Venezuela. *Interciencia*, 35(2): 144 – 150.

Viale-Rigo, M., Masciangioli, P. y Guttler, W. 1999. Simulación y trayectoria de derrames de gasolina, diesel, y Disolago en la Planta de Distribución Carenero. Informe Técnico de PDVSA Intevep no. INT-6234,1999, p. 124.

Viaroli, P., Bartoli, M., Giordani, G., Magni, P. y Welsh, D. 2004. Biogeochemical indicators as tools for assessing sediment quality/vulnerability in transitional aquatic ecosystems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 14: S19 - S29.

Vila, M., Garces, E. y Masó, M. 2001. Potentially toxic epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. *Aquatic Microbial Ecology*, 26: 51 – 60.

Villalba, W., Márquez-Rojas, B., Troccoli, L., Alzolar, M. y López, J. 2017. Composición y abundancia del zooplancton en la laguna El Morro, Isla de Margarita, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*, 24(4): 343 – 356.

Villate, F. 1982. Contribución al conocimiento de las especies de *Acartia* autóctonas de zolas salobres: *Acartia* (Paracartia) *grani*, G.O. Sars en la Ria de Mundaca (Vizcaya, España). *Kiobie*, 12: 77 – 81.

Warwick, R., Dashfield, S. y Somerfield, P. 2006. The integral structure of a benthic

infaunal assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330: 12 – 18.

Welker, C., Sdrigotti, E., Covelli, S. y Faganeli, J. 2002. Microphytobenthos in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea): relationship with labile sedimentary organic matter and nutrients. *Estuar. Coastal Shelf Sci.* 55: 259 – 273.

Wicktead, J. 1979. *Zooplankton marino*. Ediciones Omega. Barcelona. 70 pp.

Wilderman, C. 1987. Patterns of distribution of diatom assemblages along environmental gradients in the Severn River Estuary, Chesapeake Bay, Maryland. *Journal of Phycology*, 23: 209 – 217.

Wolff, W. 1979. Flora and vegetation of the Wadden Sea. Report 3 (Final Report of the Section Mar. Biol of the Wadden Sea; published by Balkema, A. Rotterdam, The Netherlands), p. 206.

Worm, B. 2000. Consumer versus resource control in rocky shore food webs: Baltic Sea and NW Atlantic Ocean. *Ber Inst Meereskd Christian-Albrechts-Univ Kiel, Alemania*, pp. 147.

Wust, G. 1964. Stratification and circulation in the Antillean-Caribbean basins. Columbia University Press. New York, 201 p.

Yamaji, I. 1996. *Illustration of the marine plankton of Japan*. Hoikusha Publishers. Osaka. Japan. 109 pp.

Zingone, A. y Wyatt, T. 2005. Harmful algal blooms: keys to the understandings of the phytoplankton ecology. En: Robinson, A., McCarthy, J. y Rothschild, B. (Eds.). *The Sea*. Harvard University Press, Harvard, EEUU. pp. 867 – 926.

Zoppi de Roa, E. 1961. Medusas de la región este de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente, 1: 173 – 190.

Zoppi de Roa, E. 1971. Apendicularias de la región oriental de Venezuela. Stud. Fauna Curacao Baribb. Isl. 38: 1 – 109.

Zoppi de Roa, E. 1977. El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela. Trabajo de grado doctoral. Universidad Central de Venezuela. Venezuela. 187 p.

