

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA PESQUERA



DIVERSIDAD FITOPLANCTÓNICA EN EL ECOSISTEMA  
MARINO DE CERRO NEGRO Y CHÉRREPE,  
LA LIBERTAD - PERÚ 2017

**TESIS  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO  
PESQUERO**

AUTOR: Br. ANTHONY MIK OTONIEL RUIZ FERNANDEZ

ASESOR: Dr. LUIS ANGELO LUJAN BULNES

CO ASESOR: Blgo. Pesq. SANTOS E. ALFARO MUDARRA

TRUJILLO - PERÚ

2018

# **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

Dr. ORLANDO MOISES GONZALES NIEVES  
**RECTOR**




Dr. RUBÉN CÉSAR VERA VÉLIZ  
**VICERECTOR ACADÉMICO**

Dr. WEYDER PORTOCARRERO CÁRDENAS  
**VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN**

# **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Dr. FREDDY ROGGER MEJÍA COICO**  
**DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**Dr. MOISES EFRAÍN DÍAZ BARBOZA**  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**BIOLOGÍA PESQUERA**

**Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES**  
**DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO DE PESQUERÍA**

## DEDICATORIA

A la divinidad, por su protección y por mostrarme que todo es posible con paciencia, humildad y sabiduría.

A mis padres, Andres y Rosa por su ayuda incondicional, a quienes le debo todo en la vida.



A mis hermanos, Micael, Kelly y Diana por estar presentes en los momentos importantes y la ayuda en momentos difíciles.

A mi abuelita Vicenta, por los consejos, sus palabras de apoyo que permitieron nunca rendirme.

## AGRADECIMIENTO

Al Instituto del Mar del Perú sede Huanchaco por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

Al Blgo. Pesq. Roberto Anticona Castillo, Blgo. Pesq. César Marco Antonio Gutiérrez Díaz, Blga. Pesq. Lizet Noemi Martinez, Br. Kelly Janeth Paredes Avila, Br. Doris Carrillo Idrogo, Br. Herlinda Ysamar Cruz Gutiérrez, Br. Katherin Nicol Donet, Br. Virginia Rosario Cruz Vasquez y Br. Esteban Guillermo López Duran por el apoyo brindado a lo largo del desarrollo de la investigación.

Al Dr. Luis Angelo Lujan Bulnes y al Blgo. Pesq. Santos E. Alfaro Mudarra, por el tiempo, consejos y enseñanzas brindadas durante el desarrollo de mi tesis.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología Pesquera por sus enseñanzas y consejos para mi formación profesional, y a los profesionales del Instituto del Mar del Perú.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con las disposiciones vigentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, someto a vuestra consideración para que evalúe la tesis: Diversidad fitoplanctónica en el ecosistema marino de Cerro Negro y Chérrepe, La Libertad - Perú 2017, siendo uno de los requisitos para optar el título de Biólogo Pesquero.



Trujillo, febrero del 2018

---

Br. ANTHONY MIK OTONIEL RUIZ FERNANDEZ

# **JURADO DICTAMINADOR**

---

Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES

**PRESIDENTA**



---

Ms. C. GEINER MANUEL BOPP VIDAL

**SECRETARIO**

---

Dr. LUIS ANGELO LUJAN BULNES

**VOCAL**

## **APROBACIÓN**

Los profesores que suscriben, miembros del jurado dictaminador, declaran que la tesis titulada: Diversidad fitoplanctónica en el ecosistema marino de Cerro Negro y Chérrepe, La Libertad - Perú 2017, ha cumplido los requisitos formales y fundamentales siendo aprobada por unanimidad.

---

Dra. ALINA MABEL ZAFRA TRELLES

**PRESIDENTA**



---

Ms. C. GEINER MANUEL BOPP VIDAL

**SECRETARIO**

---

Dr. LUIS ANGELO LUJAN BULNES

**VOCAL**



## **DEL ASESOR**

El que suscribe, Dr. Luis Angelo Lujan Bulnes, asesor de la tesis titulada: Diversidad fitoplanctónica en el ecosistema marino de Cerro Negro y Chérrepe, La Libertad - Perú 2017. Certifica que ha sido desarrollo conforme a los objetivos planteados, el cual ha sido revisado y acoge las observaciones y sugerencias alcanzadas.

Por lo tanto, autorizo al Br. Anthony Mik Otoniel Ruiz Fernandez, continuar con el trámite correspondiente.



Trujillo, febrero del 2018

---

Dr. LUIS ANGELO LUJAN BULNES

## RESUMEN

Se da a conocer la diversidad fitoplanctónica en el ecosistema marino de Cerro Negro (8° 25' S y 78° 56' O) y Chérrepe (7° 12' S y 79° 41' O), La Libertad, Perú 2017, mediante el análisis de 60 muestras obtenidas mensualmente. Se determinó 101 especies de fitoplancton (58 Diatomeas, 41 Dinoflagelados y 2 Silicoflagelados) de mayo a octubre en ambas zonas. En Cerro Negro, se identificó 91 especies, con 55 Diatomeas, 34 Dinoflagelados y 2 Silicoflagelados, en Chérrepe con 87 especies, 49 diatomeas, 36 dinoflagelados y 2 Silicoflagelados. La densidad se determinó con el método cuantitativo en la cámara Sedgwick-Rafter, y fluctuó entre 3141 y 21464 x 10<sup>3</sup> Cel/L; y 3349 y 17675 x 10<sup>3</sup> Cel/L en Cerro Negro y Chérrepe, respectivamente. El índice de diversidad de Shannon-Wiener osciló entre 0.908 y 1.180 bits/ind, el índice de similitud de Bray Curtis fue superior del 85.00 % y el índice de equidad de Pielou registró valores menores de 0.8, en las zonas estudiadas.

**Palabras claves:** Diversidad, índices, Diatomeas, Dinoflagelados, Silicoflagelados.

## ABSTRACT

The phytoplankton diversity in the marine ecosystem of Cerro Negro (8° 25' S and 78° 56' W) and Chérrepe (7° 12' S and 79° 41' W), La Libertad, Perú 2017, through the analysis of 60 samples obtained monthly. 101 species of phytoplankton were determined (58 Diatoms, 41 Dinoflagellates and 2 Silicoflagellates) from May to October in both zones. In Cerro Negro, 91 species were identified, with 55 Diatoms, 34 Dinoflagellates and 2 Silicoflagellates, in Chérrepe with 87 species, 49 diatoms, 36 dinoflagellates and 2 Silicoflagellates. The density was determined with the quantitative method in the Sedgwick-Rafter chamber, and fluctuated between 3141 and 21464 x 10<sup>3</sup> Cel / L; and 3349 and 17675 x 10<sup>3</sup> Cel / L in Cerro Negro and Chérrepe, respectively. The Shannon-Wiener diversity index ranged between 0.908 and 1.180 bits / ind, the Bray Curtis similarity index was higher than 85.00% and the Pielou equity index registered values under 0.8, in the areas studied.

**Keywords:** Diversity, indexes, Diatoms, Dinoflagellates, Silicoflagellates.

# ÍNDICE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.....	II
AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
JURADO DICTAMINADOR.....	VII
APROBACIÓN.....	VIII
DEL ASESOR.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
ÍNDICE.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
RESULTADOS.....	13
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
ANEXOS.....	45



## INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica o biodiversidad se entiende por la variedad de organismos vivos. La biodiversidad se encuentra en todas partes, como en los ecosistemas terrestres y acuáticos. La diversidad acuática marina ocupa mayor espacio que la terrestre, esto debido a que los océanos cubren dos tercios de la superficie terrestre. Sin embargo, los ecosistemas marinos y la diversidad concentrada ahí no ha sido del todo explorado (Omland 2011).

De acuerdo con Blasco (1971) la Corriente de Humboldt es un sistema de alta surgencia y gran productividad biológica, forma parte de la dinámica de ecosistemas marinos en el Perú. Las aguas costeras peruanas presentan una extraordinaria riqueza en fitoplancton que, a su vez, alimentan a la población de peces convirtiendo a una región de gran interés económico pesquero. A pesar de que estas aguas han sido durante los últimos años objeto casi constante de estudio, muy poca es la información publicada sobre el fitoplancton de la costa peruana.

Sánchez y Zambrano (2008) definen al plancton como un conjunto heterogéneo de organismos que viven en suspensión en las aguas de los océanos, lagos, estanques y ríos. Como son incapaces de moverse, o a lo sumo realizan movimientos erráticos, están a merced de las corrientes y de las olas.

Los organismos marinos que conforman el plancton están divididos en plantas y animales, denominados fitoplancton y zooplancton, respectivamente. El fitoplancton está constituido por un grupo de organismos microscópicos, denominados microalgas. Las formas fitoplanctónicas más numerosas son las diatomeas, plantas unicelulares que se multiplican muy rápidamente y siguen los dinoflagelados. Son los constituyentes principales del fitoplancton y verdaderos productores marinos (Zuta y Guillen, 1970).

Desde el punto de vista sistemático está integrado por muy diversos grupos: diatomeas, heterocontas, cianofíceas, escasas clorofíceas y un conjunto de organismos flagelados: dinoflagelados, silicoflagelados, cocolitofóridos, crisomonádidos, euglénidos. Por su importancia cuantitativa los grupos principales son las diatomeas, los dinoflagelados, los cocolitofóridos y en ciertas ocasiones las cianofíceas (Balech y Ferrando, 1964).

Zeitzschel (1978) menciona que los organismos fitoplanctónicos, en su gran mayoría son autótrofos, fijando la energía solar para realizar la fotosíntesis, utilizando dióxido de carbono y nutrientes. Todos estos autótrofos contienen pigmentos fotosintéticos como clorofilas y carotenoides.

El fitoplancton es responsable de muchos e importantes procesos que hacen que la tierra sea como es. Así, el nivel de oxígeno (O<sub>2</sub>) atmosférico es debido en gran medida a la actividad fotosintética del fitoplancton marino, y del relativamente bajo nivel de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico. Durante la fotosíntesis, el fitoplancton extrae CO<sub>2</sub> del agua para sintetizarla, crea un déficit de este gas disuelto en la masa de agua oceánica. Por otro lado, la atmósfera cede parte de su CO<sub>2</sub> al océano hasta devolver el equilibrio al sistema, con lo que el nivel de CO<sub>2</sub> atmosférico, es controlado (Pardo y Camara, 2004)

Sánchez y Zambrano (2008) mencionan que la importancia del fitoplancton es evidente, ya que la Tierra está compuesta por tres cuartas partes de agua. El 95% de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton, este constituye la base de la pirámide alimenticia o primer eslabón de la cadena trófica en el ecosistema marino. Representa un factor decisivo, ya que las modificaciones en sus patrones de distribución, composición y tamaño de células, repercutiría en el rendimiento y en la densidad poblacional de los principales recursos pelágicos (Sánchez, 1996).

El fitoplancton se encuentra distribuido a lo largo de la costa. Dentro del aspecto cuantitativo los grupos más importantes en la estructura de la comunidad fitoplanctónica son las Diatomeas, Dinoflagelados y los Cocolitoforidos. La distribución del fitoplancton cambia durante el año, dependiendo de las condiciones ambientales y de las diferentes masas de agua que dominan en la región (Delgado, 1995).

Según Calienes et al. (1985) el ciclo estacional del fitoplancton comienza en primavera cuando el régimen local de luz mejora. Las concentraciones de clorofila alcanzan su máximo a mediados de verano y comienzo de otoño decreciendo en invierno. De esta variabilidad en la abundancia resulta una correlación estacional negativa con los nutrientes en verano e invierno.

Verdugo (1997) indica que la dominancia total de las diatomeas sobre los demás grupos fitoplanctónicos se ven favorecidas durante la temporada fría. Mientras que los dinoflagelados incrementan tanto en abundancia como en número de especies durante los meses cálidos. Los géneros más importantes de las diatomeas son *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, y *Nitzschia*. Los dinoflagelados son representados principalmente por especies de los géneros *Protoperidinium*, *Ceratium* y *Prorocentrum*; mientras que dentro de los silicoflagelados el género *Dictyocha*.

Sánchez et al. (2004); Sánchez y Jacobo (2008) y Delgado y Chang (2008) determinan que las diatomeas fueron las predominantes en el mar peruano durante el invierno del 2001, 2004 y 2005 y fueron las siguientes: *Skeletonema costatum*, *Guinardia fláccida*, *Thalassiosira angulata*, *Licmophora abbreviata*, *Chaetoceros lorenzianus*, *C. didymus*, *C. debilis*, *Coscinodiscus perforatus*, *Thalassiosira rotula* y *Ditylum brightwellii*. Los dinoflagelados estuvieron representados por *Protoperidinium depressum*, *P. crassipes*, *P. pentagonum*, *C. furca*, *C. tripos*, *Gonyaulax polygramma* y *Prorocentrum micans*.

Sánchez y Villanueva (1999) encuentran desde Isla de Lobos de Tierra y Morro Sama predominio de las diatomeas en toda el área de muestreo durante la primavera, y Sánchez et al. (1988) lo reportaron durante el invierno en bahía Independencia, caracterizándose por la presencia y abundancia de especies de afloramiento.

Ochoa y Gómez (1988) determinan que las mayores concentraciones de fitoplancton se encuentran cerca a la costa entre los 0 y 25 m de profundidad. Las Diatomeas son el grupo más importante en el fitoplancton nerítico, asociado a aguas costeras frías, los Cocolitoforidos y Microflagelados fueron dominantes lejos de la costa, asociados a aguas subtropicales superficiales. Las mayores abundancias de fitoplancton se encontraron en la primavera y otoño; y la menor en invierno.

Ochoa y Tarazona (2003) registran la variación temporal a pequeña escala de la comunidad fitoplanctónica costera en una estación fija en Bahía Independencia, donde las diatomeas fueron el principal componente de la comunidad fitoplanctónica y estuvieron relacionadas con el total de fitoplancton. Otros grupos tales como los dinoflagelados, cocolitofóridos, Silicoflagelados y Microflagelados fueron de menor importancia.

Castro et al. (2007) indican que a inicios de verano y primavera se incrementa el afloramiento costero y las comunidades fitoplanctónicas se caracterizaron por fluctuaciones en la dominancia de algunas especies en puerto Malabrigo. Especies de afloramiento dominaron en agosto, septiembre y octubre.

Rodríguez (2015) encontró en la caleta La Cruz un total de 182 especies de fitoplancton (103 Diatomeas, 75 Dinoflagelados, 3 Silicoflagelados y 1 fitoflagelado), siendo los géneros Chaetoceros y Protoperidinium los más representante. Con respecto a la diversidad, el índice de Shanon-Wiener ( $H'$ ) obtuvo rangos entre 2,972 bits/ind y 4,963 bits/ind; mientras que Ruiz (2014) registró 41 especies de fitoplancton (30 diatomeas, 10



dinoflagelados y 1 crisofita) en el Puerto de Salaverry de abril a setiembre del 2014. Y la diversidad osciló entre 2,485 y 2,561 bits/ind.

El fitoplancton durante el año sufre cambios, dependiendo de las condiciones ambientales, por ende, la composición y dominancia del fitoplancton cambia con la distancia de la costa (Ochoa y Gómez, 1988). Por lo tanto, el conocimiento que se tiene sobre el fitoplancton marino es aún incompleto y no existe publicación sobre la diversidad fitoplanctónica en el mar peruano. Ochoa et al. (1999) mencionan que las primeras investigaciones sobre diatomeas y dinoflagelados, fueron realizadas por Landa (1953), Barreda (1957) y Rojas De Mendiola (1958) en aguas someras y de manera local.

Para el litoral de la región La Libertad, los estudios de fitoplancton son pobres. En particular para las zonas de Cerro Negro y Chérrepe, donde se ejerce la pesca artesanal. No existe reporte sobre la composición cualitativa y cuantitativa del fitoplancton superficial, y más aún por el hecho que la presencia fitoplanctónica es más rica cerca de la costa y en aguas superficiales (Zuta y Guillen, 1970).


El fitoplancton, constituye un factor determinante dentro de los procesos biológicos marinos del ecosistema. Es el productor primario que sustenta la cadena trófica. Estos microorganismos sustentan en gran parte a la pesquería del territorio nacional, cumpliendo el papel de alimento para especies y recursos filtradores, como algunos peces e invertebrados que son utilizados para el consumo humano. Su continuo estudio conlleva a una mejor comprensión de su distribución, composición y variación. Es por ello, que el interés científico debe ser cada vez creciente; ya que, permitirá conocer mejor el funcionamiento del ecosistema y sus recursos. En tal sentido, el principal objetivo de esta investigación es determinar la diversidad fitoplanctónica en el ecosistema marino de Cerro Negro y Chérrepe.

# MATERIAL Y MÉTODOS

## 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estudio se realizó en el ecosistema marino de Cerro Negro y Chérrepe. Cerro Negro está ubicada al sur de Trujillo a 8° 25' 50'' S y 78° 56' 30'' O. Chérrepe se ubica al Norte de Trujillo, frontera con el departamento de Lambayeque, a 7° 12' 45'' S y 79° 41' 35'' O, ambas zonas se encuentran localizadas en el departamento La Libertad y se caracterizan por tener gran importancia socio-económica dando lugar a la pesca artesanal e industrial. Se determinaron cinco estaciones de muestreo en ambas zonas (Tabla 1, Figuras 1 y 2) que fueron georreferenciadas con la Ecosonda GARMIN 421S, señaladas a continuación:

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones en el ecosistema marino de Chérrepe y Cerro Negro.



Zonas	Estaciones	Latitud Sur			Longitud Oeste		
		(°)	(')	('')	(°)	(')	('')
Chérrepe	1	7	12	51.12	79	39	41.07
	2	7	12	18.11	79	40	48.24
	3	7	12	46.99	79	41	34.19
	4	7	11	29.18	79	41	26.53
	5	7	11	8.55	79	42	33.11
Cerro Negro	1	8	28	13.04	78	54	39.78
	2	8	27	59.05	78	56	58.72
	3	8	25	57.36	78	56	24.26
	4	8	26	0.58	78	58	0.09
	5	8	24	40.89	78	59	20.87

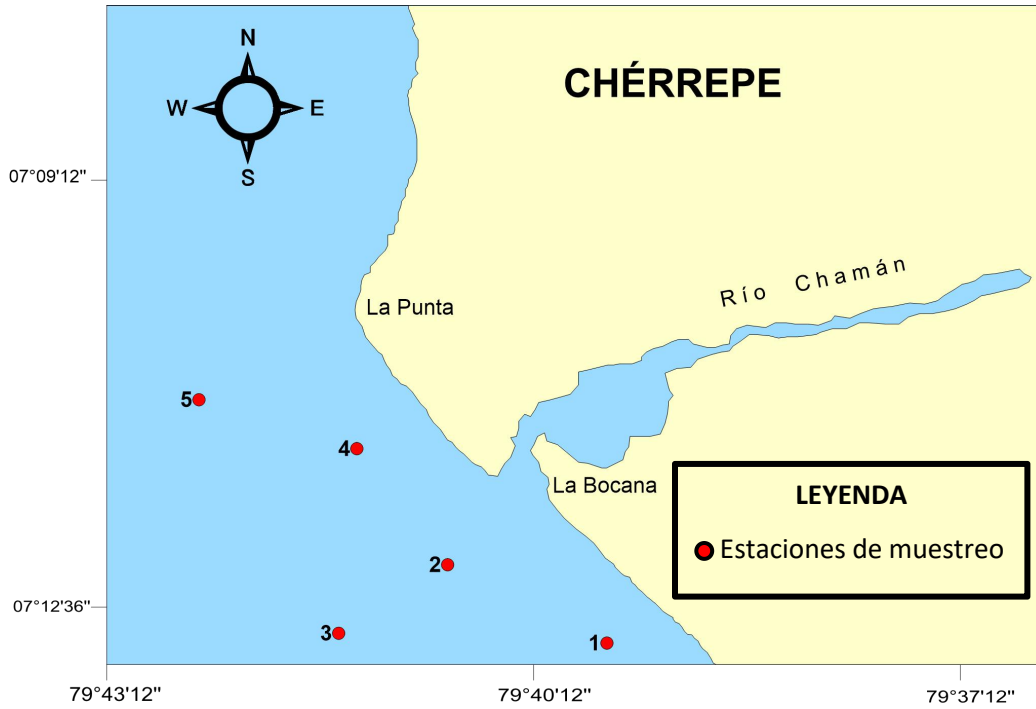


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la zona de Chérrepe.