Zoppi de Roa, E. 2003. Hemicordados, cordados y quetognatos. En: Aguilera, M., Azocar A. y González, E. (Eds). Biodiversidad en Venezuela. Editado por Fundación Polar y el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación –Fonacit, Caracas – Venezuela. pp. 522 – 532.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de microalgas planctónicas y bentónicas identificadas en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Achnanthes</i> sp	ACH	Achnanthaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Achnanthes armillaris</i>	ACHarm	Achnanthaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Achnanthes brevipes</i>	ACHbre	Achnanthaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Achnanthes fimbriata</i>	ACHfim	Achnanthaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Achnanthes subconstricta</i>	ACHsub	Achnanthaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Actinocyclus</i> sp	ACT	Hemidiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Actinoptychus senarius</i>	ACTsen	Heliopeltaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Alveus marinus</i>	ALVmar	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphiprora</i> sp	AMPH	Amphipleuraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphitetras antediluviana</i>	AMPant	Odontellaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Amphora</i> sp	AMP	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora angustissima</i>	AMPang	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora arcus</i>	AMParc	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora arenicola</i>	AMPare	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora bacillaris</i>	AMPbac	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora bigibba</i>	AMPbig	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora crassa</i>	AMPcra	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora fluminensis</i>	AMPflu	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora holsaticoides</i>	AMPhol	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora laevis</i>	AMPlae	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Amphora lineolata</i>	AMPlin	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora ovalis</i>	AMPova	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Amphora ostrearia</i>	AMPost	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora proteus</i>	AMPpro	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Amphora spectabilis</i>	AMPspe	Catenulaceae	Thalassiophysales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Anaulus birostratus</i>	ANAbir	Anaulaceae	Anaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Arachnoidiscus</i> sp	ARAC	Stictodiscaceae	Stictodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Asterionella formosa</i>	ASTfor	Tabellariaceae	Tabellariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	ASTgla	Asterionellopsidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Asteromphalus</i> sp	AST	Asterolampraceae	Asterolamprales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Asteroplanus karianus</i>	ASTkar	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Aulacodiscus</i> sp	AUL	Aulacodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Auliscus reticulatus</i>	AULret	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Auliscus sculptus</i>	AULscu	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Auricula</i> sp	AUR	Auriculaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Bacillaria paxillifera</i>	BACpax	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Bacteriastrum</i> sp	BAC	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Bellerochea malleus</i>	BELmal	Bellerocheaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Biddulphia</i> sp	BID	Biddulphiaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Biddulphia alternans</i>	BIDalt	Biddulphiaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Biddulphia biddulphiana</i>	BIDbid	Biddulphiaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Biremis ambigua</i>	BIRamb	Scoliotropidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Caloneis</i> sp	CAL	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Caloneis liber</i>	CALlib	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Caloneis liber</i> var. <i>linearis</i>	CALlibl	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Campylodiscus</i> sp1	CAM1	Surirellaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Campilodiscus</i> sp2	CAM2	Surirellaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Campylodiscus fastuosus</i>	CAMfas	Surirellaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Campylodiscus neofastuosus</i>	SURfas	Surirellaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Carinasigma recta</i>	CARrec	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Catacombas gaillonii</i>	CATgai	Ulnariaceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Cerataulina bicornis</i>	CERbic	Hemiaulaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Cerataulina pelagica</i>	CERpel	Hemiaulaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Cerataulus granulatus</i>	CERgra	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros</i> sp	CHA	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros affinis</i>	CHAaff	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros brevis</i>	CHAbre	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	CHAcoc	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros compressus</i>	CHAcocom	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros convolutus</i>	CHAconv	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros costatus</i>	CHAcos	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros danicus</i>	CHAdan	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros debilis</i>	CHAddeb	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros decipiens</i>	CHAddec	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros dictyota</i>	CHAdic	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros didymus</i>	CHAdid	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros furcellatus</i>	CHAfur	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros gracilis</i>	CHAgr	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	CHAhols	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros laciniatus</i>	CHAlac	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	CHAlor	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros messanensis</i>	CHAmes	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	CHAper	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	CHApse	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros socialis</i>	CHAsoc	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros teres</i>	CHAter	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	CHAtor	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Chaetoceros wighamii</i>	CHAwig	Chaetocerotaceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	CLIfra	Hemiaulaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Climaconeis inflexa</i>	CLInf	Berkeleyaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Climaconeis lorenzii</i>	CLlfor	Berkeleyaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Climacosphenia moniligera</i>	CLImon	Climacospheniaceae	Toxariales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Closterium moniliferum</i>	CLOmon	Closteriaceae	Desmidiales	Zygnematophyceae	Charophyta	X	
<i>Cocconeis</i> sp	COCC	Cocconeidaceae	Cocconeidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Cocconeis dirupta</i>	COCDir	Cocconeidaceae	Cocconeidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cocconeis distans</i>	COCDist	Cocconeidaceae	Cocconeidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cocconeis fasciolata</i>	COCFas	Cocconeidaceae	Cocconeidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cocconeis scutellum</i>	COCScu	Cocconeidaceae	Cocconeidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cocconeis sublittoralis</i>	COCSub	Cocconeidaceae	Cocconeidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Coscinodiscus centralis</i>	COScen	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Coscinodiscus excavatus</i>	COSexc	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Coscinodiscus granii</i>	COSgra	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	COSper	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	COSrad	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Coscinodiscus subtilis</i>	COSsub	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	COSwai	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Ctenophora pulchella</i>	CTEpul	Ulnariaceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cyclophora tenuis</i>	CYCten	Cyclophoraceae	Cyclophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cyclotella litoralis</i>	CYClit	Stephanodiscaceae	Stephanodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cylindrotheca closterium</i>	CYLclo	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Cymatowitzschia marina</i>	CYMmar	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Cymbella</i>	CYM	Cymbellaceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	DACfra	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Delphineis</i> sp	DEL	Rhaphoneidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Delphineis minutissima</i>	DELmin	Rhaphoneidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Denticula</i> sp	DEN	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Detonula</i> sp	DETO	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Diatomella cf. balfouriana</i>	DIAbal	Pinnulariaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Dimeregramma marinum</i>	DIMmar	Plagiogrammaceae	Plagiogrammales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Diplomenora cocconeiformis</i>	DIPcoc	Rhaphoneidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Diploneis</i> sp	DIP	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Diploneis aestuari</i>	DIPaes	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Diploneis bombus</i>	DIPbom	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Diploneis caffra</i>	DIPcaf	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Diploneis crabro</i>	DIPcra	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Diploneis interrupta</i>	DIPint	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Diploneis puella</i>	DIPpue	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Diploneis suborbicularis</i>	DIPsub	Diploneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Ditylum brightwellii</i>	DITbri	Lithodesmiaceae	Lithodesmiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Encyonema</i> sp	ENC	Gomphonemataceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Entomoneis paludosa</i>	ENTpal	Entomoneidaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Epithemia gibba</i>	RHOgib	Rhopalodiaceae	Rhopalodiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Epithemia turgida</i>	EPItur	Rhopalodiaceae	Rhopalodiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Eucampia cornuta</i>	EUCcor	Biddulphiaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Eucampia zodiacus</i>	EUCzod	Biddulphiaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Eunotogramma laeve</i>	EUNlae	Anaulaceae	Anaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Eunotogramma marinum</i>	EUNmar	Anaulaceae	Anaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Eupodisceae</i>	EUP	Eupodisceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Eupodiscus radiatus</i>	EUPrad	Eupodisceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Fallacia</i> sp	FAL	Sellaphoraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Fallacia nummularia</i>	FALnum	Sellaphoraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Fragilaria</i> sp1	FRA1	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Fragilaria</i> sp2	FRA2	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Fragilaria capucina</i>	FRAcap	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Fragilaria hialina</i>	FRAhya	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Fragilaria striatula</i>	FRAstr	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Fragilariopsis atlantica</i>	FRAatl	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Giffenia cocconeiformis</i>	GIFcoc	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Gomphosphenia grovei</i>	GOMgro	Rhoicospheniaceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Glyphodesmis costatum</i>	GLYcos	Plagiogrammaceae	Plagiogrammales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Gomphonema</i> sp	GOM1	Gomphonemataceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Gomphonema</i> sp	GOM2	Gomphonemataceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Grammatophora macilenta</i>	GRAMac	Grammatophoraceae	Rhabdonematales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Grammatophora marina</i>	GRAMar	Grammatophoraceae	Rhabdonematales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Grammatophora oceanica</i>	GRAoce	Grammatophoraceae	Rhabdonematales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Grammatophora undulata</i>	GRAund	Grammatophoraceae	Rhabdonematales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Guinardia cylindrus</i>	GUlcyL	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Guinardia delicatula</i>	GUIdel	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Guinardia flaccida</i>	GUIfLa	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Guinardia striata</i>	GUIstr	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	GYRacu	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Gyrosigma balticum</i>	GYRbal	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Gyrosigma distortum</i>	GYRdis	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Gyrosigma eximium</i>	GYRexi	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Gyrosigma reversum</i>	GYRrev	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Gyrosigma tenuissimum</i>	GYRten	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Halamphora acutiuscula</i>	HALacu	Amphipleuraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Halamphora coffeaeformis</i>	HALcof	Amphipleuraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Halamphora cymbifera</i>	HALcym	Amphipleuraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Halamphora turgida</i>	HALtur	Amphipleuraceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Hantzschia amphioxys</i>	HANamp	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Hantzschia virgata</i>	HANvir	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Haslea wawriake</i>	HASwaw	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Helicotheca tamesis</i>	HELTam	Streptothecaceae	Briggerales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Hemiaulus hauckii</i>	HEMhau	Hemiaulaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Hemialus membranaceus</i>	HEMmem	Hemiaulaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Hemialus sinensis</i>	HEMSin	Hemiaulaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Isthmia enervis</i>	ISTene	Isthmiaceae	Hemiaulales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Lauderia annulata</i>	LAUann	Lauderiaceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Leptocylindrus danicus</i>	LEPdan	Leptocylindraceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Leptocylindrus