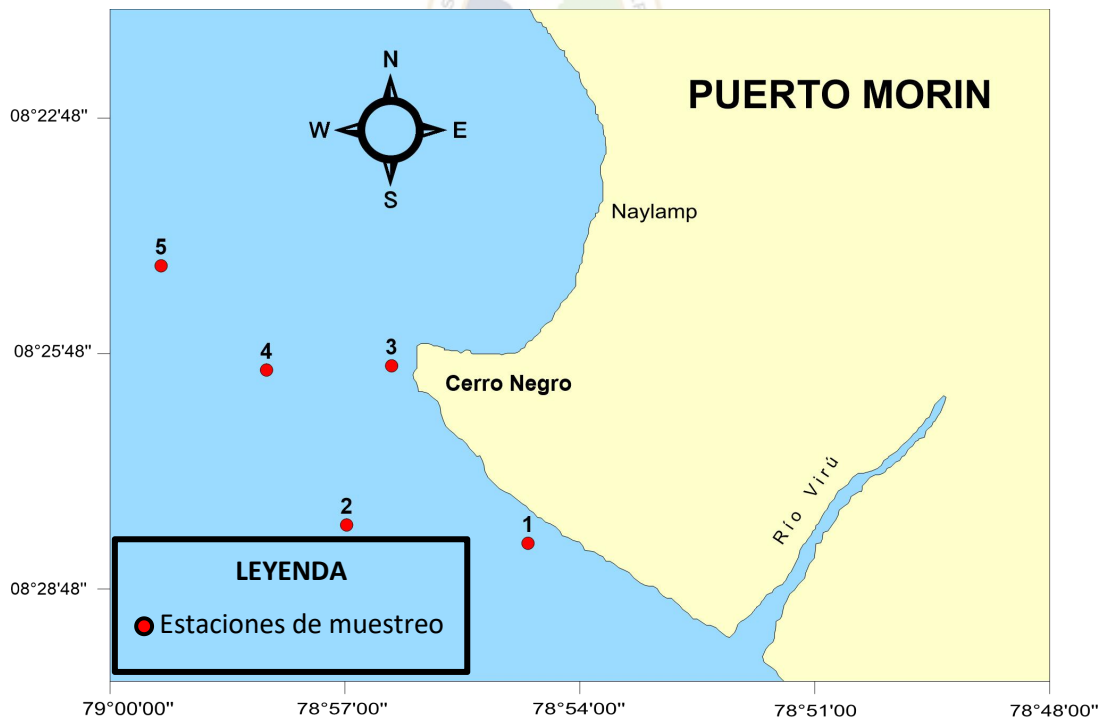


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la zona de Cerro Negro

## 2. RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

La recolección de la muestra se realizó con periodicidad mensual de mayo a octubre del 2017. Se utilizó la embarcación del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), “Don Paco”, de 2 TM de capacidad con motor fuera de borda (Figura 3). El muestreo se llevó a cabo solo a nivel superficial, se efectuaron arrastres superficiales con red estándar de 75  $\mu$ m de abertura durante 5 minutos a una velocidad de 3 nudos, recomendado por la UNESCO (1981), las muestras se conservaron con formalina al 10% (Thröndsen, 1978) en frascos de polietileno de 200 ml de capacidad y adicionalmente se colocaron datos para su identificación como: zona de estudio, estación y fecha (Figura 4). Luego las muestras fueron trasladadas al laboratorio de biología de IMARPE para su posterior análisis (cualitativo y cuantitativo). Cada muestra se sedimentó por 24 horas y luego se le extrajo parte del sobrenadante, con el fin de obtener una muestra de 150 mL (Quispe, 2003).



Figura 3. Embarcación del IMARPE “Don Paco” utilizada en la investigación.



Figura 4. Recolección de la muestra en frascos de polietileno y conservación.

### 3. ANÁLISIS CUALITATIVO

La determinación cualitativa del fitoplancton se realizó con el método directo de observación microscópica. El microscopio LEICA epifluorescente utilizado estuvo equipado de un sistema microfotográfico para su captura fotográfica y consulta. De la muestra se retiró una sub muestra concentrada y homogenizada para la identificación de las especies. En la determinación taxonómica se utilizó claves especializadas como la de Cupp (1943), Newell (1963), Steidinger y Williams (1970), Balech (1988), Tomas (1997), Al-Kandari et al. (2009), Dimar-CIOH (2011), Espinoza et al. (2013) y Deuk et al. (2014). Este procedimiento se repitió de 3 hasta determinar la totalidad de especies fitoplanctónicas presente (Lujan, 2015). La actualización del nombre de la especies se consultó en internet por el Consejo Editorial de Worms (2018), y Guiry y Guiry (2018) (Algae Base).

#### 4. ANÁLISIS CUANTITATIVO

El recuento del fitoplancton se realizó utilizando la cámara Sedgwick-Rafter (S-R) de 1 mL de capacidad con base cuadrículada (Figura 5). Se extrajo 1 mL de muestra del volumen final de 150 mL, previamente homogenizada; con una micropipeta Pasteur se procedió a cargar la cámara lentamente girando el cubreobjetos. Para este análisis cuantitativo se utilizó el microscopio óptico epifluorescente LEICA siguiendo las recomendaciones establecidas en los métodos estandarizados (Reguera et al. 2011).



Figura 5. Cámara de Sedgwick-Rafter (1mL)

#### 5. PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS

Durante la recolección de la muestra se efectuó la medición de parámetros oceanográficos en superficie. La temperatura superficial del mar (TSM) se obtuvo con un termómetro de mercurio. La muestra de agua se colectó con un balde de 8 L para el oxígeno. La determinación de oxígeno disuelto se realizó por el método Winkler *in situ*. La salinidad se realizó *in situ* con el CTD (Conductivity, temperature and depth) y luego se obtuvo los datos en el laboratorio en el programa propio del instrumento. Además se realizó la medida de transparencia con disco de Secchi.

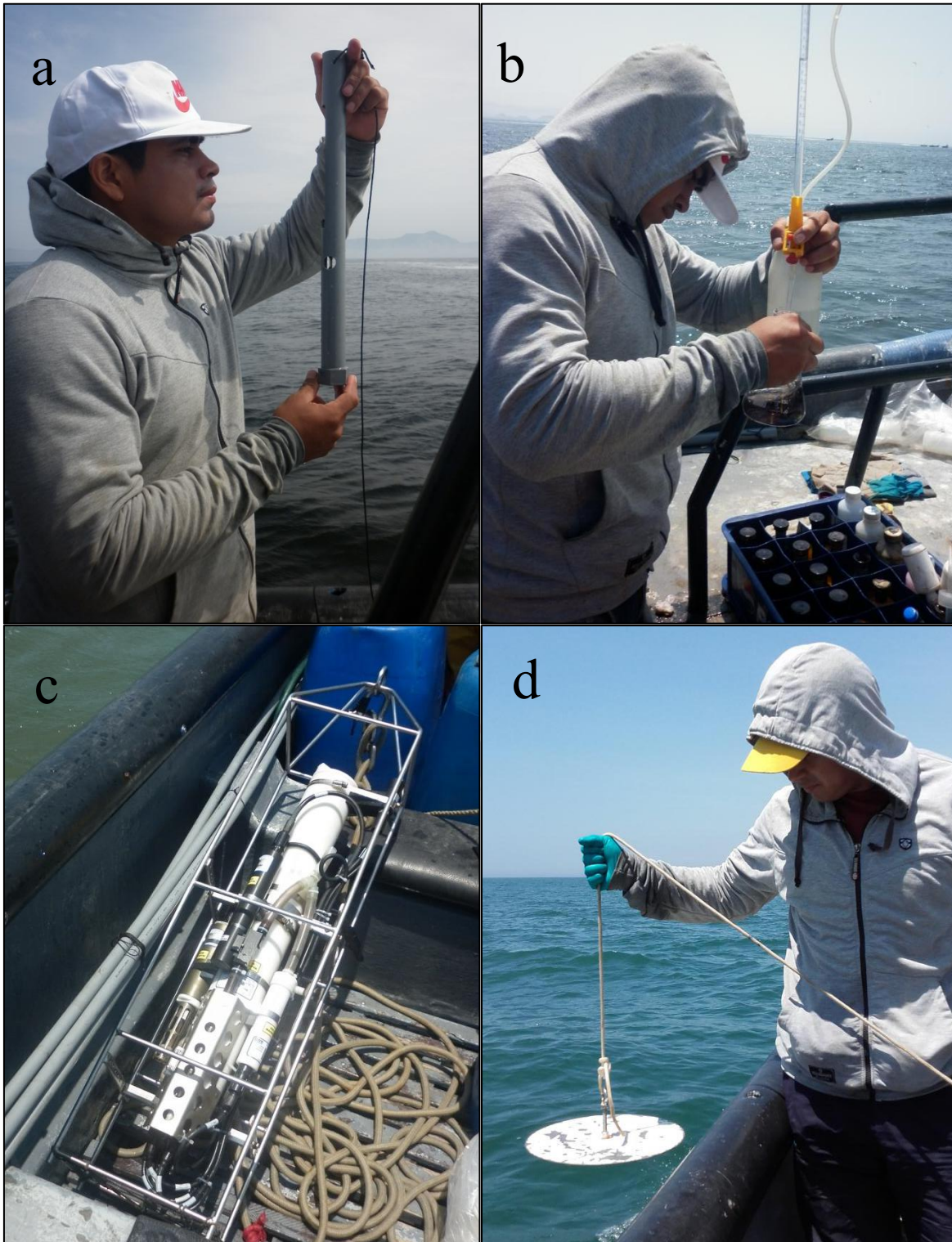


Figura 6. Obtención de datos de parámetros oceanográficos: a) Temperatura con el termómetro de mercurio, b) Oxígeno con el método de Winkler, c) Salinidad con el CTD y d) Transparencia con el disco de Secchi.

## 6. PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de los datos obtenidos se tabuló en Microsoft Excel 2010, y se determinó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) y el grado de similitud de Bray-Curtis, con el programa PRIMER 6.0.

## 7. INDICES DE DIVERSIDAD

### ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA

- **Índice de Shannon – Wiener ( $H'$ )**. Se expresa con la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

$p_i$ : proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ )

- **Índice de equidad de Pielou ( $J'$ )**. Se expresa con la siguiente ecuación:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

### ÍNDICE DE DIVERSIDAD BETA

- **Índice de Similitud de Bray-Curtis**

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{jk}|}{\sum_{i=1}^S |X_{ij} + X_{jk}|}$$

Dónde:

$B$  = Medida de Bray-Curtis entre las muestras  $j$  y  $k$ .

$X_{ij}$  = Número de individuos de la especie  $i$  en la muestra  $j$ .

$X_{ik}$  = Número de individuos de la especie  $i$  en la muestra  $k$ .

$S$  = Número de especies.



## RESULTADOS

Se determinó 101 especies de fitoplancton (58 Diatomeas, 41 Dinoflagelados y 2 Silicoflagelados) entre los meses de mayo y octubre en ambas zonas de estudio, Cerro Negro y Chérrepe (Figura 7).

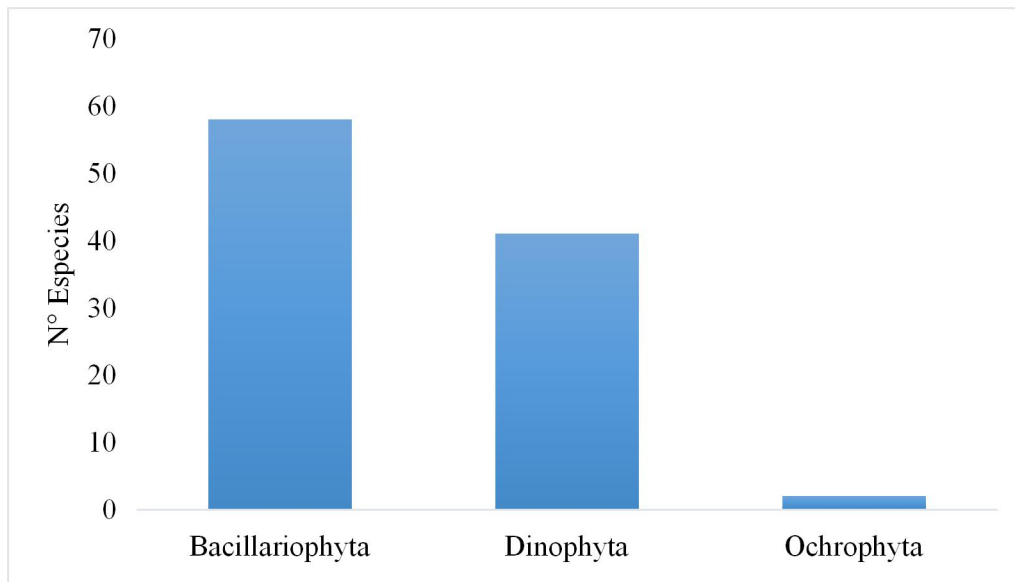


Figura 7. Número de especies registradas de mayo a octubre del 2017.

En Cerro Negro se identificó 91 especies: 55 Diatomeas, 34 Dinoflagelados y 2 Silicoflagelados. Setiembre presentó mayor diversidad que todos los meses, con 72 especies fitoplanctónicas; junio, de lo contrario, presentó 46 especies, siendo el mes con menor diversidad de especies (Tabla 2). Las diatomeas fue la división imperante durante los meses de estudio, seguido de los dinoflagelados (Figura 8).

Tabla 2. Número de especies por división taxonómica en Cerro Negro de mayo a octubre.

Meses	Cerro Negro			Total
	Diatomeas	Dinoflagelados	Silicoflagelados	
Mayo	30	15	2	47
Junio	35	9	2	46
Julio	32	19	2	53
Agosto	36	19	1	56
Setiembre	48	22	2	72
Octubre	45	20	2	67

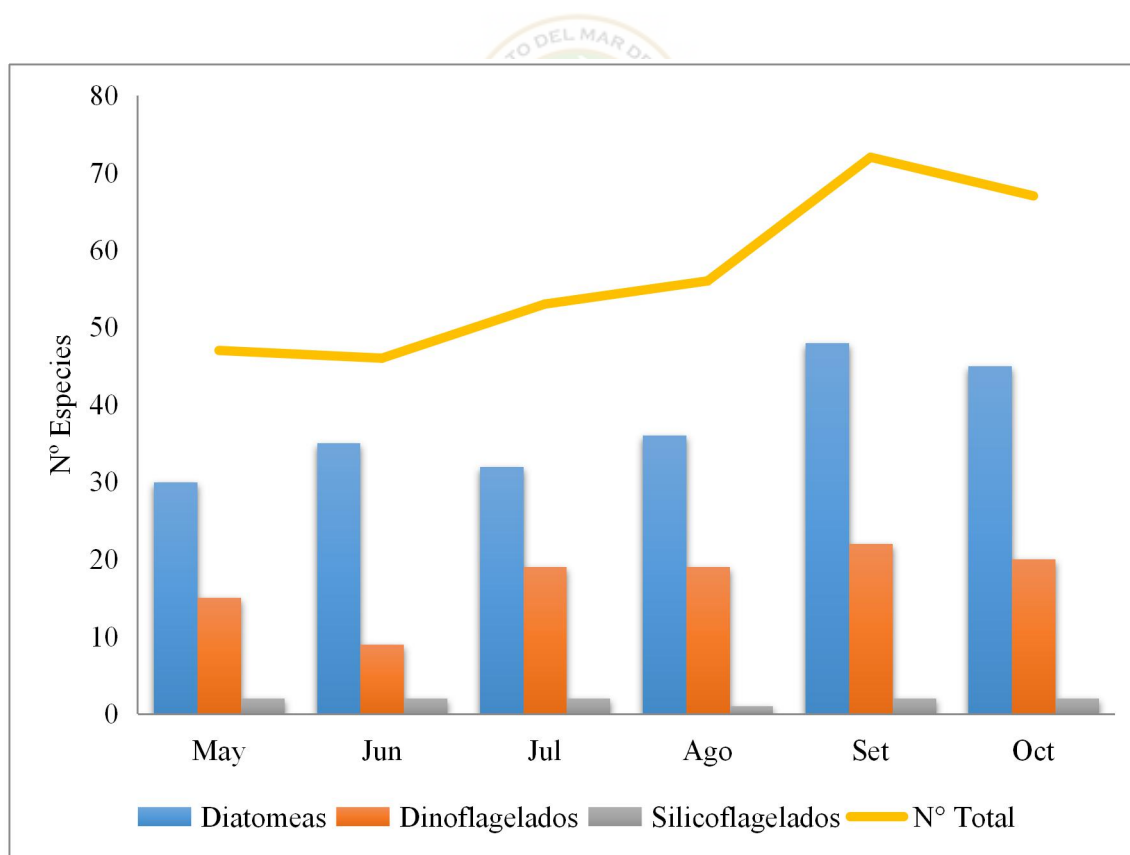


Figura 8. Número de especies por división taxonómica de Cerro Negro.

En Chérrepe se identificó 87 especies fitoplanctónicas y estuvo conformado por 49 Diatomeas, 36 Dinoflagelados y 2 Silicoflagelados. En octubre obtuvo la mayor presencia con 61 especies de fitoplancton; mayo, fue el mes que presentó menor cantidad de especies, 46 ejemplares de fitoplancton (Tabla 3). Las diatomeas, fue el género más representativo con mayor aparición durante los meses de estudio, le sigue los dinoflagelados (Figura 9).

En comparación de los microorganismos fitoplanctónicos reportados en Chérrepe y Cerro Negro, en esta última zona se identificó mayor cantidad de especies durante los meses de muestreo, mientras que Chérrepe empezó a tener mayor presencia fitoplanctónica en octubre (Figura 10).

Tabla 3. Número de especies por división taxonómica en Chérrepe de mayo a octubre.