minimus</i>	LEPmin	Leptocylindraceae	Chaetocerotales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Licmophora</i> sp1	LICabb	Licmophoraceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Licmophora abbreviata</i>	LIC1	Licmophoraceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Licmophora gracilis</i>	LICgrac	Licmophoraceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Licmophora splendida</i>	LICspl	Licmophoraceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Licmophora tenuis</i>	LICten	Licmophoraceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Lyrella clavata</i>	LYRcla	Lyrellaceae	Lyrellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Lyrella exsul</i>	LYRexs	Lyrellaceae	Lyrellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Lyrella irrorata</i>	LYRirr	Lyrellaceae	Lyrellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Lyrella lyra</i>	LYRlyr	Lyrellaceae	Lyrellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Manguinea rigida</i>	MANrig	Plagiotropidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Mastogloia</i>	MAS	Mastogloiaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Mastogloia erythraea</i>	MASery	Mastogloiaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Mastogloia lanceolata</i>	MASlan	Mastogloiaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Mastogloia pusilla</i>	MASpus	Mastogloiaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Mediopyxis helysia</i>	MEDhel	Bacillariophyceae	Bacillariophyceae	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Melosira lineata</i>	MELlin	Melosiraceae	Melosirales	Coccinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Melosira nummuloides</i>	MELnum	Melosiraceae	Melosirales	Coccinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula</i> sp2	NAV2	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Navicula</i> sp3	NAV3	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Navicula</i> sp4	NAV4	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula</i> sp5	NAV5	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula</i> sp6	NAV6	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Navicula arenicola</i>	NAVare	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula cancellata</i>	NAVcan	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula cincta</i>	NAVcin	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula directa</i>	NAVdir	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula elsoniana</i>	NAVels	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Navicula gregaria</i>	NAVgre	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Navicula lanceolata</i>	NAVlan	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula lineola</i>	NAVlin	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Navicula palpebralis</i>	NAVpal	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula pavillardii</i>	NAVpav	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Navicula pennata</i>	NAVpen	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Navicula scabriuscula</i>	NAVsca	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Neocalyptrella robusta</i>	NEOrob	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Neodelphineis silenda</i>	NEOsil	Rhaphoneidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Neohuttonia reichardtii</i>	NEOrei	Biddulphiaceae	Biddulphiales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia</i> sp1	NIT1	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia</i> sp2	NIT2	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia</i> sp3	NIT3	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia</i> sp4	NIT4	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia</i> sp5	NIT5	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia acicularis</i>	NITaci	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Nitzschia angularis</i>	NITang	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Nitzschia clausii</i>	NITcla	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia dissipata</i>	NITdis	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia dissipata var. media</i>	NITdiss	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia filiformis</i>	NITfil	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia frustulum</i>	NITfru	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia inconspicua</i>	NITinc	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Nitzschia lanceolata</i>	NITlan	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Nitzschia longissima</i>	NITlon	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia incurvata var. lorenziana</i>	NITlor	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia microcephala</i>	NITmic	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Nitzschia pellucida</i>	NITpel	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia recta</i>	NITrec	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Nitzschia reversa</i>	NITrev	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia rostellata</i>	NITrost	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Nitzschia rostrata</i>	NITros	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Nitzschia sigma</i>	NITsig	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	NITsigm	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Nitzschia spathulata</i>	NITspa	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Odontella sp</i>	ODO	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Odontella aurita</i>	ODOaur	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Odontella obtusa</i>	ODOobt	Staurosiraceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Odontidium</i>	ODON	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Opephora pacifica</i>	OPEpac	Staurosiraceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Opephora schwartzii</i>	OPEsch	Staurosiraceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Palmerina hardmaniana</i>	PALhar	Coscinodiscaceae	Coscinodiscales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Paralia sulcata</i>	PARsul	Paraliaceae	Paraliales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Parlibellus delognei</i>	PARdel	Berkeleyaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pauliella taeniata</i>	PAUtae	Anomooneidaceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Petroneis humerosa</i>	PETHum	Lyrellaceae	Lyrellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pinnularia</i> sp1	PIN1	Pinnulariaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Pinnularia</i> sp2	PIN2	Pinnulariaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pinnularia</i> sp3	PIN3	Pinnulariaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pinnularia rectangulata</i>	PINrec	Pinnulariaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pinnularia trevelyana</i>	PINtre	Pinnulariaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pinnunavis yarrensis</i>	PINyar	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Plagiodiscus nervatus</i>	PLAner	Surirellaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Plagiogramma confusum</i>	PLAcon	Plagiotropidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Plagiogramma</i>	PLA	Cymatosiraceae	Cymatosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i>	PLAvan	Cymatosiraceae	Cymatosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Plagiotropis lepidoptera</i>	PLAlep	Plagiotropidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Planktoniella sol</i>	PLAsol	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosigma</i> sp	PLE	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pleurosigma affine</i>	PLEaff	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosigma angulatum</i>	PLEang	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Pleurosigma elongatum</i>	PLEelo	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosigma formosum</i>	PLEfor	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Pleurosigma inflatum</i>	PLEinf	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pleurosigma intermedium</i>	PLEint	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosigma marinum</i>	PLEmar	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Pleurosigma normanii</i>	PLEnor	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pleurosigma pulchrum</i>	PLEpul	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pleurosigma rigidum</i>	PLErig	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosigma salinarum</i>	PLEsal	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Pleurosigma sigmoidea</i>	PLEsig	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosigma speciosum</i>	PLEspe	Pleurosigmataceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pleurosira laevis</i>	PLElae	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Podocystis adriatica</i>	PODadr	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Podosira stelligera</i>	PODste	Hyalodiscaceae	Melosirales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Proboscia alata</i>	PROala	Probosciceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Psammodictyon panduriforme</i>	PSApan	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Psammodiscus nitidus</i>	PSAnit	Psammodiscaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Pseudictyota reticulata</i>	TRIdic	Odontellaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	PSEdel	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i>	PSEpse	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	PSEpun	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	PSEser	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	PSEcal	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Ralfsiella smithii</i>	RALsmi	Eupodiscaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	RHAamp	Rhaphoneidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Rhaphoneis rombhus</i>	RHArho	Rhaphoneidaceae	Rhaphoneidales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Rhizosolenia</i> sp	RHI	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhizosolenia acuminata</i>	RHIacu	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	RHIcas	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Rhizosolenia Formosa</i>	RHIfor	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	RHIheb	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	RHIimb	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	RHIset	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	RHIsty	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Rhoicosigma</i> sp	RHO	Pleurosigmaaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Seminavis robusta</i>	SEMrob	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Skeletonema costatum</i>	SKEcos	Skeletonemataceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Stauroneis</i> sp	STA	Stauroneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Stauroneis acuta</i>	STAacu	Stauroneidaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Staurophora salina</i>	STAsal	Anomooneidaceae	Cymbellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Stausosira leptostauron</i>	STAlept	Stausosiraceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Stausosirella mutabilis</i>	STAmut	Stausosiraceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Striatella unipunctata</i>	STRuni	Striatellaceae	Striatellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Surirella reniformis</i>	SURren	Surirellaceae	Surirellales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Synedra</i> sp1	SYN1	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Synedra</i> sp2	SYN2	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Synedra pulchella</i> var. <i>flexella</i>	SYNpul	Fragilariaceae	Fragilariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Tabellaria flocculosa</i>	TABflo	Tabellariaceae	Tabellariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Tabularia fasciculata</i>	TABfas	Ulnariaceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Tetramphora decussata</i>	TETdec	Mastogloiaceae	Mastogloiales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	THAnit	Thalassionemataceae	Thalassionematales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Thalassiosira aestivalis</i>	THAaes	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	THAecc	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Thalassiosira gravida</i>	THAgra	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Thalassiosira nordeskioldii</i>	THAnor	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Thalassiosira subtilis</i>	THAsub	Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Thalassiothrix longissima</i>	THAlon	Thalassionemataceae	Thalassionematales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Toxarium undulatum</i>	TOXund	Toxariaceae	Toxariales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Trachyneis antillarum</i>	TRAant	Naviculaceae	Naviculales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Triceratium favus</i>	TRIfav	Triceratiaceae	Triceratiales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Triceratium gibbosum</i>	TRIgib	Triceratiaceae	Triceratiales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Triceratium reticulatum</i>	TRIret	Triceratiaceae	Triceratiales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Triceratium reticulum</i>	TRIreti	Triceratiaceae	Triceratiales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Triceratium robertsonianum</i>	TRIrob	Triceratiaceae	Triceratiales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Triceratium rivale</i>	TRIriv	Triceratiaceae	Triceratiales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Trieres mobiliensis</i>	TRImob	Parodontellaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Trieres regia</i>	TRIreg	Parodontellaceae	Eupodiscales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Tropidoneis sp</i>	TRO	Lithodesmiaceae	Lithodesmiales	Mediophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Tropidoneis longa</i>	TROlon	Lithodesmiaceae	Lithodesmiales	Mediophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Tryblionella sp</i>	TRY	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Tryblionella angustata</i>	TRYang	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Tryblionella circumscuta</i>	TRYcir	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Tryblionella coarctata</i>	TRYcoa	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Tryblionella compressa</i>	TRYcom	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Tryblionella navicularis</i>	TRYnav	Bacillariaceae	Bacillariales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta		X
<i>Ulnaria capitata</i>	ULNcap	Ulnariaceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Ulnaria ulna</i>	ULNuln	Ulnariaceae	Licmophorales	Bacillariophyceae	Bacillariophyta	X	X
<i>Urosolenia longiseta</i>	UROlon	Rhizosoleniaceae	Rhizosoleniales	Coscinodiscophyceae	Bacillariophyta	X	
<i>Diatomea 1</i>	DIA1	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta		X
<i>Diatomea 2</i>	DIA2	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta		X
<i>Diatomea 3</i>	DIA3	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta		X
<i>Diatomea 4</i>	DIA4	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta		X
<i>Diatomea 5</i>	DIA5	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta	Bacillariophyta		X
<i>Alexandrium ostensfeldii</i>	ALEost	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Alexandrium tamarensis</i>	ALEtam	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Amphidiniella</i> sp	AMPH	Gymnodiniaceae	Gymnodiniales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Amphidiniopsis</i> sp	AMPS	Protoperidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Amphidinium</i> sp	AMP	Amphidiniaceae	Amphidiniales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Amphidinium carterae</i>	AMPcar	Amphidiniaceae	Amphidiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Amphidinium lanceolatum</i>	AMPlan	Amphidiniaceae	Amphidiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Amphisolenia extensa</i>	AMPext	Amphisoleniaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Archaeperidinium minutum</i>	ARCmin	Protoperidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Azadinium caudatum</i>	AZAcau	Amphidomataceae	Dinophyceae	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Blepharocysta splendor-maris</i>	BLEspl	Podolampadaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Ceratocorys horrida</i>	CERhor	Protoceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Cladopyxis hemibrachiata</i>	CLAhem	Cladopyxidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Coolia monotis</i>	COOmon	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Cystodinium closterium</i>	CYSclo	Phytodiniaceae	Phytodinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Dinophysis acuminata</i>	DINacu	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Dinophysis caudata</i>	DINcau	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Dinophysis mucronata</i>	DINmuc	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Dinophysis operculata</i>	PHAOpe	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Dinophysis ovum</i>	DINovu	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Dissodinium pseudolumula</i>	DISpse	Pyrocystaceae	Pyrocystales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Diplopsalis lenticula</i>	DIPlen	Kolkwitziaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Exuviaella compressa</i>	EXUcom	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Gambierdiscus toxicus</i>	GAMtox	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Goniodoma sphaericum</i>	TRIsph	Thoracosphaeraceae	Thoracosphaerales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Gonyaulax clevei</i>	GONcle	Gonyaulacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Gonyaulax digitalis</i>	GONdig	Gonyaulacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Gonyaulax gracilis</i>	GONgra	Gonyaulacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Gonyaulax polygramma</i>	GONpol	Gonyaulacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Gonyaulax spinifera</i>	GONspi	Gonyaulacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Gymnodinium</i> sp	GYM	Gymnodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Gymnodinium cinctum</i>	GYMcin	Gymnodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Gymnodinium ochraceum</i>	GYMoch	Gymnodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	GYMube	Gymnodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Gyrodinium</i>	GYR	Gyrodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Gyrodinium crassum</i>	GYRera	Gyrodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Gyrodinium estuariale</i>	GYRest	Gyrodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	GYRfus	Gyrodiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Heterocapsa triquetra</i>	HETtri	Heterocapsaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Karenia brevis</i>	KARbre	Brachidiniaceae	Gymnodiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Kryptoperidinium foliaceum</i>	KRYfol	Kryptoperidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Levanderina fissa</i>	LEVfis	Dinophyceae	Dinophyceae	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Lingulodinium polyedra</i>	LINpol	Gonyaulacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Nematodinium armatum</i>	NEMarm	Warnowiaceae	Gymnodiniales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Noctiluca scintillans</i>	NOCsci	Noctilucaceae	Noctilucales	Noctilucopeyceae	Miozoa	X	
<i>Ornithocercus magnificus</i>	ORNmag	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Ornithocercus quadratus</i>	ORNqua	Dinophysaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Ostreopsis heptagona</i>	OSThep	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Ostreopsis lenticularis</i>	OSTlen	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Ostreopsis ovata</i>	OSTova	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Ostreopsis siamensis</i>	OSTsia	Ostreopsidaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Phalacroma doryphorum</i>	PHAdor	Oxyphysiaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Phalacroma favus</i>	PHAfav	Oxyphysiaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Phalacroma mitra</i>	PHAmit	Oxyphysiaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Phalacroma pugiunculus</i>	PHApug	Oxyphysiaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Phalacroma rapa</i>	PHArap	Oxyphysiaceae	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Preperidinium meunieri</i>	PREmeu	Diplopsalidaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Pronoctiluca pelagica</i>	PROpel	Protodiniferaceae	Noctilucales	Noctilucopeyceae	Miozoa	X	
<i>Prorocentrum</i> sp	PRO	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Prorocentrum balticum</i>	PRObal	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Prorocentrum dentatum</i>	PROden	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Prorocentrum emarginatum</i>	PROema	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Prorocentrum gracile</i>	PROgra	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Prorocentrum hoffmannianum</i>	PROhaf	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Prorocentrum lima</i>	PROlim	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Prorocentrum maculosum</i>	PROMac	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Prorocentrum micans</i>	PROmic	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Prorocentrum norrisianum</i>	PROnor	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Protoceratium reticulatum</i>	PROret	Protoceratiaceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Prorocentrum rhathymum</i>	PROrha	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Prorocentrum sabulosum</i>	PROsab	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Prorocentrum shikokuense</i>	PROshi	Prorocentraceae	Prorocentrales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium</i> sp	PROT	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium achromaticum</i>	PERacr	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium biconicum</i>	PRObic	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Protoferidinium bipes</i>	PRObip	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium brevipes</i>	PRObre	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium cerasus</i>	PROcer	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium conicum</i>	PROcon	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Protoferidinium crassipes</i>	PROcra	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium curtipes</i>	PROcur	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium decipiens</i>	PROdec	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium depressum</i>	PROdep	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium diabolus</i>	PROdia	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium divergens</i>	PROdiv	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protoferidinium excentricum</i>	PROexc	Protoferidiniaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Protopteridinium globulus</i>	PROglo	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium grande</i>	PROgra	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium granii</i>	PROgran	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium laticeps</i>	PROlat	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium latum</i>	PROlatu	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Protopteridinium leonis</i>	PROleo	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium oblongum</i>	PROobl	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium oceanicum</i>	PROoce	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium pallidum</i>	PROpal	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium pellucidum</i>	PROpel	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Protopteridinium punctulatum</i>	PROpun	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Protopteridinium pyriforme</i>	PROpyr	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium rectum</i>	PROrec	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium roseum</i>	PROros	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Protopteridinium sphaericum</i>	PROsph	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Protopteridinium steinii</i>	PROste	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Protopteridinium subpyriforme</i>	PROsub	Protopteridiniaceae	Peridinales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Pselodinium fusus</i>	CERfal	Ceratoperidiniaceae	Gymnodinales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Pyrocystis fusiformis</i>	PYRfus	Pyrocystaceae	Pyrocystales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Pyrocystis lanceolata</i>	PYRlan	Pyrocystaceae	Pyrocystales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Pyrocystis lunula</i>	PYRlun	Pyrocystaceae	Pyrocystales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Pyrocystis pseudonoctiluca</i>	PYRpse	Pyrocystaceae	Pyrocystales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Pyrocystis robusta</i>	PYRrob	Pyrocystaceae	Pyrocystales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Pyrophacus horologium</i>	PYRhor	Pyrophacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Pyrophacus steinii</i>	PYRste	Pyrophacaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Roscoffia capitata</i>	ROScap	Podolampadaceae	Peridiniales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Sinophysis ebriola</i>	SINebr	Dinophysiales	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Sinophysis grandis</i>	SINgra	Dinophysiales	Dinophysiales	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Scrippsiella acuminata</i>	SCRacu	Thoracosphaeraceae	Thoracosphaerales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Triadinium polyedricum</i>	TRIpol	Thoracosphaeraceae	Thoracosphaerales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Tripes aestuarius var. pavillardii</i>	TRIaes	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes azoricus</i>	TRIazo	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes brevis</i>	TRIbre	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes candelabrus</i>	TRIcan	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes carriensis</i>	TRIcar	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes concilians</i>	TRIcon	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes contortus</i>	TRIcont	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes declinatus</i>	TRIdec	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes deflexus</i>	TRIdef	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes dens</i>	TRIden	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes furca</i>	Trfur	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Tripes fusus</i>	TRIfus	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	X
<i>Tripes horridus</i>	TRIhor	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes karstenii</i>	TRIkar	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes kofoidii</i>	TRIkof	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes lineatus</i>	TRIliln	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes longinus</i>	TRIlong	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes longipes</i>	TRIlon	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Tripes macroceros</i>	TRImac	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes massiliensis</i>	TRImas	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes muelleri</i>	TRImue	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes palmatus</i>	TRIpal	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes pentagonus</i>	TRIPen	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes ranipes</i>	TRIran	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes sumatranus</i>	TRIsun	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes symmetricum</i>	TRIsym	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes trichoceros</i>	TRITri	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes tripodioides</i>	TRITrip	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Tripes vultur</i>	TRIVul	Ceratiaceae	Gonyaulacales	Dinophyceae	Miozoa	X	
<i>Dinoflagelado 1</i>	DIN1	Dinophyceae	Dinophyceae	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Dinoflagelado 2</i>	DIN2	Dinophyceae	Dinophyceae	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Dinoflagelado 4</i>	DIN4	Dinophyceae	Dinophyceae	Dinophyceae	Miozoa		X
<i>Anisonema acinus</i>	ANlaci	Anisonemidae	Anisonemida	Peranemea	Euglenozoa	X	X
<i>Euglena</i> sp	EUG	Euglenaceae	Euglenales	Euglenophyceae	Euglenozoa		X
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	EUTgym	Eutreptiaceae	Eutreptiales	Euglenophyceae	Euglenozoa	X	X
<i>Notosolenus ostium</i>	NOTost	Scytomonadidae	Petalomonadida	Euglenophyceae	Euglenozoa	X	X
<i>Phacus</i> sp	PHA	Phacaceae	Euglenales	Euglenophyceae	Euglenozoa	X	X
<i>Trachelomonas</i> sp	TRA	Euglenaceae	Euglenales	Euglenophyceae	Euglenozoa		X
<i>Petalomonas</i> sp	PET	Scytomonadidae	Petalomonadida	Euglenophyceae	Euglenozoa		X
<i>Chattonella marina</i>	CHAmar	Chattonellaceae	Chattonellales	Raphidophyceae	Ochrophyta		X
<i>Acutodesmus</i> sp	ACU	Scenedesmaceae	Sphaeropleales	Chlorophyceae	Chlorophyta		X
<i>Coelastrum</i> sp	COE	Scenedesmaceae	Sphaeropleales	Chlorophyceae	Chlorophyta		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Pyramimonadales</i>	PYR	Pyramimonadaceae	Pyramimonadales	Pyramimonadophyceae	Chlorophyta		X
<i>Anabaena</i> sp	ANA	Nostocaceae	Nostocales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Arthrospira</i> sp	ART	Microcoleaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Chroococcus</i> spp	CHRO	Chroococcaceae	Chroococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Gloeocapsa</i> sp	GLO	Microcystaceae	Chroococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Lyngbya</i> spp	LYN	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	X	X
<i>Merismopedia</i> sp	MER	Merismopediaceae	Synechococcales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Nostoc</i> spp	NOS	Nostocaceae	Nostocales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Oscillatoria</i> sp	OSC	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	X	X
<i>Phormidium</i> sp	PHO	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Rivularia</i> sp	RIV	Rivulariaceae	Nostocales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	X	
<i>Schizothrix</i> sp	SCH	Schizotrichaceae	Pseudanabaenales	Cyanophyceae	Cyanobacteria		X
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	TRITHi	Microcoleaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	X	X