Meses	Chérrepe			Total
	Diatomeas	Dinoflagelados	Silicoflagelados	
Mayo	23	11	0	34
Junio	26	15	0	41
Julio	35	13	1	49
Agosto	25	15	0	40
Setiembre	30	12	3	45
Octubre	32	27	2	61

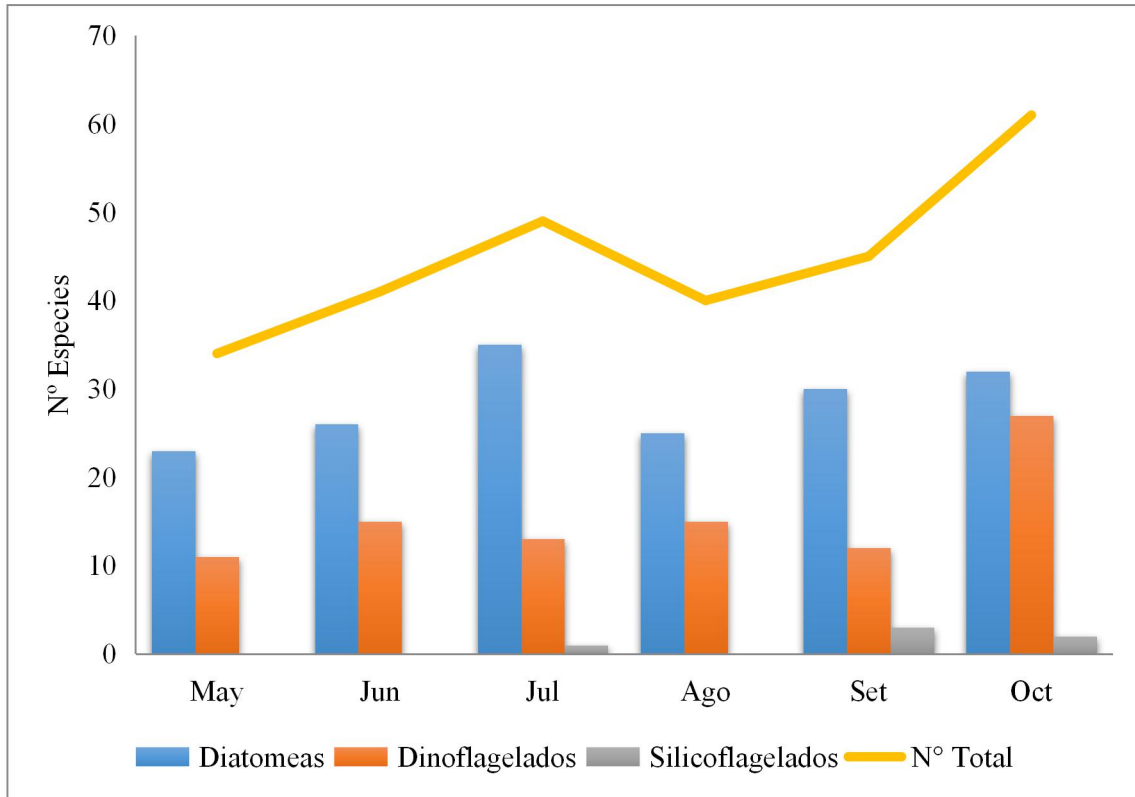


Figura 9. Número de especies por división taxonómica de Chérrepe.

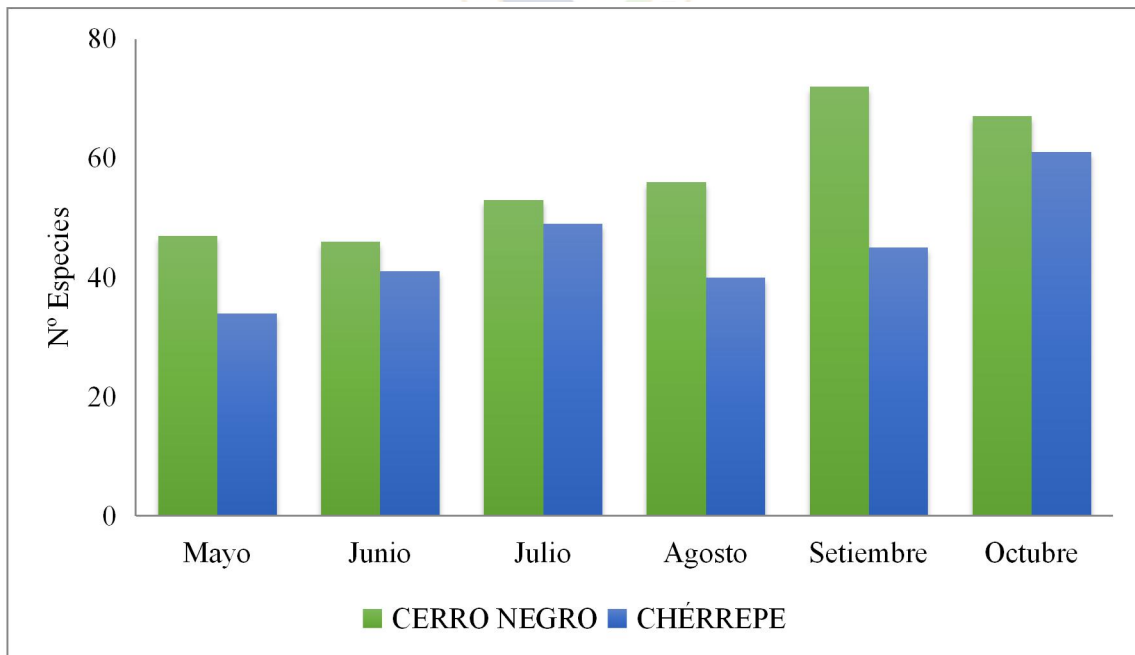


Figura 10. Número de especies en Cerro Negro y Chérrepe de mayo a octubre del 2017.

Mediante el índice de diversidad de Shannon y Wiener ( $H'$ ) se logró determinar la diversidad fitoplanctónica. En Cerro Negro se registró la mayor diversidad en la E2 con 1.102 bits/ind, mientras que la menor diversidad en la E4 con 1.070 bits/ind. (Figura 11). El índice de Pielou ( $J'$ ) osciló entre 0.675 y 0.695 en las estaciones de muestreo. En julio y junio se registró la mayor y menor diversidad, 1.148 y 0.957 bits/ind, respectivamente. Mientras que el índice de Pielou mensual osciló entre 0.604 y 0.725 (Figura 12).

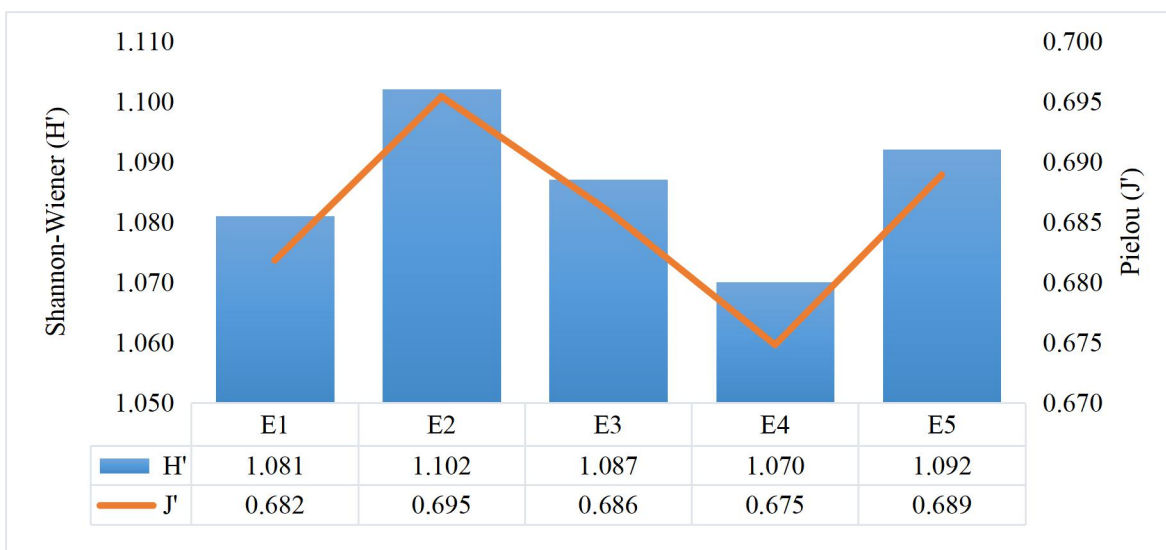


Figura 11. Shannon-Wiener ( $H'$ ) y equidad de Pielou ( $J'$ ) en las estaciones de Cerro Negro.

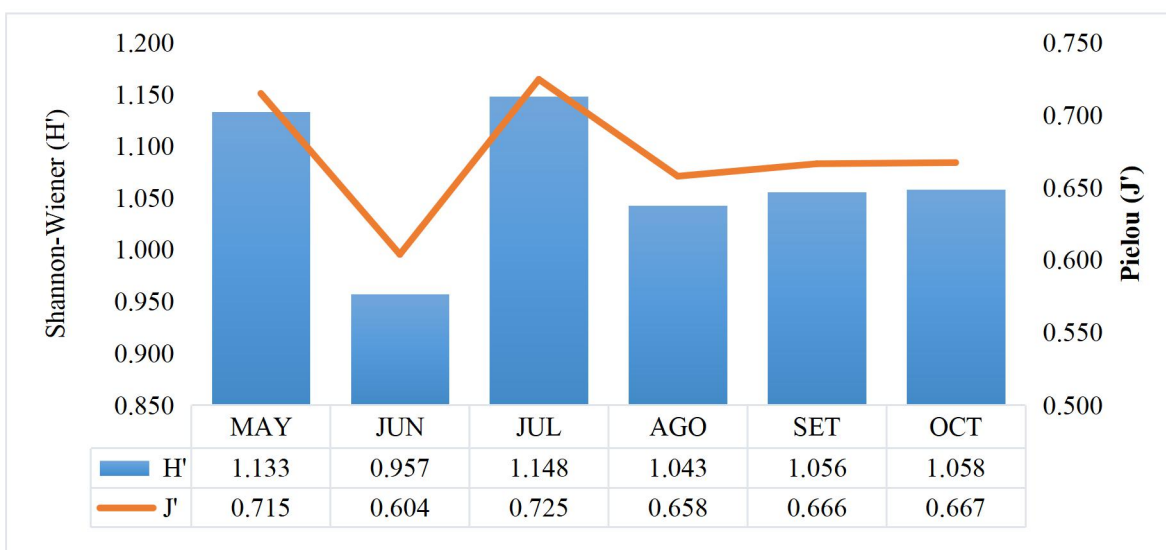


Figura 12. Shannon-Wiener ( $H'$ ) y equidad de Pielou ( $J'$ ) mensual en Cerro Negro.

Mientras tanto, en Chérrepe se registró la mayor diversidad en la E5 con 1.180 bits/ind, y la menor estuvo en la E2 con 1.070 bits/ind. El índice de Pielou varió entre 0.675 y 0.744 en las estaciones de muestreo (Figura 13). En octubre y mayo se registró la mayor y menor diversidad con 1.170 y 0.908 bits/ind, respectivamente. Mientras que el índice de Pielou mensual osciló entre 0.612 y 0.954 (Figura 14).

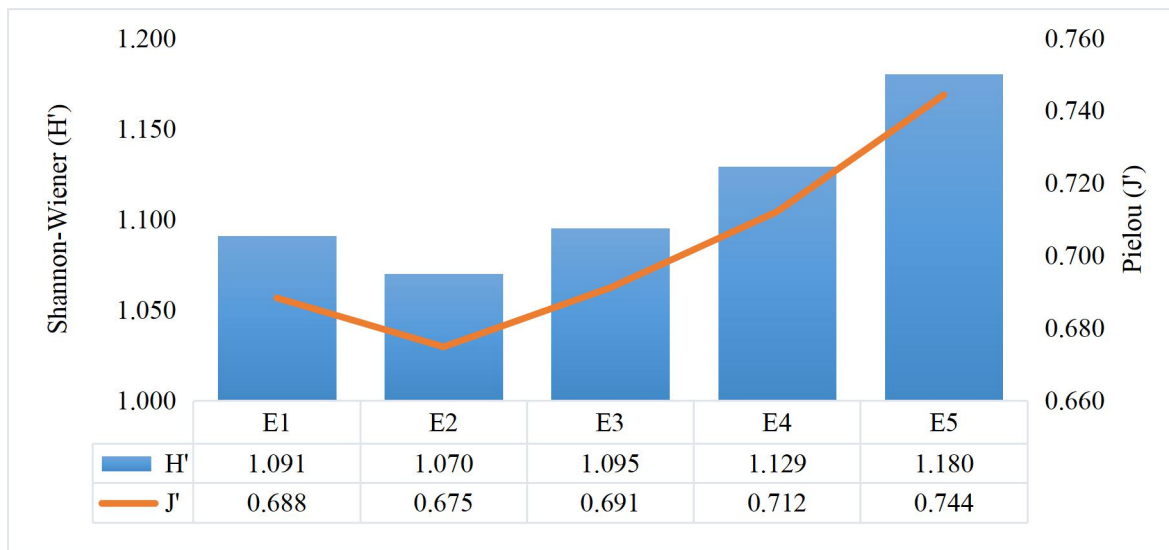


Figura 13. Shannon-Wiener (H') y equidad de Pielou (J') en las estaciones de Chérrepe.

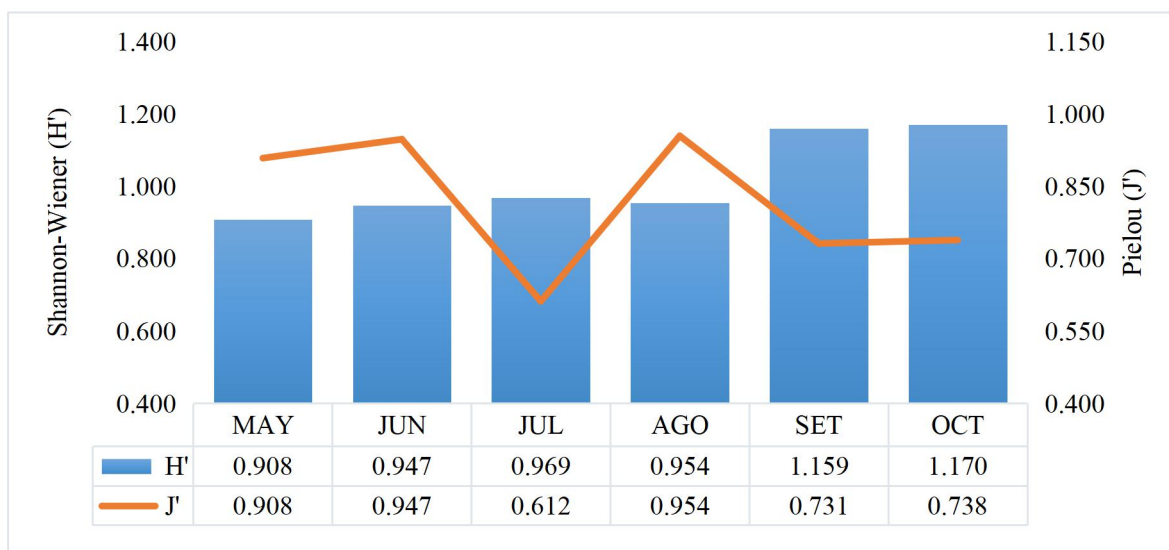


Figura 14. Shannon-Wiener (H') y equidad de Pielou (J') mensual en Chérrepe.

Tabla 4. Clasificación taxonómica de Diatomeas registradas en Cerro Negro y Chérrepe.

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
Bacillariophyta	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>
			<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
	Biddulphiales	Biddulphiaceae	<i>Biddulphia antediluviana</i>
			<i>Eucampia zodiacus</i>
	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros affinis</i>
			<i>Chaetoceros compressus</i>
			<i>Chaetoceros constrictus</i>
			<i>Chaetoceros curvisetus</i>
			<i>Chaetoceros danicus</i>
			<i>Chaetoceros debilis</i>
			<i>Chaetoceros decipiens</i>
			<i>Chaetoceros didymus</i>
			<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
	Coccinodiscales	Coccinodiscaceae	<i>Coccinodiscus centralis</i>
			<i>Coccinodiscus gigas</i>
			<i>Coccinodiscus granii</i>
			<i>Coccinodiscus perforatus</i>
			<i>Coccinodiscus wailessi</i>
			Heliopeltaceae
			<i>Actinoptychus splendens</i>
	Eupodiscales	Eupodiscaceae	<i>Odontella aurita</i>
	Hemiaulales	Hemiaulaceae	<i>Cerataulina</i> sp.
			<i>Hemiaulus sinensis</i>
	Lithodesmiales	Licmophoraceae	<i>Licmophora abbreviata</i>
	Lithodesmiales	Lithodesmiaceae	<i>Ditylum brightwellii</i>
<i>Lithodesmium undulatum</i>			
Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira moniliformis</i>	
Naviculales	Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp.	
		<i>Membraneis challengerii</i>	
		<i>Navicula</i> sp.	
	Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma angulatum</i>	
Rhabdonematales	Grammatophoraceae	<i>Grammatophora marina</i>	

	Rhaphoneidales	Asterionellopsidaceae	<i>Asterionellopsis glacialis</i>
	Rhizosoleniales	Probosciceae	<i>Proboscia alata</i>
		Rhizosoleniaceae	<i>Guinardia</i> sp.
			<i>Neocalyptrella robusta</i>
			<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>
			<i>Rhizosolenia castracanei</i>
			<i>Rhizosolenia imbricata</i>
	Stellarimales	Trigoniaceae	<i>Trigonium alternans</i>
	Stephanopyxales	Stephanopyxidaceae	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
			<i>Stephanopyxis turris</i>
	Surirellales	Entomoneidaceae	<i>Entomoneis alata</i>
	Thalassionematales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>
			<i>Thalassionema nitzschioides</i>
			<i>Thalassiothrix mediterranea</i>
	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema costatum</i>
Thalassiosiraceae		<i>Detonula pumila</i>	
		<i>Planktoniella sol</i>	
		<i>Thalassiosira gravida</i>	



Tabla 5. Clasificación taxonómica de Crisofitas registradas en Cerro Negro y Chérrepe.

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
Ochrophyta	Dictyochales	Dictyochaceae	<i>Dictyocha fibula</i>
			<i>Octactis octonaria</i>



Tabla 6. Clasificación taxonómica de Dinofitas registrados en Cerro Negro y Chérrepe.

DIVISIÓN	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
Dinophyta	Dinophysiales	Amphisoleniaceae	<i>Amphisolenia</i> sp.
			<i>Triposolenia bicornis</i>
		Dinophysaceae	<i>Dinophysis caudata</i>
			<i>Dinophysis tripos</i>
		Oxyphysiaceae	<i>Phalacroma oxytoxoides</i>
		Gonyaulacales	Ceratiaceae
	<i>Ceratium horridum</i>		
	<i>Ceratium symmetricum</i>		
	<i>Ceratium Tripos</i>		
	<i>Tripos concilians</i>		
	<i>Tripos dens</i>		
	<i>Tripos furca</i>		
	<i>Tripos lineatus</i>		
	<i>Tripos longipes</i>		
	<i>Tripos macroceros</i>		
	<i>Tripos Pulchellus</i>		
	Noctilucales	Noctilucaceae	<i>Noctiluca</i> sp.
	Peridinales	Protopteridiniaceae	<i>Protopteridinium conicum</i>
			<i>Protopteridinium crassipes</i>
			<i>Protopteridinium depressum</i>
			<i>Protopteridinium excentricum</i>
			<i>Protopteridinium grande</i>
			<i>Protopteridinium leonis</i>
			<i>Protopteridinium minutum</i>
			<i>Protopteridinium mite</i>
			<i>Protopteridinium oblongum</i>
			<i>Protopteridinium obtusum</i>
<i>Protopteridinium oceanicum</i>			
<i>Protopteridinium pellucidum</i>			
<i>Protopteridinium pentagonum</i>			
<i>Protopteridinium solitarium</i>			
Prorocentrales	Prorocentraceae	<i>Prorocentrum gracile</i>	
		<i>Prorocentrum micans</i>	
Pyrocystales	Pyrocystaceae	<i>Pyrocystis lunula</i>	

El dendograma de similitud de Bray Curtis indica que las estaciones (Figura 15) de Cerro Negro presentaron similitud mayor del 98.00 %, las estaciones 5 y 3 presentaron similitud de 99.67 %. En cuanto a la similitud mensual (Figura 16) fue mayor del 91.00 %, octubre y setiembre presentaron mayor similitud con 98.29 %.