Anexo 2. Lista de especies de animales planctónicos y bentónicos identificados en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
Acantharia	ACAN	Acantharia	Acantharia	Acantharia	Radiozoa	X	X
Tintínidos	TIN	Tintinnida	Choreotrichida	Oligotrichea	Ciliophora	X	X
<i>Codonellopsis bulbulus</i>	CODbul	Codonellopsidae	Choreotrichida	Oligotrichea	Ciliophora	X	X
<i>Undella</i> sp1	UND1	Undellidae	Choreotrichida	Oligotrichea	Ciliophora	X	X
<i>Undella</i> sp2	UND2	Undellidae	Choreotrichida	Oligotrichea	Ciliophora		X
<i>Undella hyalina</i>	UNDhya	Undellidae	Choreotrichida	Oligotrichea	Ciliophora		X
Foraminíferos	FOR	Foraminifera	Foraminifera	Foraminifera	Foraminifera	X	X
<i>Ammonia</i> sp	AMM	Ammoniididae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Baculogypsina sphaerulata</i>	BACsph	Calcarinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Candeina nitida</i>	CANnit	Candeinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Cenchridium globosum</i>	CENglo	Ellipsolagenidae	Lagenida	Foraminifera	Foraminifera	X	
<i>Cenchridium sphaerula</i>	CENSph	Ellipsolagenidae	Lagenida	Foraminifera	Foraminifera	X	X
<i>Globigerina</i> sp1	GLO1	Globigerinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera	X	X
<i>Globigerina</i> sp2	GLO2	Globigerinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Globigerina</i> sp3	GLO3	Globigerinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Globorotalia cf. menardii</i>	GLOBmen	Globorotaliidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Globorotalia cf. scitula</i>	GLOBsci	Globorotaliidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Globigerinidae</i>	FAMglo	Globigerinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Hyalinea balthica</i>	HYAbal	Planulinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Neogloboquadrina</i> sp1	NEO1	Globorotaliidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Neogloboquadrina</i> sp2	NEO2	Globorotaliidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Nonionellina</i> sp	NON	Nonionidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Orbulina universa</i>	ORBuni	Globigerinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Oridorsalis</i> sp	ORI	Alabaminidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Planulina</i> sp	PLAN	Planulinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Pulleniatina</i> sp	PUL	Pulleniatinidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
<i>Quinqueloculina</i> sp1	QUIN1	Hauerinidae	Miliolida	Tubothalamea	Foraminifera		X
<i>Quinqueloculina</i> sp2	QUIN2	Hauerinidae	Miliolida	Tubothalamea	Foraminifera		X
<i>Woodringina</i> spp	WOO	Guembelitrriidae	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 1	FOR1	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 2	FOR2	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 3	FOR3	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 4	FOR4	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 5	FOR5	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 6	FOR6	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 7	FOR7	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 8	FOR8	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 9	FOR9	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 10	FOR10	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 11	FOR11	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Foraminifero 12	FOR12	Rotaliida	Rotaliida	Globothalamea	Foraminifera		X
Ctenoforos	CTE	Ctenophora	Ctenophora	Ctenophora	Ctenophora	X	X
<i>Abylopsis eschscholtzii</i>	ABesc	Abylidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Abylopsis tetragona</i>	ABtet	Abylidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Bassia bassensis</i>	Babas	Abylidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Bougainvillia britannica</i>	BObri	Bouganvilliidae	Anthoathecata	Hydrozoa	Cnidaria	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Bougainvillia</i> sp	BOU	Bougainvilliidae	Anthoathecata	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Chelophyes appendiculata</i>	CHapp	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Clytia</i> sp	CLY	Campanulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Cunina</i> sp	CUN	Cuninidae	Narcomedusae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Diphyes bojani</i>	DIboj	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Diphyes chamissonis</i>	DIcha	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Diphyes dispar</i>	DIdis	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Eudoxoides spiralis</i>	EUspi	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Eutima mira</i>	EUMir	Eirenidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria	X	
Gelatinosos	CNI	Scyphozoa	Scyphozoa	Scyphozoa	Cnidaria	X	
Hidrozoos colonias	COLhid	Hydrozoa	Hydrozoa	Hydrozoa	Cnidaria		X
Larvas de anthozoos	LARan	Anthozoa	Anthozoa	Anthozoa	Cnidaria	X	X
<i>Lensia campanella</i>	LEcam	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Lensia cossack</i>	LEcos	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Liriope tetraphylla</i>	LItet	Geryoniidae	Trachymedusae	Hydrozoa	Cnidaria		X
<i>Muggiaea atlantica</i>	MUatl	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Muggiaea kochii</i>	MUKoc	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Nanomia bijuga</i>	NABij	Agalmatidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Obelia</i> sp	OBE	Campanulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
Colonia de hidrozoos (<i>Obelia</i> sp)	COhio	Campanulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria	X	X
<i>Rhizophysa filiformis</i>	RHfil	Rhizophysidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Rhopalonema velatum</i>	RHOvel	Rhopalonematidae	Trachymedusae	Hydrozoa	Cnidaria		X
<i>Solmaris</i> spp	SOL	Solmarisidae	Narcomedusae	Hydrozoa	Cnidaria	X	
<i>Solmundella bitentaculata</i>	SObit	Solmundaeginidae	Narcomedusae	Hydrozoa	Cnidaria	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
Larvas cifonauta	LARci	Larvas cifonauta	Larvas cifonauta	Larvas cifonauta	Bryozoa	X	X
Larvas de asteroideos	LARas	Asteroidea	Asteroidea	Asteroidea	Echinodermata	X	X
Larvas de equinodermos	LAReq	Echinodermata	Echinodermata	Echinodermata	Echinodermata	X	
Larvas pluteus	LARpl	Echinoidea	Echinoidea	Echinoidea	Echinodermata	X	X
Nemátodo	NEM	Nematoda	Nematoda	Nematoda	Nematoda		X
<i>Acartia (Acartia) danae</i>	ACdan	Acartiidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Acartia (Odontacartia) lilljeborgii</i>	AClil	Acartiidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Acartia (Acartia) negligens</i>	ACneg	Acartiidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Acartia</i> sp	ACA	Acartiidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Acartia (Acanthacartia) spinata</i>	ACspi	Acartiidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	ACton	Acartiidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Caligus</i> sp	CAL	Caligidae	Siphonostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Calocalanus pavo</i>	CApav	Paracalanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Candacia bipinnata</i>	CAbip	Candaciidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Candacia bispinosa</i>	CAbis	Candaciidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Candacia curta</i>	CAcur	Candaciidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Candacia elongata</i>	CAelo	Candaciidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Candacia pachydactyla</i>	CApac	Candaciidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Candacia</i> sp	CAN	Candaciidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
Canthocamptidae	FAcan	Canthocamptidae	Harpacticoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Centropages velificatus</i>	CEvel	Centropagidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Clausocalanus furcatus</i>	CLfur	Clausocalanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
Copepodito Oithonidae	COPoith	Oithonidae	Cyclopoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Copilia</i> sp	COP	Sapphirinidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Copilia mirabilis</i>	COMir	Sapphirinidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Corycaeus</i> spp	COR	Corycaeidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
Copepoditos	COP	Maxillopoda	Maxillopoda	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Distiocus minor</i>	MImin	Miraciidae	Harpacticoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Euchaeta marina</i>	EUmar	Euchaetidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Euchirella rostrata</i>	Euros	Aetideidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Euterpina acutifrons</i>	EUacu	Euterpinidae	Harpacticoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Farranula gracilis</i>	FAgra	Corycaeidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Labidocera aestiva</i>	LAaes	Pontellidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Labidocera</i> sp	LAB	Pontellidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
Larvas nauplios de copépodos	LARnco	Calanoida	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Macrosetella gracilis</i>	MAgra	Miraciidae	Harpacticoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Macrosetella</i> spp	Maspp	Miraciidae	Harpacticoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Mecynocera clausi</i>	Mecla	Paracalanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Mesocalanus</i> spp	MES	Calanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Miracia</i> sp	MIR	Miraciidae	Harpacticoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Oithona nana</i>	OITnan	Oithonidae	Cyclopoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Oithona</i> spp	OIT	Oithonidae	Cyclopoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Oncaea</i> spp	ONC	Oncaeidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Paracalanus aculeatus</i>	PAacu	Paracalanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Paracalanus quasimodo</i>	PAqua	Paracalanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Pareucalanus sewelli</i>	PAsew	Eucalidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	
<i>Pleuromamma gracilis</i>	PLgra	Metridinidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Rhincalanus cornutus</i>	RHcor	Rhincalanidae	Calanoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
Larvas de Clausidiidae	SAP	Clausidiidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Sapphirina angusta</i>	SAang	Sapphirinidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Sapphirina</i> sp	SAPN	Sapphirinidae	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Scolecithrix danae</i>	SCdan	Scolecitrichidae	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Subeucalanus crassus</i>	SUCra	Subeucalanidae	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Subeucalanus subtenuis</i>	SUsub	Subeucalanidae	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Subeucalanus</i> spp	SUB	Subeucalanidae	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Temora stylifera</i>	TEesy	Temoridae	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
<i>Temora turbinata</i>	TEtur	Temoridae	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
Calanoide	CAL	Calanoidea	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda		X
Copepodito	COP	Calanoidea	Calanoidea	Hexanauplia	Arthropoda		X
Harpacticoide	HAR	Harpacticoidea	Harpacticoidea	Hexanauplia	Arthropoda		X
Poecilostomatoide	POE	Poecilostomatoida	Poecilostomatoida	Hexanauplia	Arthropoda		X
<i>Carpias</i> sp	CAR	Janiridae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Isópodo	ISO	Isopoda	Isopoda	Hexanauplia	Arthropoda	X	X
Larvas cipris de cirripedos	LARcci	Cirripedia	Cirripedia	Maxillopoda	Arthropoda	X	X
Larvas nauplios de Cirripedios	LARnci	Cirripedia	Cirripedia	Maxillopoda	Arthropoda	X	X
<i>Evadne spinifera</i>	EVspi	Podonidae	Diplostraca	Branchiopoda	Arthropoda	X	X
<i>Penilia avirostris</i>	PENavi	Sididae	Diplostraca	Branchiopoda	Arthropoda	X	X
<i>Pseudevadne tergestina</i>	PSter	Podonidae	Diplostraca	Branchiopoda	Arthropoda	X	X
Anfipodo	ANF	Amphipoda	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
<i>Elaspmus</i> sp	ELA	Maeridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
<i>Hyale</i> sp	HYA	Hyalidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
<i>Hyperia</i> sp	HYP	Hyperiididae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda		X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
Cumáceos	CUM	Cumacea	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda	X	
Ostrácodos	OST	Ostracoda	Ostracoda	Ostracoda	Arthropoda	X	X
Larvas zoeas Estomatópodos	LARzest	Stomatopoda	Stomatopoda	Malacostraca	Arthropoda		X
Cangrejo	CAN	Decapoda	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda		X
Larvas de crustáceos (Familia Caridea)	LARcar	Caridea	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Larvas de crustáceos	LARdec	Larvas de crustáceos	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Larva megalopa	LMEG	Decapoda	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Larva de Porcellanidae	LARpor	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Larvas zoeas	LARzo	Decapoda	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
<i>Belzebub faxoni</i>	LUFax	Luciferidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Postlarva de camarón	POcam	Postlarva de camarón	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	X	X
Mysidáceo	MIS	Mysida	Mysida	Malacostraca	Arthropoda	X	X
<i>Atlanta sp</i>	ATL	Atlantidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca	X	X
Bivalvo	BIV	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia	Mollusca		X
Heterobranquio1	HET1	Heterobranchia	Heterobranchia	Gastropoda	Mollusca		X
Heterobranquio2	HET2	Heterobranchia	Heterobranchia	Gastropoda	Mollusca		X
<i>Fabella sp</i>	FAB	Sportellidae	Imparidentia	Bivalvia	Mollusca		X
Gastrópodo 1	GAS1	Gastropoda	Gastropoda	Gastropoda	Mollusca		X
Gastrópodo 2	GAS2	Gastropoda	Gastropoda	Gastropoda	Mollusca		X
Gastrópodo 3	GAS3	Gastropoda	Gastropoda	Gastropoda	Mollusca		X
Gastrópodo 4	GAS4	Gastropoda	Gastropoda	Gastropoda	Mollusca		X
Larvas de bivalvos	LARbi	Bivalvia	Bivalvia	Bivalvia	Mollusca	X	X
Larvas de gasterópodos	LARga	Gastropoda	Gastropoda	Gastropoda	Mollusca	X	X