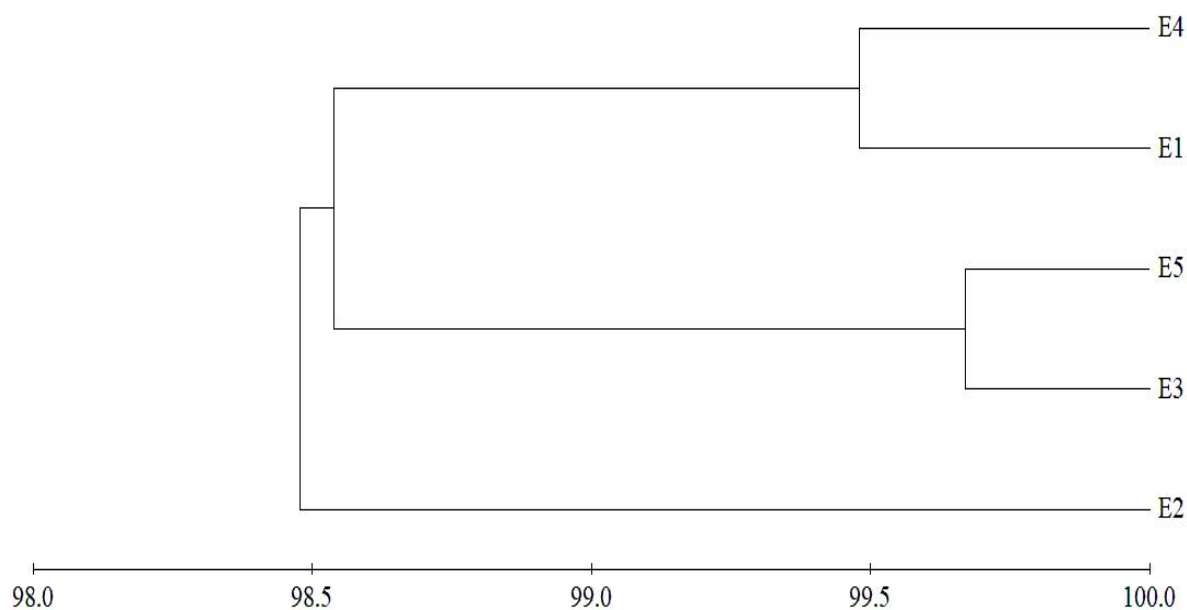


Figura 15. Similitud de Bray Curtis en la diversidad por estaciones en Cerro Negro.

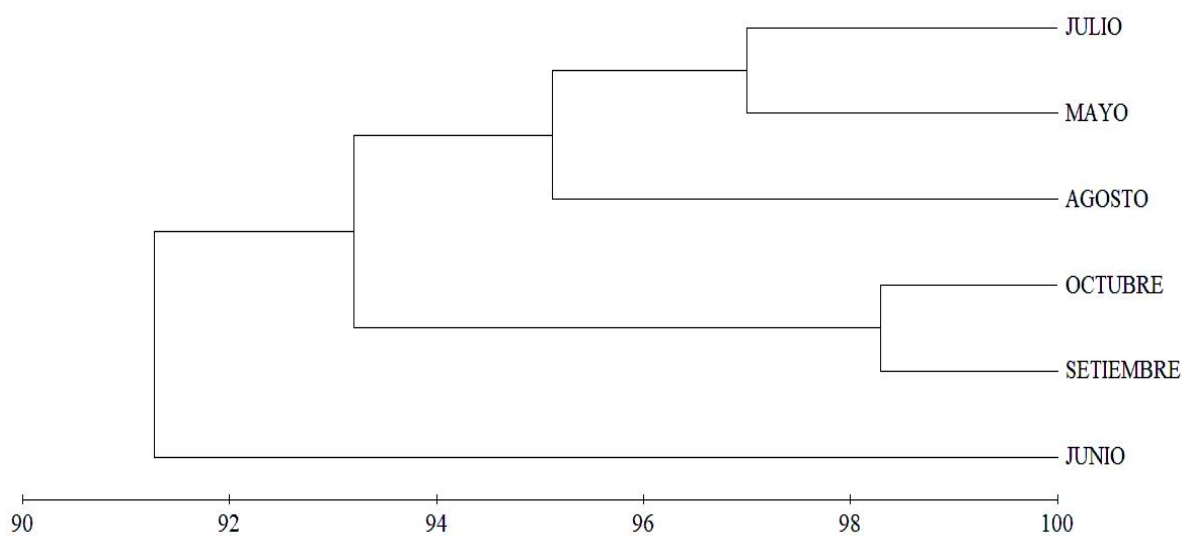


Figura 16. Similitud de Bray Curtis en la diversidad mensual en Cerro Negro.

El índice de Bray Curtis en Chérrepe indica que las estaciones (Figura 17) presentaron similitud mayor del 96.00 %, en las estaciones 3 y 4 la similitud fue de 98.18 %. La similitud mensual (Figura 18) fue mayor del 85.00 %, junio y agosto presentaron mayor similitud con 99.45 %.

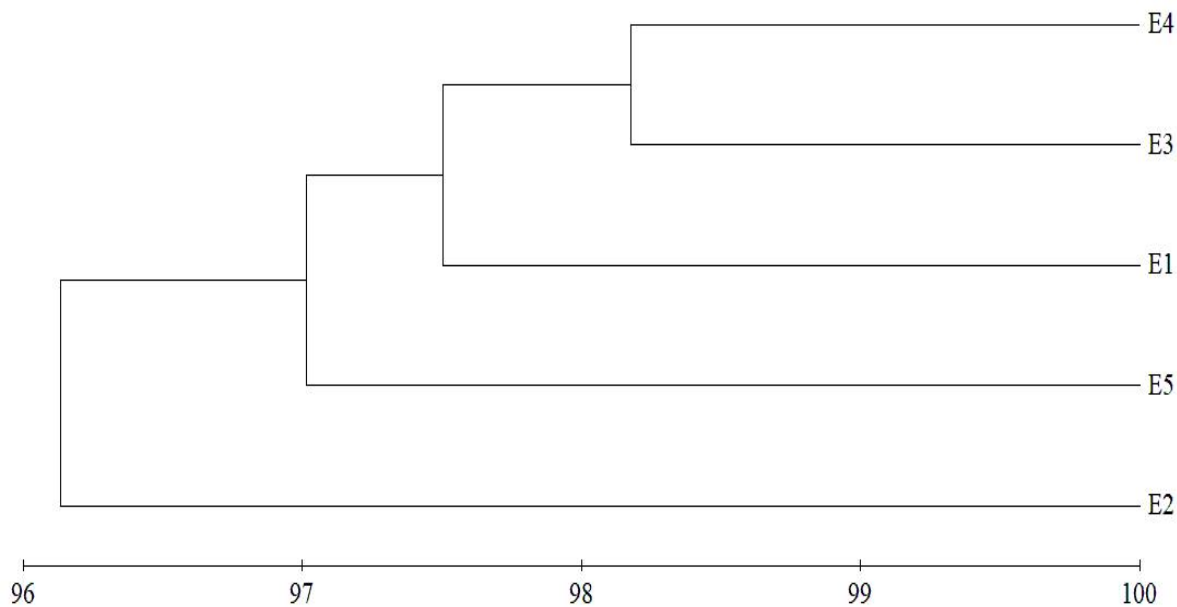


Figura 17. Similitud de Bray Curtis en diversidad por estaciones en Chérrepe.

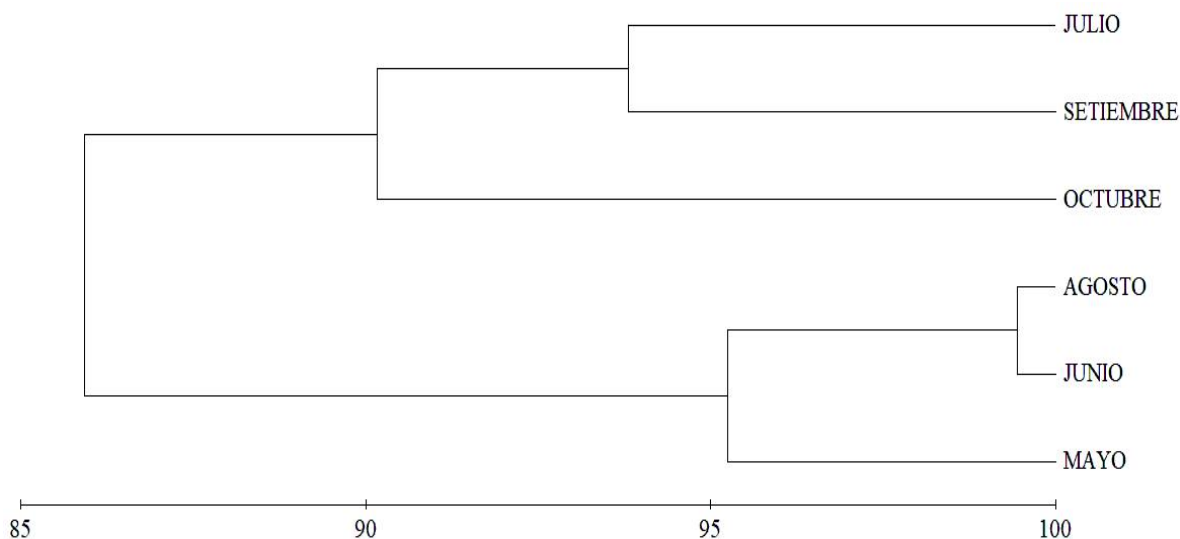


Figura 18. Similitud de Bray Curtis en diversidad mensual en Chérrepe.

La densidad fitoplanctónica fluctuó entre 3141 y 21464 x 10<sup>3</sup> Cel/L, mayo y octubre presentó la menor y mayor densidad de células en Cerro Negro, respectivamente (Figura 19). En Chérrepe se encontró entre 3349 y 17675 x 10<sup>3</sup> Cel/L, junio presentó menor densidad y octubre el mayor (Figura 20).

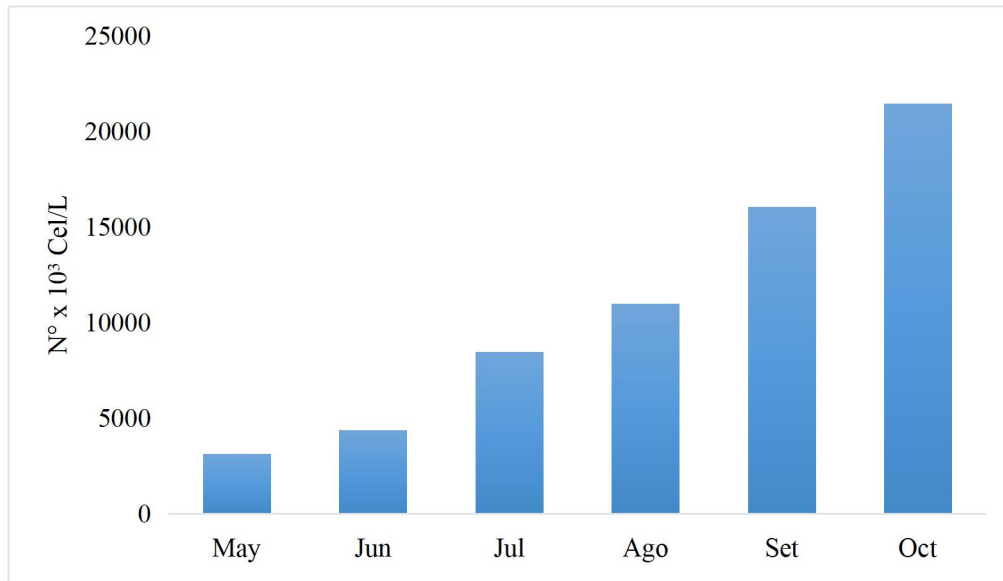


Figura 19. Densidad fitoplanctónica (N° x 10<sup>3</sup> Cel/L) mensual en Cerro Negro.

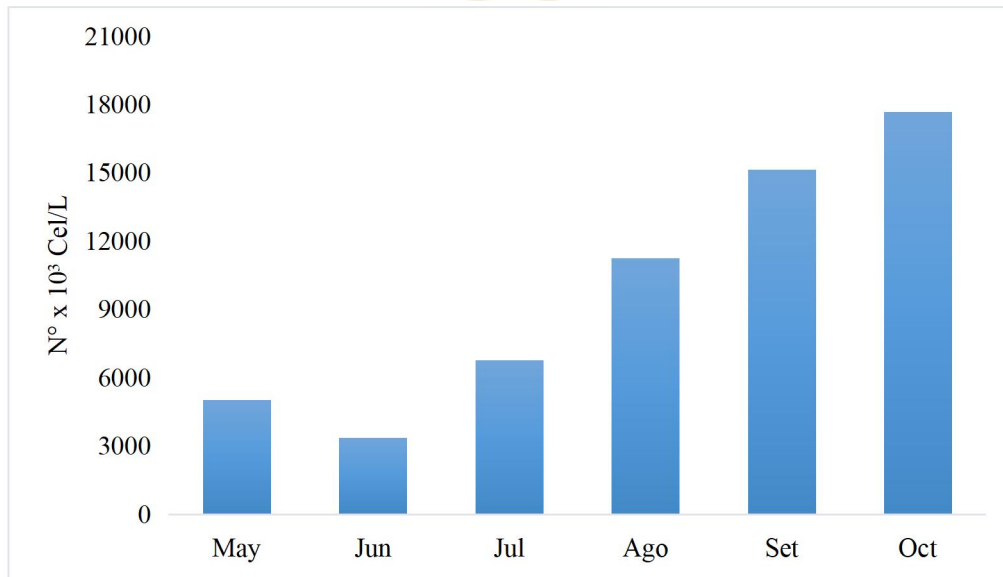


Figura 20. Densidad fitoplanctónica (N° x 10<sup>3</sup> Cel/L) mensual en Chérrepe.

En cuanto a los parámetros oceanográficos, la temperatura superficial del mar varió de 18.5 a 16.5°C en Cerro Negro, y en Chérrepe fue de 18.0 a 16.3°C (figura 21). El oxígeno estuvo entre 3.20 a 5.05 mg/L en Cerro Negro, y de 3.13 a 4.18 mg/L en Chérrepe (Figura 22). La salinidad estuvo entre 34.9 y 35.2 ups en Cerro Negro y de Chérrepe (Figura 23). La transparencia de 0.8 a 2.5 m en Cerro Negro y 0.8 a 2.1 m en Chérrepe (Figura 24).

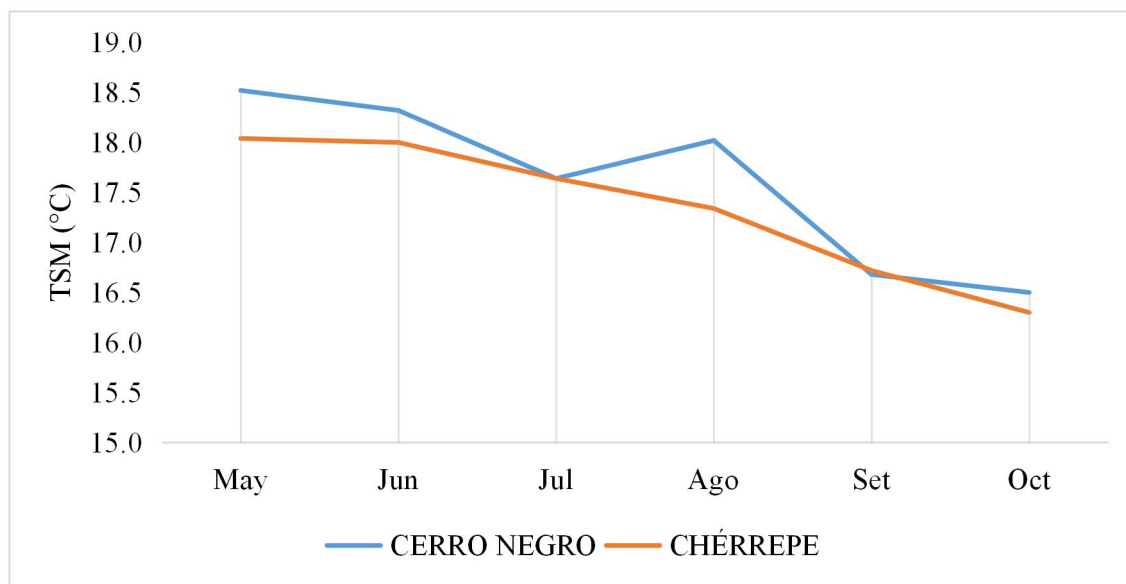


Figura 21. Temperatura superficial del mar (TSM) promedio en Cerro Negro y Chérrepe.

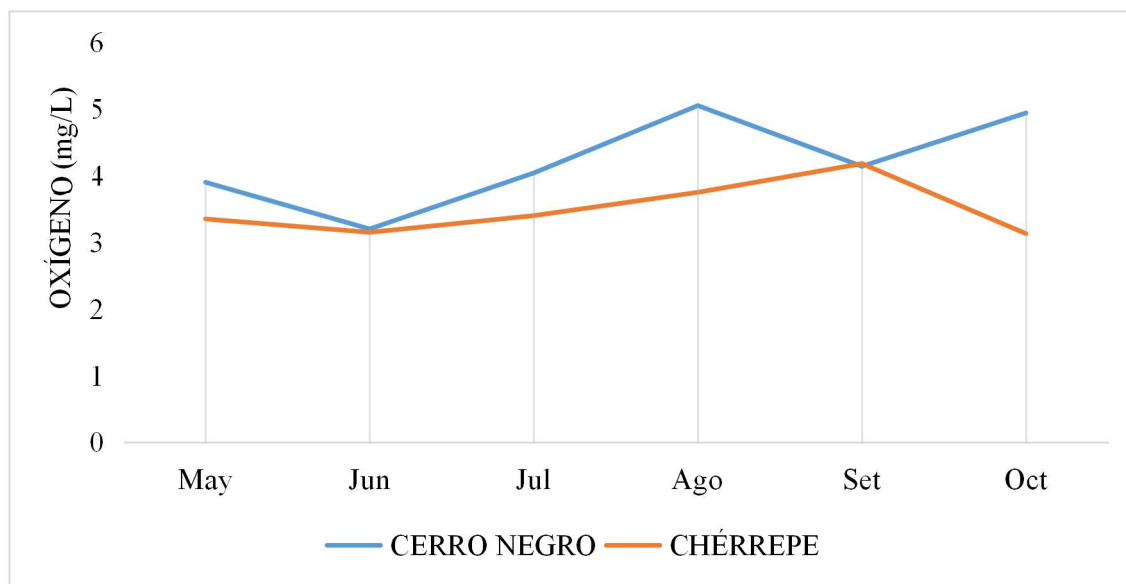


Figura 22. Oxígeno (mg/L) promedio en Cerro Negro y Chérrepe.

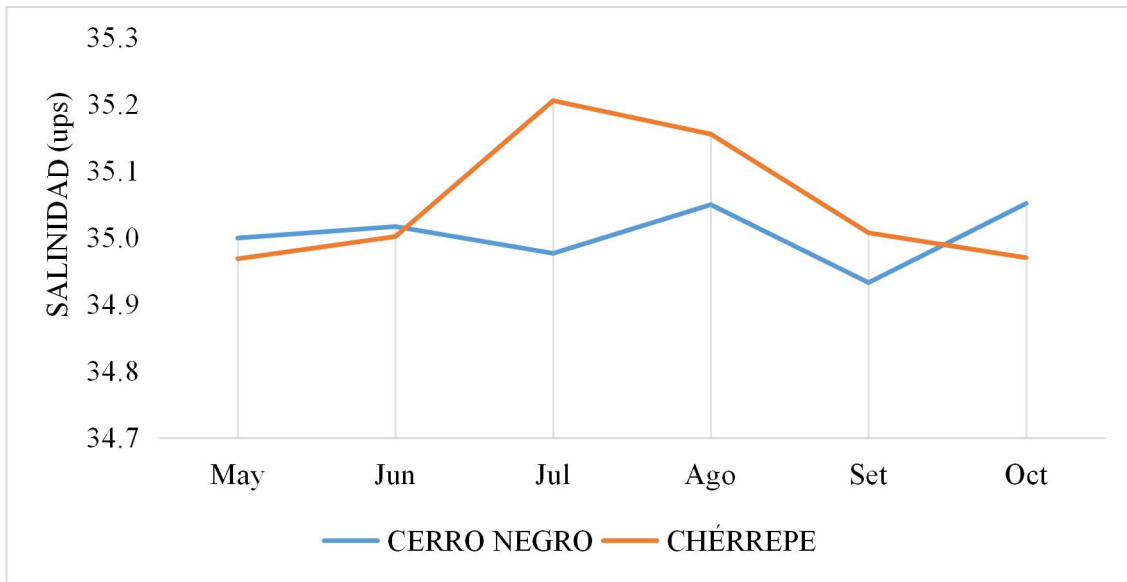


Figura 23. Salinidad (ups) promedio promedio en Cerro Negro y Chérrepe.

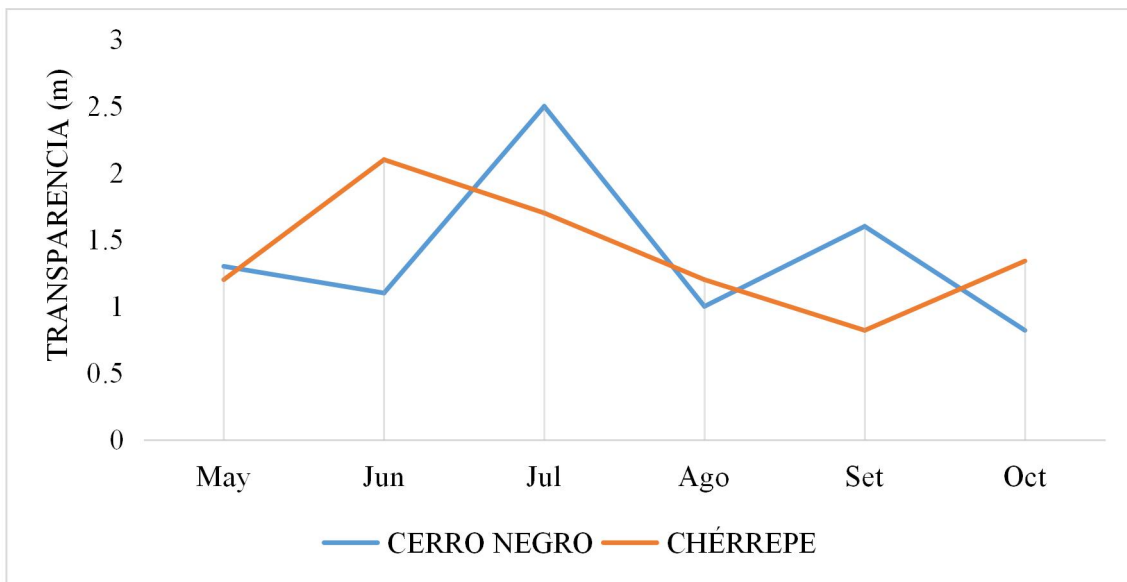


Figura 24. Transparencia promedio en Cerro Negro y Chérrepe.

## DISCUSIÓN

El fitoplancton, constituye un factor determinante dentro de los procesos biológicos, los cuales se encuentran relacionados principalmente con aspectos físico químico implicados en la distribución y abundancia de los diferentes recursos marinos, tal como lo mencionan Chang et al. (1999). Los productores primarios constituyen fuente de riqueza en el ambiente marino; ya que, van a sustentar la cadena trófica y por ende la vida en el mar. Esta riqueza del primer eslabón de la cadena alimenticia dado por el fitoplancton, ha traído como consecuencia la abundancia de los recursos pesqueros. Indudablemente que esta abundancia dependerá o está sujeta a los cambios en el ecosistema (Delgado et al., 2001).

El análisis realizado durante la investigación permitió determinar 101 especies de fitoplancton, de los cuales 58 pertenecen a los Bacillariophytas, 41 a los Dinophytas y 2 a los Chrysophytas, entre los meses de mayo y octubre en Cerro Negro y Chérrepe. El análisis cualitativo en 5 estaciones de muestreo en Cerro Negro permitió identificar 91 especies, de los cuales 55 son Diatomeas, 34 Dinoflagelados y 2 Crisofitas. En Chérrepe se identificó 87 especies fitoplanctónicas y estuvo conformado por 49 Diatomeas, 36 dinoflagelados y 2 Crisofitas, coincidiendo en el número de Dinoflagelados y Crisofitas. Ramírez (2013) reporta 85 especies para la ensenada de puerto Morín, registro similar al encontrado en el presente trabajo, coincidiendo en el número de dinoflagelados. El IMARPE (2009) frente a Chérrepe registró 10 especies de fitoplancton, donde las diatomeas son las predominantes. Trabajos desarrollados en áreas próximas registraron menor cantidad de especies, como es el caso de Ruiz (2014) quien para puerto Salaverry reportó 41 especies, con 30 Diatomeas, 10 Dinoflagelados y 1 Crisofita; en Puerto Malabrigo, Díaz (2012) reportó 36 especies, 23

diatomeas y 13 dinoflagelados. Zafra et al. (2017) reportó entre Salaverry y Puerto Chicama predominancia de Diatomeas y seguido de los Dinoflagelados.

En base a la composición especiológica, los ejemplares fitoplanctónicos se caracterizaron por ser parte del periodo invernal por una mayor frecuencia, y son: *Coscinodiscus centralis*, *C. gigas*, *C. grani*, *C. perforatus* y *C. wailesii*, esta última considera oceánica, coincidiendo con Sánchez (2001). Asociada a esta comunidad se registró especies de afloramiento costero con alta tasa de reproducción (Ochoa y Gómez, 1988), (Sánchez, 2000), como *Chaetoceros affinis*, *C. constrictus*, *C. curvisetus*, *C. debilis*, *C. decipiens*, *C. didymus*, *C. lorenzianus*, además de *Asterionellopsis glacialis*, *Detonula pumila*, *Ditylum brightwellii*, *Skeletonema costatum*, *Stephanopyxis turris*, *S. palmeriana*, *Thalassionema frauenfeldii*, *T. nitzschioides*, entre otros, de igual forma coincidiendo con los reportes de Delgado y Chang (2015) y Alvítez (2008) para Puerto Malabrigo.

De acuerdo con Guillen y Calienes (1980), indican que a lo largo de la costa el afloramiento es superficial, y refieren que dentro de las áreas 7° - 9° S es mayor, donde comprende el área de estudio, esto explica la presencia de especies de afloramiento costero, permitiendo la productividad en las zonas de Chérrepe y Cerro Negro.

Algunas especies oceánicas con características termófilas (Sánchez et al. 2000) también están presentes con menor frecuencia y abundancia, como *Planktionela sol*, *Proboscia alata* y *Rhizosolenia calcar avis*, lo mismo reportó Delgado y Chang (2015), esto confirma la influencia en menor escala de masas de aguas oceánicas (Cupp, 1943) tanto en Cerro Negro como en Chérrepe.

La presencia de *Protoperdinium obtusum* en setiembre y octubre cuando la temperatura superficial del mar fue menor de 17°C, fortalecen las afirmaciones de , Villanueva et al. (1998), Sánchez (2001) y Delgado y Chang (2015), quienes afirman que esta especie es



indicadora de Aguas Costeras Frías (ACF); por su parte Zuta y Guillen (1970), hacen incapie que la mayor composición y abundancia del fitoplancton cambia con distancia a la costa, donde se encuentra las aguas costeras frías ricas en nutrientes.

Un gran porcentaje de especies de diatomeas y dinoflagelados son cosmopolitas, en general las aguas de la corriente peruana, se caracterizan por la abundancia de un gran número de diatomeas y unas pocas especies de dinoflagelados de forma sencilla (Ochoa et al., 1999) como *Ceratium fusus*, *C. furca*, *Dinophysis caudata*, *D. tripos*, *Protoperidinium obtusum*, *P. conicum*, *P. excentricum*, *P. depressum* y *P. crassipes*. La gran mayoría de estas especies son consideradas cosmopolitas (Ochoa y Gómez, 1997), coincidiendo con algunas especies reportadas por Sánchez et al (2000), Sánchez (2001) y Delgado y Chang (2015).

Dentro de la división de las Bacillariophyta y Dinophyta, también se evidenció la presencia de los Ochrophyta, mayormente del orden Dictyochales; los Silicoglagelados son un grupo de especies con amplia distribución mundial, presentan cierta problemática en su determinación y raramente son abundantes (Maciel, 2015). En Cerro Negro y Chérrepe destacó la presencia de *Dictyocha fibula* y *Octactis octonaria*, siendo esta última especie la que tuvo mayor presencia celular en ambas zonas.

Los meses que se registró mayor cantidad de especies fueron en la temporada invierno-primavera. En Cerro Negro se reportó mayor cantidad de especies en Setiembre y octubre, similar a lo registrado por Mendoza (2015) en Chimbote, quien reportó mayor cantidad de especies en abril y setiembre. Mientras que en Chérrepe, julio y octubre fueron los meses con mayor cantidad de especies, por el contrario, Alvítez (2008) reportó el mayor número de especies en el mes de diciembre, en su trabajo realizado en Puerto Malabrigo.

Los géneros de fitoplancton registrados en Cerro Negro y Chérrepe, Chetoceros, Coscinodiscus y Protoperidinium son los que tienen mayor dominancia. Esto coincide con

lo reportado por Moron et al. (1998) y Villanueva et al. (1998) durante el invierno, quienes reportan a las mismas especies como dominantes.

De acuerdo a la diversidad calculada en base al índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para las especies identificadas en Cerro Negro, en las 5 estaciones y durante los meses de muestreo, osciló entre 1.070 y 1.102 bits/ind, esto indica que cada vez que se realice un muestreo bajo las mismas condiciones, se tenga la probabilidad de encontrar, como mínimo 2 de las especies fitoplanctónicas reportadas. En Chérrepe se obtuvo valores similares, osciló entre 1.070 y 1.180 bits/ind, obteniendo la misma probabilidad de encontrar 2 especies de fitoplancton cada vez que se realice un muestreo en la zona estudiada. La diversidad mensual obtenida en Cerro Negro fue mayor en julio con 1.148 bits/ind; y Chérrepe fue en octubre con 1.170 bits/ind, ambas zonas tienen la probabilidad de encontrar 2 especies de las registradas durante los meses de muestro. Estos resultados están entre el rango obtenido por Arellano et al. (2006) durante el invierno, quienes registraron en Lima, valores entre 0.510 y 1.710 bits/ind. Mientras que en la ensenada de puerto Morín, la diversidad obtenida por Ramírez (2013) osciló entre 1.172 y 1.015 bits/ind, similar a la obtenida en Cerro Negro. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Margalef (1978) quien indica que la diversidad fitoplanctónica, en bits por individuo, usualmente se encuentra entre 1 y 2.5 en las aguas costeras. Mientras Ochoa y Gómez (1997) por su parte, indican que los valores más bajos de diversidad, menores de 3 bits/cél, se encuentran cerca a la costa y los mayores en las áreas oceánicas. Esto explica porque el fitoplancton nerítico es propio de aguas frías eutróficas de baja diversidad, en el que predominan pocas especies, pero en forma mayor en densidad; en cambio en el área oceánica el fitoplancton es característico de aguas más cálidas, oligotróficas con numerosas especies relativamente pobres en densidad.

En cuanto al índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) varió entre 0.675 y 0.689 en Cerro Negro. En Chérrepe entre 0.675 y 0.744, entre las estaciones de muestreo. De manera mensual, el índice estuvo entre los rangos 0.604 y 0.725 en Cerro Negro y en Chérrepe entre 0.612 y 0.954. Magurran (2004) manifestó que los valores menores a  $>0.8$  corresponde a la dominancia de alguna especie o especies; mientras que mayores a  $<0.8$  representa situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes, por lo tanto, indica una comunidad en equilibrio. Este resultado significa que en las estaciones y durante los meses de muestreo, las diatomeas en conjunto son las especies dominantes, probablemente por el tipo de ecosistema y las características de los parámetros oceanográficos de ambas zonas, mientras que en Chérrepe, en junio y agosto representó una comunidad en equilibrio.

Durante el estudio de la comunidad fitoplanctónica aparecen cierta presencia de especies comunes en el tiempo y espacio. La semejanza cualitativa que tienen las comunidades fitoplanctónicas permite identificar y describir el efecto de los factores ambientales sobre las especies existentes en su ambiente. En cuanto al índice de similitud de Bray Curtis muestra la asociación de las especies basada en la abundancia de especies, para las estaciones en Cerro Negro se tiene una similitud superior a 98.48 %, mientras que Chérrepe tiene menor similitud entre sus estaciones mayores de 96.13 %. La similitud mensual obtenida en Chérrepe es superior a 85.92 %; junio y agosto presentaron 99.45 % de probabilidad de encontrar las mismas especies. En Cerro Negro es superior a 91.27 %, la mayor probabilidad de encontrar las mismas especies se dio en setiembre y octubre con 98.29 %. Entre Cerro Negro y Chérrepe se obtuvo el 97.99 % de similitud. Ramírez (2013) en puerto Morín registra una similitud mayor del 94 % entre sus estaciones de muestreo. Krebs (1985) menciona que el valor crítico para la similitud es de 50%. Los resultados mostraron una elevada similitud entre las estaciones y los meses, evidenciando,

posiblemente la influencia de manera regular de algunos parámetros oceanográficos en ambas zonas.

Cuantitativamente la comunidad fitoplanctónica superficial presentó concentraciones superiores a  $3000 \times 10^3$  Cel/L. La mayor densidad fitoplanctónica estuvo presente a inicios de primavera, en octubre. Se registró  $21464 \times 10^3$  Cel/L en Cerro Negro, y en Chérrepe con  $187675 \times 10^3$  Cel/L. Mientras que Sánchez et al (2004) en el invierno registró densidades mayores a  $500 \times 10^3$  Cel/L dentro de la franja costera. Ramírez (2013) y Alvítez (2008) coinciden con la mayor abundancia reportada durante la temporada de primavera, entre noviembre y diciembre. Guillen et al (1969) reportó en invierno densidades mínimas, con un promedio de  $76 \times 10^3$  Cel/L frente a Salaverry, en primavera las concentraciones incrementaron con respecto al invierno, debido a las mayores concentraciones de luz y procesos de afloramiento (Guillen et al. 1969), coincidiendo con el aumento de la densidad fitoplanctónica obtenido mensualmente. Cerro Negro obtuvo la mayor densidad durante los meses de investigación.

Respecto a la mayor concentración celular obtenida, *Chaetoceros lorenzianus* presentó mayor densidad ( $<14000 \times 10^3$  Cel/L), considerada una especie nerítica (Jiménez, 1983) y típica de afloramiento costero menciona Sánchez (2001) quien a su vez coincide con lo registrado durante el invierno, además estuvieron presentes otras especies neríticas con regular concentración como *Coscinodiscus perforatus* ( $<2000 \times 10^3$  Cel/L), *Lithodesmiun undulatum* ( $<3000 \times 10^3$  Cel/L) y *Skeletonema costatum* ( $<2500 \times 10^3$  Cel/L), esta última especie solo abundó en Cerro Negro, el resto en ambas zonas. Delgado et al. (2001) frente a Chimbote registró mayor concentración celular ( $2000 \times 10^3$  Cel/L) durante la temporada de verano. Algunos de los dinoflagelados también presentaron concentraciones considerables, tal es el caso del *Protoperidinium depressum* ( $<860 \times 10^3$  Cel/L) esta especie obtuvo

concentraciones mayores conforme pasaba los meses. Otras especies que destacaron fueron *Tripos dens* ( $704 \times 10^3$  Cel/L) y *T. furca* ( $318 \times 10^3$  Cel/L) que fueron más abundantes en agosto a temperaturas de  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cerro Negro a diferencia de Chérrepe, presento especies que daban mayor concentración celular. Las diatomeas presentaron densidades mayores, mientras que los dinoflagelados fue todo lo contrario.

El fitoplancton marino constituye el primer eslabón de la cadena alimenticia en el mar, como alimento del zooplancton y está sujeto a los siguientes factores: energía solar, temperatura, sales nutritivas, mezcla vertical, gravedad específica, alimentación del zooplancton, etc. (Zuta y Guillen, 1970).

La temperatura es el parámetro más fácil de obtener, y su variación esta fundamentalmente ligada a las corrientes oceánicas y a variaciones en la radiación solar (Zuta y Guillen, 1970).

La temperatura superficial del mar (TSM) presentó una tendencia decreciente en Cerro Negro, entre mayo y octubre de  $18.5 - 16.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lo mismo sucedió en Chérrepe, donde se registró temperaturas entre  $18 - 16.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  en mayo y octubre, respectivamente (Figura 21).

Sánchez et al (2004) reportan temperaturas similares, donde la TSM en invierno fue menor a  $18.7^{\circ}\text{C}$  en la costa peruana. Alvítez (2008) reportó temperaturas similares en puerto Malabrigo entre mayo y octubre. El IMARPE (2017b),(2017c),(2017d) por su parte, registró temperaturas similares con tendencia decreciente, en Puerto Morín con  $18.9 - 15.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y cerca de Chérrepe, Pacasmayo con  $19.9 - 15.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Estas temperaturas presentan características propias de las aguas costeras frías (Zuta y Guillen, 1970) durante las estaciones de otoño, invierno y primavera.

El oxígeno es absorbido de la atmósfera y también es producido por fotosíntesis (Zuta y Guillen, 1970). El oxígeno disuelto varió con una ligera tendencia creciente (Figura 22) y osciló entre  $3.20$  y  $5.05\text{ mg/L}$  en Cerro Negro. En Chérrepe osciló entre  $3.13 - 4.18\text{ mg/L}$ .

El IMARPE (2017b),(2017c),(2017d) registró en Pacasmayo valores entre 3.15 - 5.45 mg/L, predominaron agosto y setiembre. Zuta y Guillen (1970) mencionaron que el oxígeno disuelto aumenta por disminución de la temperatura, como de la salinidad. La salinidad es otro de los parámetros que da características especiales al agua de mar y depende fundamentalmente de los procesos de evaporación y precipitación (Zuta y Guillen, 1970) La salinidad estuvo entre 34.9 - 35.1 ups en Cerro Negro. Chérrepe obtuvo los mismos resultados, oscilando entre 35.0 - 35.2 ups (Figura 23). El IMARPE (2017b),(2017c),(2017d) obtuvo resultados similares en Puerto Morín y Pacasmayo, masas de agua con características a las Aguas Costeras Frias, julio y agosto presentaron salinidades mayores de 35.2 ups, propias de masas de Aguas Subtropicales Superficiales. Los resultados obtenidos obedecen a las características de las aguas costeras, con rezagos de aguas oceánicas ya que Zuta y Guillen (1970) mencionaron que, para la parte netamente costera, el rango de salinidad es de 35.1 - 34.8 ups.