Especie	Sigla	Familia	Orden	Clase	Phylum	Plancton	Bentos
<i>Limacina helicina</i>	LIMhel	Limacinidae	Pteropoda	Gastropoda	Mollusca	X	X
Pterópodos	PTE	Pteropoda	Pteropoda	Gastropoda	Mollusca	X	X
Phoronidae	PHO	Phoronidae	Phoronida	Phoronida	Phoronida		X
Larva poliqueto	LARpo	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Annelida	X	X
Oligoqueto	OLI	Clitellata	Clitellata	Clitellata	Annelida		X
<i>Tomopteris (Johnstonella)</i>						X	
<i>helgolandica</i>	TEhel	Tomopteridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida		
Poliqueto 1	POL1	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Annelida		X
Poliqueto 2	POL2	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Annelida		X
Poliqueto 3	POL3	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Annelida		X
Poliqueto 4	POL4	Polychaeta	Polychaeta	Polychaeta	Annelida		X
<i>Flaccisagitta enflata</i>	FLenf	Sagittidae	Aphragmophora	Sagittoidea	Chaetognata	X	X
<i>Parasagitta elegans</i>	PAele	Sagittidae	Aphragmophora	Sagittoidea	Chaetognata	X	
Quetognato 1	Q1	Sagittoidea	Sagittoidea	Sagittoidea	Chaetognata	X	X
Quetognato 2	Q2	Sagittoidea	Sagittoidea	Sagittoidea	Chaetognata	X	X
Quetognato 3	Q3	Sagittoidea	Sagittoidea	Sagittoidea	Chaetognata	X	X
Quetognato 4	Q4	Sagittoidea	Sagittoidea	Sagittoidea	Chaetognata	X	X
<i>Oikopleura (Coecaria) fusiformis</i>	OKfus	Oikopleuridae	Copelata	Appendicularia	Chordata	X	X
<i>Oikopleura (Vexillaria) rufescens</i>	Oiruf	Oikopleuridae	Copelata	Appendicularia	Chordata	X	X
<i>Oikopleura</i> spp	O1	Oikopleuridae	Copelata	Appendicularia	Chordata	X	X
<i>Doliolim</i> sp	DOL	Doliolidae	Doliolida	Thaliacea	Chordata	X	X
<i>Salpa</i> spp	SAL	Salpidae	Salpida	Thaliacea	Chordata	X	X
Huevos de pez	HUEpe	Actinopterygii	Actinopterygii	Actinopterygii	Chordata	X	X
Larvas de peces	LARpe	Larvas de peces	Larvas de peces	Larvas de peces	Chordata	X	X