La transparencia del mar está en función del grado de absorción de la radiación solar incidente por el agua, los organismos, las partículas en suspensión, etc. (Zuta y Guillen, 1970). La transparencia en Cerro Negro y Chérrepe fue relativamente baja, de 0.8 a 2.5 m (Figura 24). En áreas cercanas se obtuvieron transparencias bajas como lo registrado por Ruiz (2014) en Salaverry y Alvítez (2008) en puerto Malabrigo con un promedio de 1.5 y 1.0 m, respectivamente. Zuta y Guillen (1970) indican que las aguas costeras del Perú se caracterizan por su poca transparencia, presenciando así un apreciable contraste con las aguas oceánicas de mayor transparencia.

## CONCLUSIONES

La diversidad fitoplanctónica estuvo representada por 101 especies, con dominancia de las Diatomeas (58 especies) seguido de los Dinoflagelados (41 especies) y Silicoflagelados (2 especies). Los índices de diversidad calculada: índice de Shannon-Wiener osciló entre 0.908 y 1.180 bits/ind, el índice de Pielou registró valores menores de 0.8 y el índice de Bray Curtis fue superior del 85.00 %, en ambas zonas estudiadas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Kandari, M., Al-Yamani F. y Al-Rifaie K. (2009). Marine phytoplankton atlas of Kuwait's waters. Kuwait institute for scientific research. 350 p.
- Alvítez, E. (2008). Composición cualitativa y cuantitativa del fitoplancton marino nerítico superficial (Dinophyceae y Bacillariophyceae) de puerto Malabrigo - Perú, noviembre 2006 – noviembre 2007. Tesis para optar el grado académico de doctor en ciencias biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. 41 p.
- Arellano, C., Becerra N., Jara M., La Torre M. y Yucra H. (2006). Fitoplancton de las playas Los Pescadores, Chorrillos, Lima, Perú, invierno 2005. *Biologist (Lima)*. 4(2): 9-11 pp.
- Balech, E. (1988). Los dinoflagelados del atlántico sudoccidental. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanográfico* 1. 310 p.
- Balech, E. y Ferrando H. (1964). *Fitoplancton marino*. Editorial universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires – Argentina. 157 p.
- Barreda, M. (1957). El plancton de la bahía de Pisco. *Bol. Comp. Adm. Del Guano* 33(9):7-24 pp.
- Blasco, D. (1971). Composición y distribución del fitoplancton en la región del afloramiento de las costas peruanas. *Inv. Pesq.* 35(1): 61-112 pp.
- Calienes, R., Guillén O. y Lostaunau N. (1985). Variabilidad espacio-temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú*. 10(1): 3–44 pp.



- Castro, J., Carbajal W., Bances S. y De La Cruz J.. (2007). Condiciones biooceanográficas en el litoral de Puerto Malabrigo, La Libertad, Perú. Año 2006. Inf. Inst. Mar Perú. 34(4): 309-317 pp.
- Chang, F., Delgado E. y Fernández C. (1999). Composición, abundancia y distribución del fitoplancton frente a la costa del Perú durante el verano 1999. Inf. Inst. Mar Perú. 147: 99-108 pp.
- Consejo Editorial de Worms. (2018). Registro mundial de especies marinas. Disponible en: <http://www.marinespecies.org> [Consulta: mayo del 2017-febrero del 2018]
- Cupp, E. (1943). Marine plankton diatoms of the west coast of North America. University of California. La Jolla, California. Vol. 5, No 1. 1238 p.
- Delgado, E. y Chang F. (2008). Fitoplancton del mar peruano a fines del invierno 2005. Inf. Inst. Mar Perú. 35(2): 153-157 pp.
- Delgado, E. y Chang F. (2015). La comunidad de fitoplancton en la costa peruana, primavera 2005. Inf. Inst. Mar Perú. 42(3): 383-388 pp.
- Delgado, E., Villanueva P., Chang F. y Fernández C. (2001). El fitoplancton del mar peruano durante el verano 2000. Inf. Inst. Mar Perú. 159: 85-98 pp.
- Delgado, R. (1995). Variación estacional del Fitoplancton en el área del Callao durante El Niño 1987. Tesis para optar el Título de Licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú. 90 p.

- Deuk, S., Min H. y Hwan J. (2014). Critical criteria for identification of the genus *Chaetoceros* (Bacillariophyta) based on setae ultrastructure. II. Subgenus *Hyalochaete*. *Phycologia* Volume 53 (6): 614–638 pp.
- Díaz, E. (2012). Evaluación de la calidad del ambiente marino costero del puerto Malabrigo, noviembre 2011 a abril 2012. Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. 59 p.
- Dimar-CIOH. (2011). Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed Dimar, Serie de Publicaciones Especiales CIOH Vol. 5. Cartagena de Indias, Colombia. 135 p.
- Espinoza, J., Amaya O. y Quintanilla R. (2013). Atlas de Fitoplancton Marino. Universidad de El Salvador. 1° Ed. 100 p.
- Guillen, O. y Calienes R. (1980). Productividad y afloramiento frente a las aguas costeras peruanas. *Boletín IMARPE*. Callao. 130-143 pp.
- Guillen, O., Rojas de Mendiola B. y Izaguirre de Rondan R. (1969). Producción primaria y fitoplancton en las aguas costeras peruanas. *Ins. Mar Perú*. 47-66 pp.
- Guiry, M y G. Guiry. (2018). *AlgaeBase*. Publicación electrónica mundial. Universidad Nacional de Irlanda. Disponible en: <http://www.algaebase.org>  
[Consulta: mayo del 2017-febrero del 2018]

- IMARPE. (2009). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y zonas de pesca artesanal en el litoral de la región Lambayeque. Instituto del mar del Perú. 86 pp.
- IMARPE. (2017b). Variables oceanográficas primarias en un punto fijo de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y caleta Puerto Morín. Segundo Informe Trimestral Interno. 11 p.
- IMARPE. (2017c). Variables oceanográficas primarias en un punto fijo de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y caleta Puerto Morín. Tercer Informe Trimestral Interno. 10 p.
- IMARPE. (2017d). Variables oceanográficas primarias en un punto fijo de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco, Salaverry y caleta Puerto Morín. Cuarto Informe Trimestral Interno. 10 p.
- Jiménez, R. (1983). Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. II edición. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador. 2(2): 193-281 pp.
- Krebs, C. (1985). Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. Segunda edición. Ed. Harla. México. 752 p.
- Landa, M. (1953). Análisis de muestras diarias de fitoplancton superficial en Chimbote, julio 1951 a junio 1952. Bol. Cient. Comp. Adm. Guano 1:63-75 pp.
- Lujan, L. (2015). Caracterización de los impactos ambientales producidos por las floraciones algales en el ecosistema de la bahía Guaynuná - Ancash, 2014.

Tesis para optar el grado académico de doctor en ciencias ambientales.  
Universidad Nacional de Trujillo. 49 p.

Maciel, B. (2015). Nuevos registros de silicoflagelados planctónicos (Dictyochophyceae) para la costa de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 25 (3): 383-390 pp.

Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. *African journal of aquatic science*. 29(2): 285-286 pp.

Margalef, R. (1978). Diversity. En: Sournia A. (Ed.), *Phytoplankton manual*. UNESCO, Paris: 251-260 pp.

Mendoza, C. (2015). Diversidad fitoplanctónica de la Bahía El Ferrol - Chimbote 2015. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de Trujillo. 36 p.

Morón, O., Vasquez L., Delgado E. y Ayón P. (1996). Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas (MOPAS) Paita-Chimbote-Callao-Pisco (enero 1996). *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*. 42: 1-71 pp

Newell. (1963). *Marine plankton*. Hutchinson educational LTD. Great portland street, London. 205 p.

Ochoa, N. y Gómez O. (1997). Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Bol. Inst. Mar Perú*. 16(2): 1-60 pp.

- Ochoa, N. y Gómez O. (1988). Variación espacio-temporal del fitoplancton frente a Callao, Perú, en 1986. Bol. Ext. Inst. Mar Perú. 1: 51-57 pp.
- Ochoa, N., Gómez O., Sánchez S. y Delgado E. (1999). Diversidad de diatomeas y dinoflagelados marinos del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. 18(1-2): 1-14 pp.
- Ochoa, N. y Tarazona J. (2003). Variabilidad temporal de pequeña escala en el fitoplancton de Bahía Independencia, Pisco, Perú. Rev. Perú. Biol. 10(1): 59-66 pp.
- Omland, C. (2011). Biodiversidad y cambio climático. Ed. San Marcos. Perú. 242 p.
- Pardo, A. y Camara N. (2004). Mareas rojas, la rebelión del plancton. Inmersión. 49: 54-60 pp. [En línea] Disponible en: <https://zco1999.wordpress.com/2010/05/13/mareas-rojas-la-rebelion-del-plancton-1/> [Consulta: 5 de enero del 2018]
- Quispe, Y. (2003). Evaluación del fitoplancton superficial en relación con algunos factores ecológicos frente a la caleta Colan, Bahía de Paita (01 de marzo al 30 de setiembre del 2002). Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. 72 p.
- Ramírez, M. (2013). Composición fitoplanctónica y floraciones algales nocivas de la ensenada de puerto Morin. Octubre del 2012 a marzo 2013. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de Trujillo. 49 p.
- Reguera, B., Alonso R., Moreira A. y Méndez S. (2011). Análisis cuantitativo de fitoplancton. Consideraciones generales. En: Guía para el diseño y puesta en

marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxina.  
UNESCO. 34-36 pp.

Rodríguez, A. (2015). Composición del fitoplancton en la zona de afloramiento de caleta La Cruz - Tumbes 2018. Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. 36 p.

Rojas De Mendiola, B. (1958). Breve estudio la variación cualitativa anual del plancton superficial de la bahía de Chimbote. Bol. Comp. Del Guano. 34(12): 7-16 pp.

Ruiz, M. (2014). Distribución y composición de las distribuciones microalgales en puerto Salaverry, La Libertad, abril-setiembre del 2014. Tesis para optar el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo.

Sánchez, M. y Zambrano J. (2008). Composición y distribución fitoplanctónica en aguas ecuatorianas y su relación con los parámetros físico-químico en octubre del 2005. Tesis de grado como requisito para la obtención del título de biólogo. Universidad de Guayaquil. 208 p.

Sánchez, S. (1996). Composición, distribución y organismos indicadores de la comunidad fitoplanctónica en el área de Tambo de Mora a Paita, agosto y setiembre 1995. Inf. Inst. Mar Perú. 119:55-69 pp.

Sánchez, S. (2000). Variación estacional e interanual de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila a, frente a la costa peruana durante 1976-2000. Bol. Inst. Mar Perú. 19(1-2): 29-43 pp.

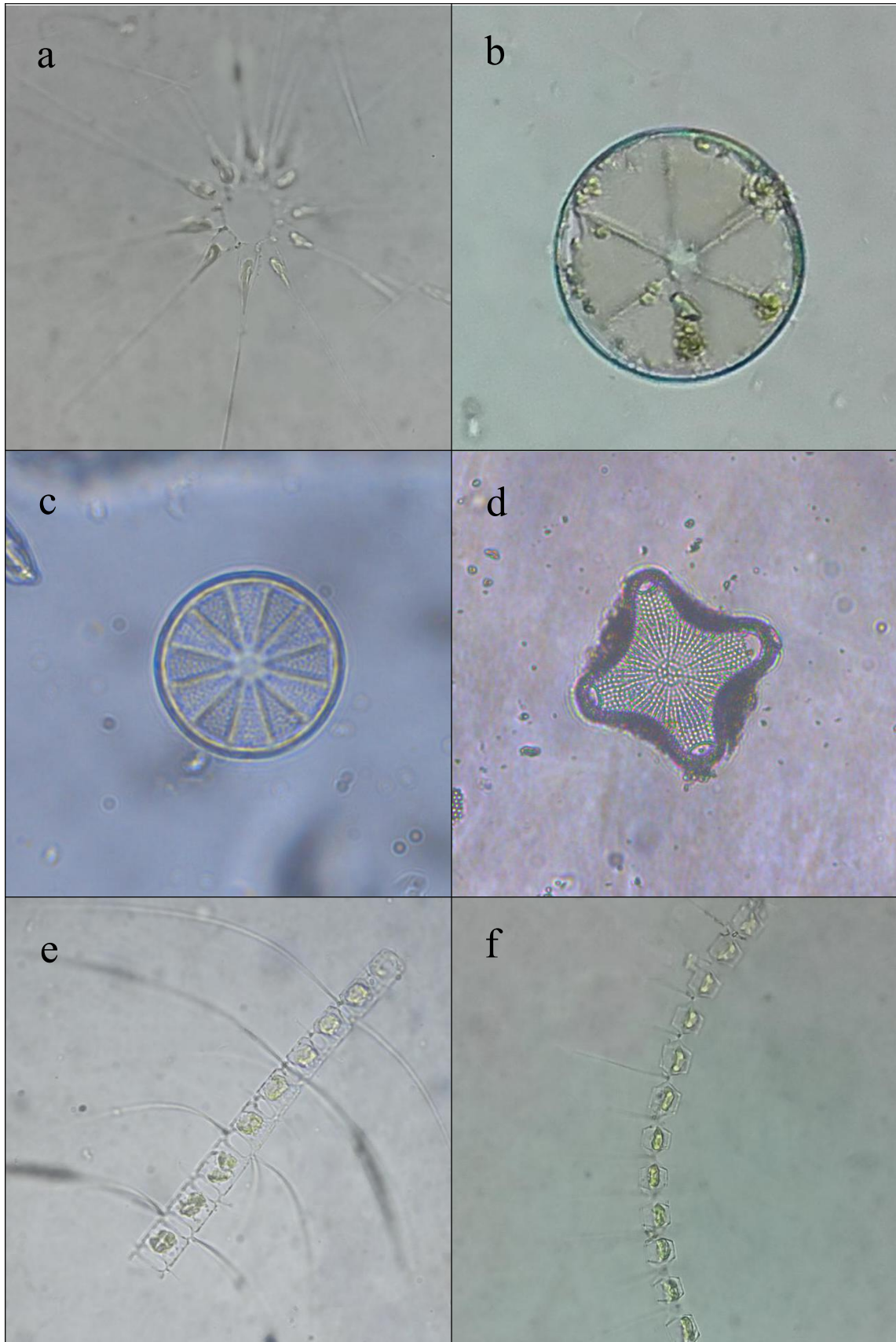
- Sánchez, S. (2001). Fitoplancton durante el crucero de invierno 2000 para evaluación desovante de anchoveta. Inf. Inst. Mar Perú. 162: 23-27 pp.
- Sánchez, S., Chang F. y Fernández C. (2000). Fitoplancton de primavera en el mar peruano. Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos 9911-12. Inf. Inst. Mar Perú. 157:42-52 pp.
- Sánchez, S., Tarazona J., Flores R., Maldonado M. y Carbajal G. (1988). Características del fitoplancton de invierno en bahía Independencia, Perú. Bol. Ext. Inst. Mar Perú. 1: 59-66 pp.
- Sánchez, S. y Jacobo N. (2008). El fitoplancton durante el invierno 2004. Inf. Inst. Mar Perú. 35(2): 119-122 pp.
- Sánchez, S. y Villanueva P. (1999). Características del fitoplancton durante el crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos en la primavera 1998. Inf. Inst. Mar Perú. 146: 54-59 pp.
- Sánchez, S., Villanueva P. y Fernández C. (2004). Fitoplancton del mar peruano en el invierno 2001. Inf. Inst. Mar Perú. 32(2): 105-112 pp.
- Steidinger, K. y Williams J. (1970). Dinoflagellates. Marine research laboratory. Florida department of natural resources. St. Petersburgs, Florida, 251 pp.
- Tomas, C. (1997). Identifying marine phytoplankton. Florida Department of environmental protection. Florida marine research institute. St. Petersburg, Florida. 858 p.

- Thröndsen J. (1978). Preservation and storage. En: Sournia A. (Ed.) Phytoplankton manual. UNESCO, Paris: 69-74 pp.
- UNESCO. (1981). Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre ciencias del mar. Callao. 11: 25-26 pp.
- Verdugo, G. (1997). Cambios estacionales del fitoplancton y de la composición bioquímica del material orgánico particulado en Bahía Concepción, B.C.S. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. La Paz. México. 64 p.
- Villanueva, P., Delgado E. y Fernández C.. (1998). El fitoplancton superficial durante el crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos en el invierno 1998. Inf. Inst. Mar Perú. 141: 43-48 pp.
- Zeitzschel, B. (1978). Why study phytoplankton? En: Sournia A. (Ed.), Phytoplankton manual. UNESCO, Paris: 1-5 pp.
- Zuta S. y Guillen O. (1970). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. 2(5):157-324 pp.
- Zafra, A., Diaz, M., Dávila, F., Boop, G., Vela, K., López, M., Castillo, J. y Colchado, J. (2017). Cultivo de microalgas marinas potenciales para la acuicultura del litoral entre Puerto Salaverry y Puerto Chicama, La Libertad, Perú. Arnaldoa 24(2): 567-582. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24209>

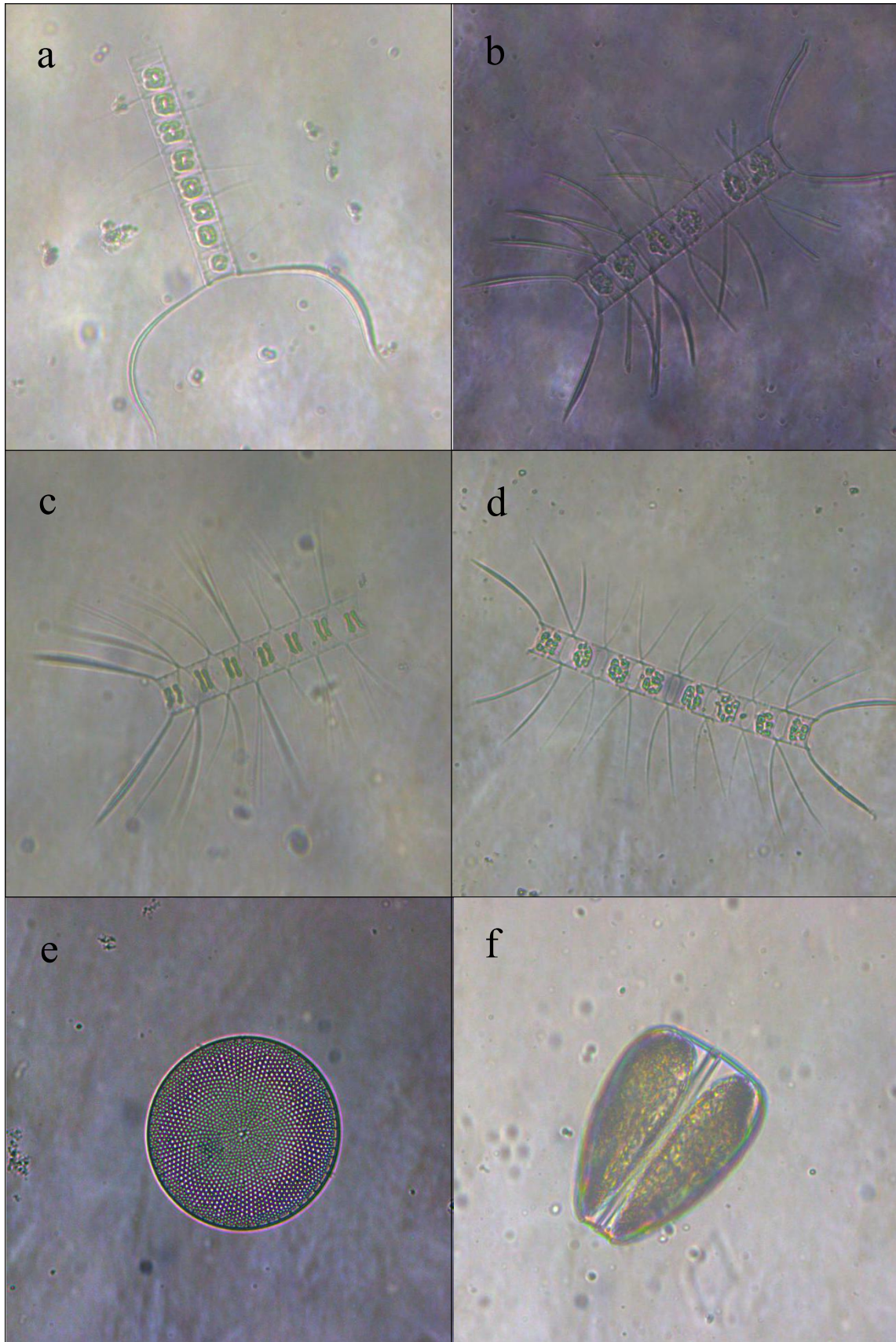


# ANEXOS

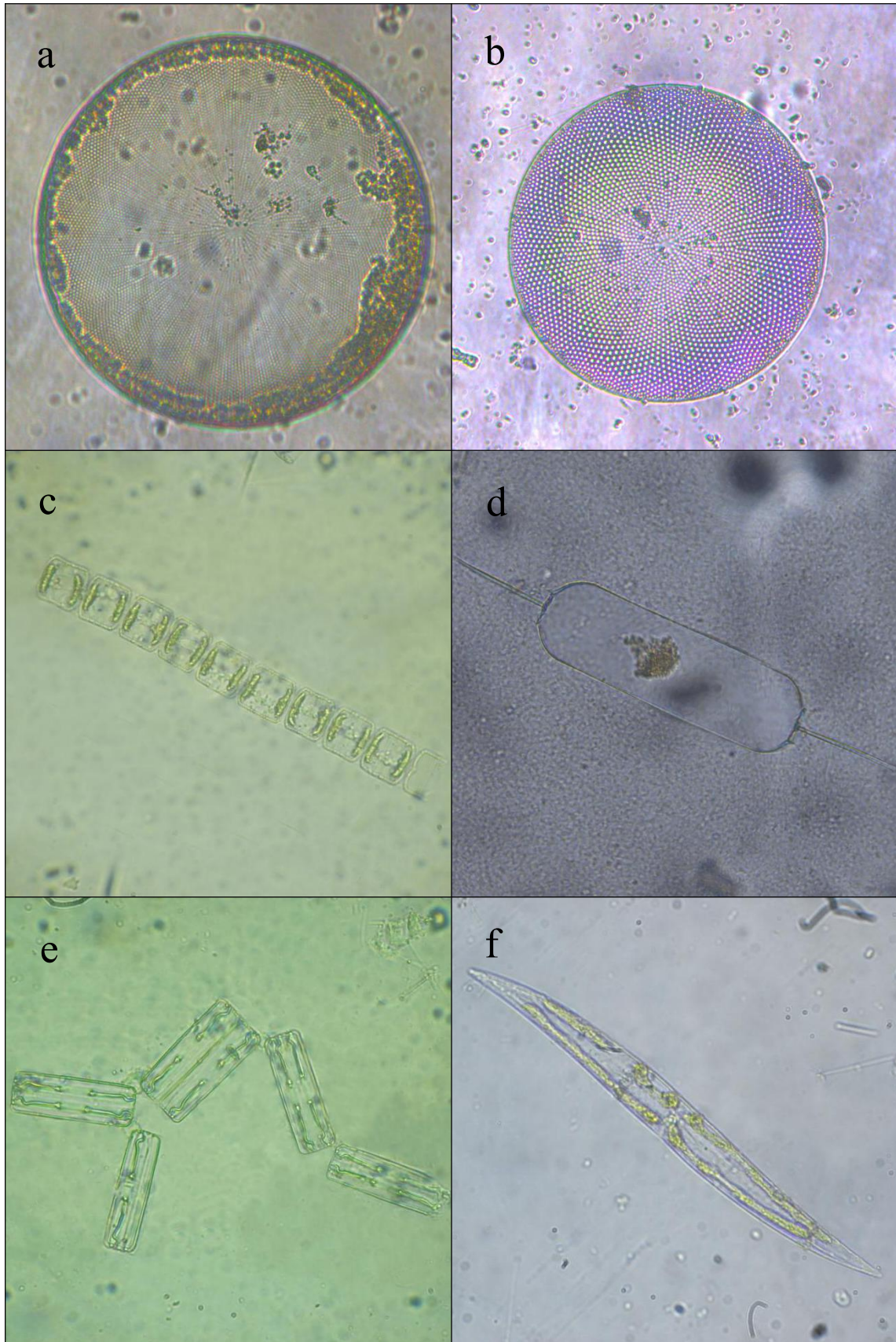
The logo is a circular emblem with a light green border. Inside the circle, there is a stylized globe with a hand reaching up to it. The text "INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA" is written around the top inner edge, and "UNIVERSIDAD DE MAR DEL PLATA" is written around the bottom inner edge.



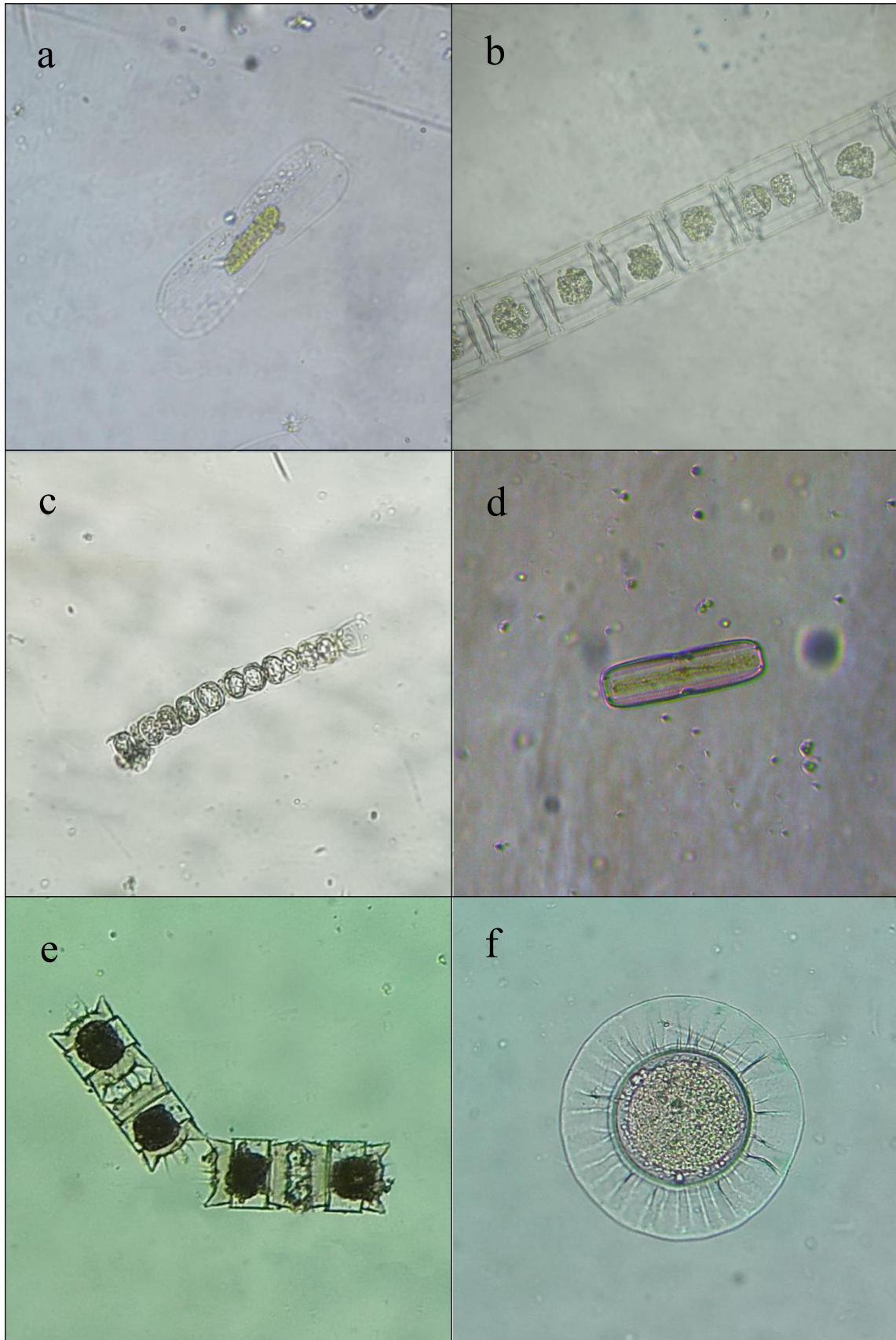
Anexo 1. a) *Asterionellopsis glacialis*, b) *Actinoptychus senarius*, c) *A. splendens*,  
d) *Biddulphia antediluviana* e) *Chaetoceros compressus* y f) *C. curvisetus*



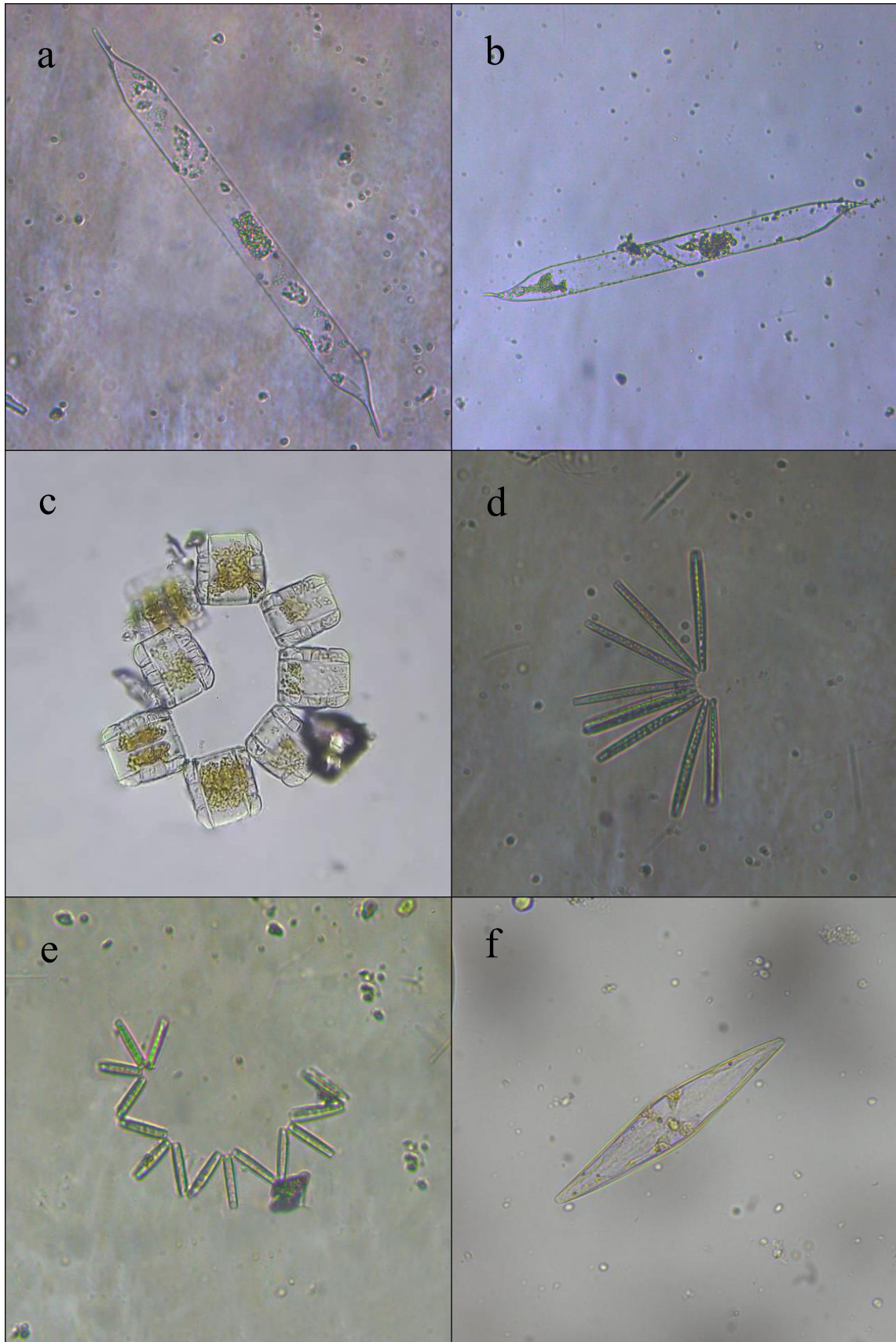
Anexo 2. a) *Chaetoceros affini*, b) *C. decipiens*, c) *C. didymus*, d) *C. lorenzianus*,  
 e) *Coscinodiscus centralis* y f) *C. granii*.



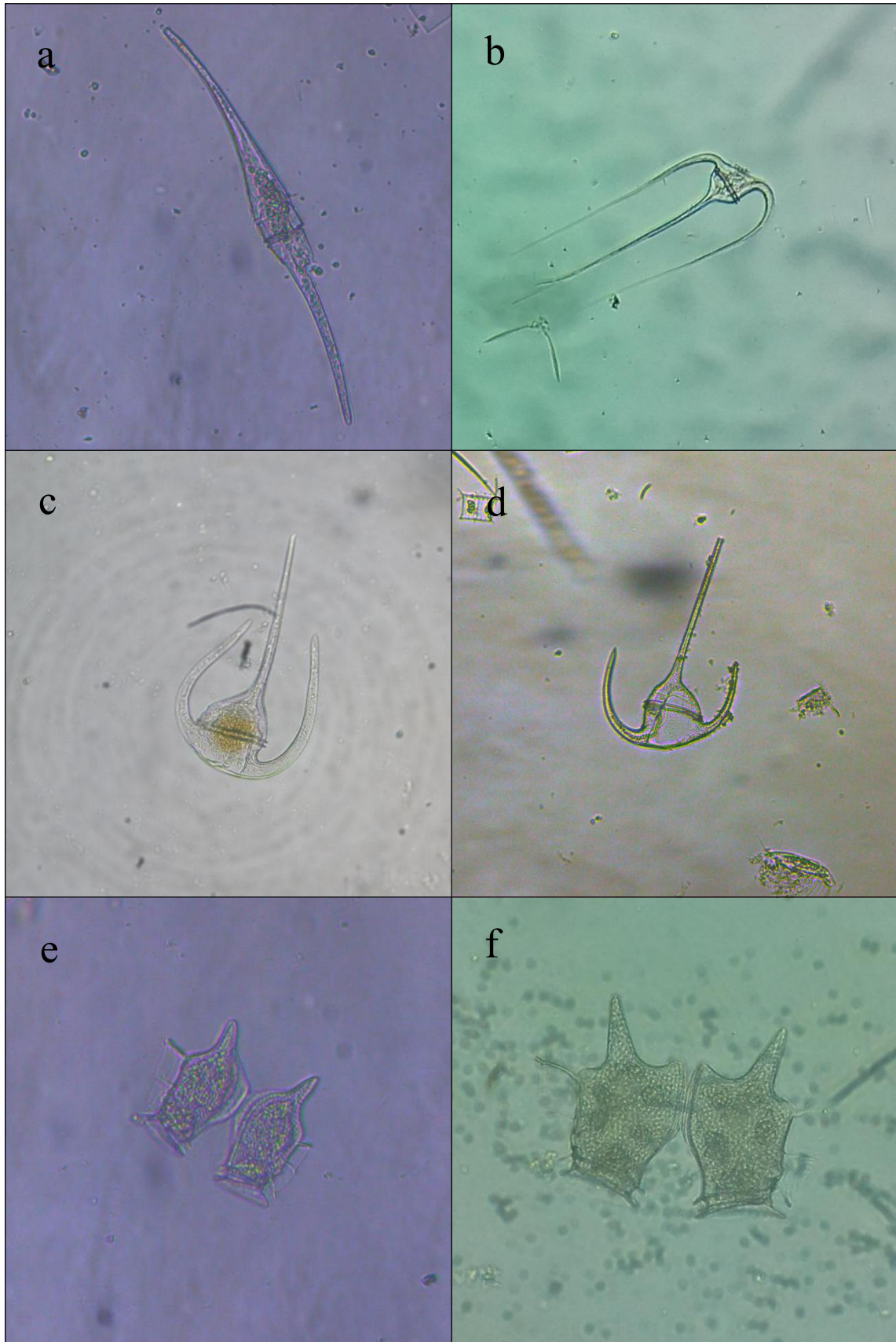
Anexo 3. a) *Coscinodiscus gigas*, b) *C. perforatus*, c) *Detonula pumila*, d) *Ditylum brightwellii*, e) *Grammatophora marina* y f) *Gyrosigma* sp.