Anexo 3. Lista de especies de macroalgas identificadas en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés

Especie	Familia	Orden	Clase	Phylum	
<i>Acrochaetium</i> sp	Acrochaetiaceae	Acrochaetiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Aglaothamnion boergesenii</i>	Callithamniaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Aglaothamnion uruguayense</i>	Callithamniaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Alsidium seaforthii</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Alsidium triquetrum</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	Lithophyllaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Amphiroa fragilissima</i>	Lithophyllaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Amphiroa cf. nodulosa</i>	Lithophyllaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Amphiroa rigida</i>	Lithophyllaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Amphiroa tribulus</i>	Lithophyllaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Anotrichium tenue</i>	Wrangeliaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Antithamnionella boergesenii</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Antithamnionella breviramosa</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Asparagopsis armata</i>	Bonnemaisoniaceae	Bonnemaisoniales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Audouinella</i> sp	Acrochaetiaceae	Acrochaetiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Botryocladia</i> sp	Rhodymeniaceae	Rhodymeniales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Botryocladia occidentalis</i>	Rhodymeniaceae	Rhodymeniales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Carradoriella denudata</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Centroceras gasparrinii</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Ceramium affine</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Ceramium brevizonatum</i> var. <i>caraibicum</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Ceramium cingulatum</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR

Especie	Familia	Orden	Clase	Phylum	
<i>Ceramium codii</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Ceramium cf. glanduliferum</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Ceramium luetzelburgii</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Ceramium vagans</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Champia parvula</i>	Champiaceae	Rhodymeniales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Champia vieillardii</i>	Champiaceae	Rhodymeniales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Chondria capillaris</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Chondria dangeardii</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Chondria leptacremon</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Chondria platyramea</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Chondriopsis dasyphylla f. pyrifer</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Coelothrix irregularis</i>	Champiaceae	Rhodymeniales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Corallina officinalis</i>	Corallinaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Crouania attenuata</i>	Callithamniaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Dasya sp</i>	Dasyaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Dasya rigidula</i>	Dasyaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Dichotomaria margi nata</i>	Galaxauraceae	Nemaliales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Dichotomaria obtusa</i>	Galaxauraceae	Nemaliales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Erythrotrichia carnea</i>	Erythrotrichiaceae	Erythropeltidales	Compsopogonophyceae	Rhodophyta	R
<i>Galaxaura rugosa</i>	Galaxauraceae	Nemaliales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Gayliella fimbriata</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Gayliella flaccida</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Gayliella mazoyerae</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Gayliella taylorii</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NRV
<i>Gayliella womersleyii</i>	Ceramiaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Gelidiella acerosa</i>	Gelidiellaceae	Gelidiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Gelidium pusillum</i>	Gelidiaceae	Gelidiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R

Especie	Familia	Orden	Clase	Phylum	
<i>Gracilaria damaecornis</i>	Gracilariaceae	Gracilariales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Gracilaria mammillaris</i>	Gracilariaceae	Gracilariales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Griffithsia globulifera</i>	Wrangeliaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Herposiphonia pecten-veneris</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Herposiphonia secunda</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Herposiphonia tenella</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Heterosiphonia crispella</i>	Dasyaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Hydrolithon farinosum</i>	Hydrolithaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Hypnea cervicornis</i>	Cystocloniaceae	Gigartinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Hypnea charoides</i>	Cystocloniaceae	Gigartinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Hypnea cornuta</i>	Cystocloniaceae	Gigartinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Hypnea pannosa</i>	Cystocloniaceae	Gigartinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Hypnea spinella</i>	Cystocloniaceae	Gigartinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	Delesseriaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Jania adhaerens</i>	Corallinaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Jania pumila</i>	Corallinaceae	Corallinales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Martensia pavonia</i>	Delesseriaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Melanothamnus ferulaceus</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Melanothamnus sphaerocarpus</i>	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Nitophyllum wilkinsoniae</i>	Delesseriaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Plocamium cartilagineum</i>	Plocamiaceae	Plocamiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Polysiphonia</i> spp	Rhodomelaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Pterocliadiella caerulescens</i>	Pterocliadiaceae	Gelidiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR

Especie	Familia	Orden	Clase	Phylum	
<i>Rhodymenia divaricata</i>	Rhodymeniaceae	Rhodymeniales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Sahlingia subintegra</i>	Erythrotrichiaceae	Erythropeltidales	Compsopogonophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Scinaia complanata</i>	Scinaiaceae	Nemaliales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Stylonema alsidii</i>	Stylonemataceae	Stylonematales	Stylonematophyceae	Rhodophyta	R
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	Galaxauraceae	Nemaliales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Wrangelia argus</i>	Wrangeliaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	R
<i>Wrangelia penicillata</i>	Wrangeliaceae	Ceramiales	Florideophyceae	Rhodophyta	NR
<i>Caulerpa ambigua</i>	Caulerpaceae	Bryopsidales	Ulvophyceae	Chlorophyta	NR
<i>Chaetomorpha</i> spp	Cladophoraceae	Cladophorales	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Chaetomorpha gracilis</i>	Cladophoraceae	Cladophorales	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Chaetomorpha linum</i>	Cladophoraceae	Cladophorales	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Cladophora laetevirens</i>	Cladophoraceae	Cladophorales	Ulvophyceae	Chlorophyta	NR
<i>Cladophora vagabunda</i>	Cladophoraceae	Cladophorales	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Codium</i> sp	Codiaceae	Bryopsidales	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Percursaria percursa</i>	Ulvaceae	Ulvaes	Ulvophyceae	Chlorophyta	NR
<i>Ulva chaetomorphoides</i>	Ulvaceae	Ulvaes	Ulvophyceae	Chlorophyta	NR
<i>Ulva lactuca</i>	Ulvaceae	Ulvaes	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Valonia ventricosa</i>	Valoniaceae	Cladophorales	Ulvophyceae	Chlorophyta	R
<i>Asteronema</i> sp	Asteronemataceae	Scytothamnales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Scytosiphonaceae	Ectocarpales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Dictyopteris delicatula</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Dictyopteris justii</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota bartayresiana</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Dictyota dichotoma</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota ciliolata</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R

Especie	Familia	Orden	Clase	Phylum	
<i>Dictyota crenulata</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota friabilis</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota hamifera</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota menstrualis</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota mertensii</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota pinnatifida</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Dictyota pulchella</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Hydroclathrus clathratus</i>	Scytosiphonaceae	Ectocarpales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Lobophora variegata</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Padina gymnospora</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Sargassum cf. acinarium</i>	Sargassaceae	Fucales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Sargassum filipendula</i>	Sargassaceae	Fucales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Sargassum hystrix</i>	Sargassaceae	Fucales	Phaeophyceae	Ochrophyta	NR
<i>Sargassum vulgare</i>	Sargassaceae	Fucales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Spatoglossum shroederi</i>	Dictyotaceae	Dictyotales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Sphacelaria</i> sp	Sphacelariaceae	Sphacelariales	Phaeophyceae	Ochrophyta	R
<i>Lyngbya</i> sp	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	R
<i>Lyngbya semiplena</i>	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	NR
<i>Phormidium</i> sp	Oscillatoriaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	NR
<i>Schizothrix</i> sp	Schizotrichaceae	Pseudanabaenales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	NR
<i>Symploca hydroides</i>	Microcoleaceae	Oscillatoriales	Cyanophyceae	Cyanobacteria	NR

R: reportada, **NR:** nuevo registro en el estado, **NRV:** nuevo registro en el país