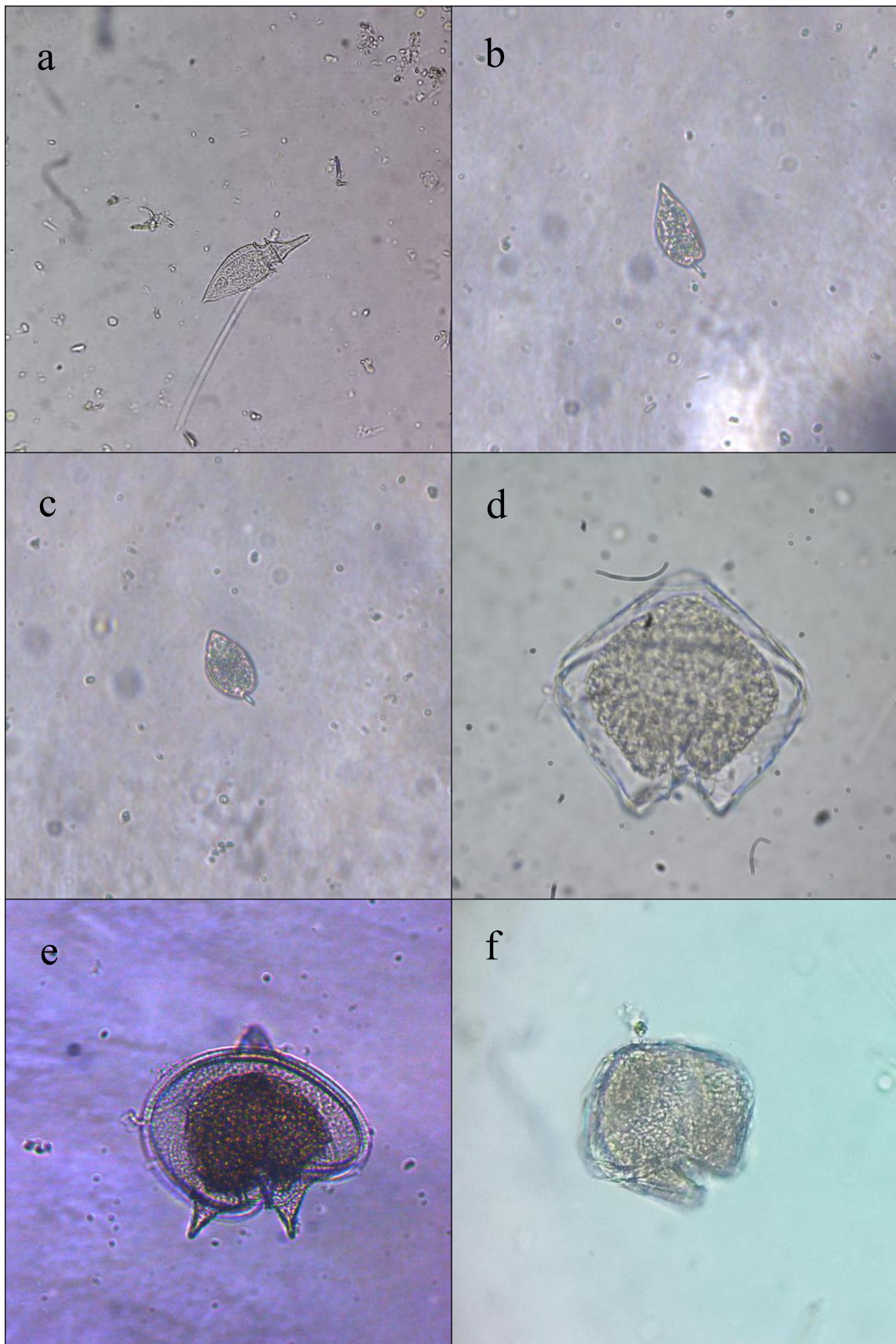
Anexo 4. a) *Entomonies alata*, b) *Lithodesmiun undulatum*, c) *Melosira moniliformis*,  
d) *Membraneis challengeri*, e) *Odontella aurita* y f) *Planktoniella sol*



Anexo 5. a) *Proboscia alata*, b) *Pseudosolenia calcar-avis*, c) *Trigonium alternans*,  
 d) *Thalassionema frauenfeldii*, e) *T. nitzschoides* y f) *Pleurosigma angulatum*

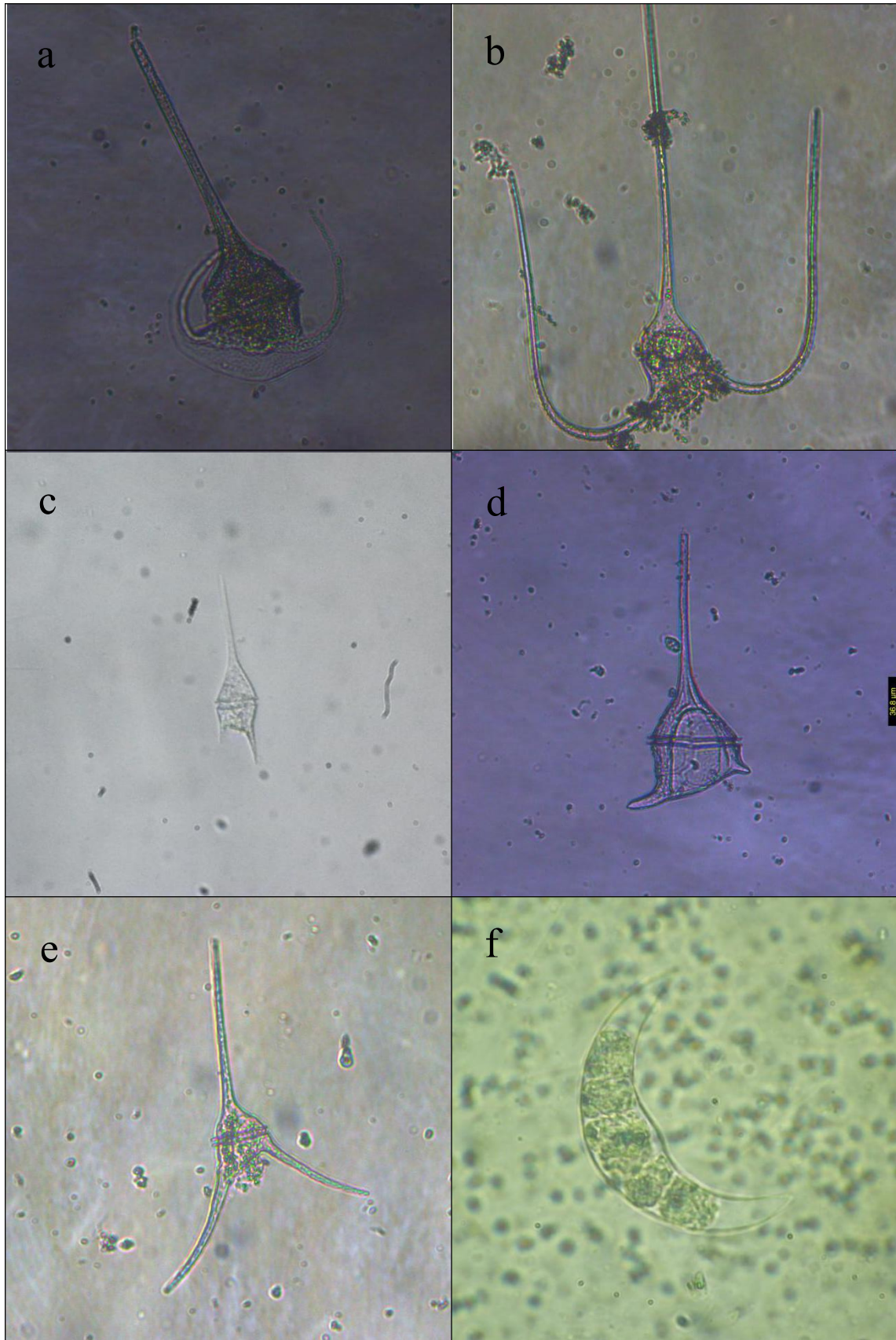


Anexo 6. a) *Ceratium fusus*, b) *C. horridum*, c) *Ceratium symmetricum*, d) *C. tripos* e) *Dinophysis caudata* y f) *D. tripos*.

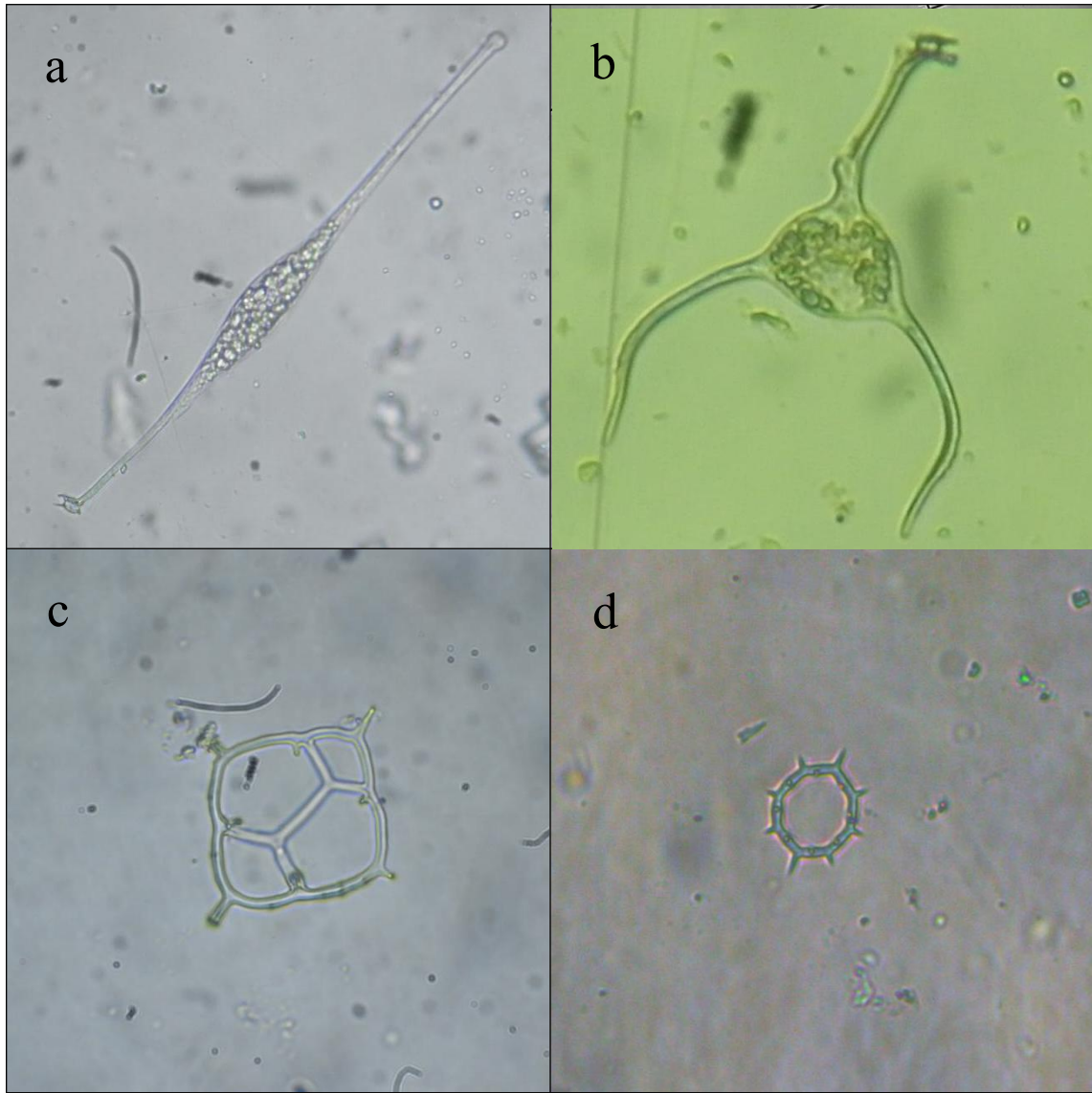


Anexo 7. a) *Phalacroma oxytoxoides*, b) *Prorocentrum gracile*, c) *P. micans*,  
 d) *Protoperidinium conicum*. e) *P. depressum* y f) *P. obtusum*.





Anexo 8. a) *Tripes concilians*, b) *T. macroceros*, c) *T. kofoidi* d) *T. dens*.  
 e) *Tripes* sp. 1 y f) *Pyrocystis lunula*.



Anexo 9. a) *Amphisolenia* sp. b) *Triposolenia bicornis*, c) *Dyctiocha fibula* var. *Robusta* y d) *Octactis octonaria*.

Anexo 10. Densidad fitoplanctónica en Cerro Negro de mayo a octubre del 2017

Zona	CERRO NEGRO					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
<b>DIATOMEAS</b>						
<i>Actinoptychus senarius</i>	1	6	5	1	2	11
<i>Actinoptychus</i> sp.	6	11	0	2	9	0
<i>Actinoptychus splendens</i>	3	10	0	0	2	13
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	33	18	0	9	337	495
<i>Cerataulina</i> sp.	0	10	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	11	64	79	25	369	3
<i>Chaetoceros constrictus</i>	11	38	165	174	292	61
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	0	188	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	114	144	129	8	213	503
<i>Chaetoceros danicus</i>	20	18	0	0	46	3
<i>Chaetoceros debilis</i>	0	0	154	0	489	1075
<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	0	82	312	226	121
<i>Chaetoceros didymus</i>	12	94	297	126	225	39
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	168	1117	3141	4065	4309	8949
<i>Coscinodiscus centralis</i>	403	519	416	459	314	102
<i>Coscinodiscus gigas</i>	0	0	0	273	118	134
<i>Coscinodiscus granii</i>	8	12	9	5	325	171
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	391	225	355	237	187	291
<i>Coscinodiscus</i> sp.	1	11	2	5	2	0
<i>Coscinodiscus wailessi</i>	267	105	19	12	180	304
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0	0	0	0	12	5
<i>Detonula pumila</i>	16	16	82	0	11	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	0	1	231	322
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	0	0	130	225
<i>Eucampia zodiacus</i>	0	15	0	0	16	9
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Guinardia</i> sp.	0	2	0	0	0	0
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	0	0	0	150	23
<i>Hemiaulus sinensis</i>	0	7	0	3	3	0
<i>Leptocylindrus danicus</i>	101	45	219	189	91	131
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	0	193	310	495	634	1981
<i>Melosira moniliformis</i>	0	0	0	0	0	5
<i>Membraneis challengerii</i>	0	5	1	0	8	3
<i>Navicula</i> sp.	27	15	3	16	148	49
<i>Neocalyptrella robusta</i>	0	36	132	7	12	4
<i>Odontella aurita</i>	12	27	38	30	77	187
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	2	1	0	2
<i>Pleurosigma angulatum</i>	107	157	115	17	115	79
<i>Pleurosigma</i> sp.	2	0	0	4	1	1
<i>Proboscia alata</i>	35	48	0	2	73	34
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	8	0	6	229	799	1027
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	0	0	0	2	0	0
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	20	72	48	3	33	99
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	0	0	2	29	425	768

<i>Skeletonema costatum</i>	345	730	464	1925	1784	2174
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	6	44	0	0	100	74
<i>Stephanopyxis turris</i>	0	0	28	15	65	23
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	0	405	242	995	322
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	38	185	364	992	1187	569
<i>Thalassiosira gravida</i>	20	157	280	63	300	393
<i>Thalassiosira</i> sp. 1	0	0	94	0	46	4
<i>Thalassiosira</i> sp. 2	0	0	16	6	6	2
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	0	5	0	0	0	0
<i>Thalassiothrix</i> sp.	173	128	0	0	0	0
<i>Trigonium alternans</i>	0	0	0	0	50	13

#### **DINOFLAGELADOS**

<i>Amphisolenia</i> sp.	0	0	0	0	4	1
<i>Ceratium fusus</i>	15	11	121	157	46	20
<i>Ceratium horridum</i>	67	0	123	55	25	10
<i>Ceratium symmetricum</i>	0	0	0	0	2	3
<i>Ceratium Tripos</i>	42	15	68	7	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	5	8	75	4	11	4
<i>Dinophysis</i> sp.	0	0	1	0	0	0
<i>Dinophysis tripos</i>	0	0	1	2	3	0
<i>Noctiluca</i> sp.	133	12	0	67	0	0
<i>Phalacroma oxytoxoides</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	2	2	0	2
<i>Prorocentrum micans</i>	0	0	0	10	0	1
<i>Protoperidinium conicum</i>	28	0	9	0	3	3
<i>Protoperidinium crassipes</i>	29	3	12	5	1	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	344	22	25	176	281	307
<i>Protoperidinium excentricum</i>	0	0	15	0	56	12
<i>Protoperidinium grande</i>	63	0	4	3	2	0
<i>Protoperidinium mite</i>	0	0	0	0	14	9
<i>Protoperidinium minutum</i>	0	0	0	0	0	12
<i>Protoperidinium obtusum</i>	0	0	5	2	58	14
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	1	0	0	0	0	6
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0	0	12	2	3	0
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	7	181	10	0	4
<i>Protoperidinium solitarium</i>	0	0	0	0	3	17
<i>Protoperidinium</i> sp. 1	4	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium</i> sp. 2	0	0	0	0	5	6
<i>Pyrocystis lunula</i>	1	0	0	0	0	0
<i>Tripos dens</i>	44	3	156	204	14	3
<i>Tripos furca</i>	1	1	87	218	182	216
<i>Tripos kofoidi</i>	0	0	0	40	0	0
<i>Tripos macroceros</i>	0	0	69	51	1	0
<i>Tripos Pulchellus</i>	2	0	0	0	0	0
<i>Tripos</i> sp. 1	0	0	0	1	2	0
<i>Triposolenia bicornis</i>	0	0	0	0	2	0

#### **CRHYSOPHYTA**

<i>Dictyocha fibula</i>	1	3	6	0	9	1
<i>Octactis octonaria</i>	2	4	61	7	14	7

Anexo 10. Densidad fitoplanctónica en Cerro Negro de mayo a octubre del 2017

Zona	CHÉRREPE					
	Meses	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
<b>DIATOMEAS</b>						
<i>Actinoptychus senarius</i>	0	1	2	1	3	6
<i>Actinoptychus sp.</i>	27	0	4	0	0	0
<i>Actinoptychus splendens</i>	4	4	2	2	5	5
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	0	24	0	46	0
<i>Biddulphia antediluviana</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetoceros affinis</i>	23	4	0	0	0	0
<i>Chaetoceros constrictus</i>	0	7	48	20	23	6
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	78	56	33	0	12	8
<i>Chaetoceros debilis</i>	0	0	75	0	103	116
<i>Chaetoceros decipiens</i>	4	0	323	587	376	406
<i>Chaetoceros didymus</i>	9	12	35	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	3277	1615	4182	7697	12077	13826
<i>Coscinodiscus centralis</i>	214	313	139	353	385	138
<i>Coscinodiscus gigas</i>	0	0	0	132	67	78
<i>Coscinodiscus granii</i>	129	13	25	211	126	267
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	101	0	182	248	81	551
<i>Coscinodiscus sp.</i>	0	2	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	249	174	130	243	105	309
<i>Detonula pumila</i>	24	0	10	0	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	1	0	0	5
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	0	0	0	13
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	4	8
<i>Gyrosigma sp.</i>	0	0	0	0	6	9
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	3	25	0	0	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Lithodesmiun undulatum</i>	54	28	382	708	615	442
<i>Melosira moniliformis</i>	0	0	0	13	0	4
<i>Membraneis challengerii</i>	0	2	1	0	2	5
<i>Navicula sp.</i>	0	0	7	3	0	0
<i>Neocalyptrella robusta</i>	0	6	16	9	5	3
<i>Odontella aurita</i>	7	1	33	10	23	63
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>	11	23	16	9	16	12
<i>Pleurosigma sp.</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Proboscia alata</i>	4	0	0	0	0	0
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	5	4	13	5	2	26
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	13	6	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	0	0	2	2	26	48
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Skeletonema costatum</i>	6	12	216	121	35	69
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	35	0	0	8	76	5
<i>Stephanopyxis turris</i>	0	0	13	16	26	4
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	0	13	0	104	38
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	43	34	166	76	136	17

<i>Thalassiosira gravida</i>	3	27	95	6	33	166
<i>Trigonium alternans</i>	0	0	0	0	0	5
<i>Thalassiosira</i> sp. 1	0	7	131	0	3	0
<i>Thalassiosira</i> sp. 2	0	0	6	2	16	0
<i>Thalassiotrix</i> sp.	10	4	0	0	0	0

#### **DINOFLAGELADOS**

<i>Amphisolenia</i> sp.	0	0	0	0	0	3
<i>Ceratium fusus</i>	16	15	3	30	0	7
<i>Ceratium horridum</i>	3	178	86	29	20	16
<i>Ceratium Tripos</i>	10	231	18	1	1	0
<i>Ceratium symmetricum</i>	0	0	0	0	0	5
<i>Dinophysis caudata</i>	12	9	4	13	15	19
<i>Dinophysis tripos</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Noctiluca</i> sp.	0	3	0	0	0	0
<i>Phalacroma oxytoxoides</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium conicum</i>	19	0	5	5	1	104
<i>Protoperidinium crassipes</i>	211	27	56	7	0	1
<i>Protoperidinium depressum</i>	247	317	132	461	481	554
<i>Protoperidinium excentricum</i>	0	0	0	0	0	3
<i>Protoperidinium grande</i>	11	3	3	0	4	0
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	0	0	0	0	3
<i>Protoperidinium mite</i>	0	0	0	0	2	3
<i>Protoperidinium minutum</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	0	0	2	0	1
<i>Protoperidinium obtusum</i>	0	0	0	0	42	137
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	0	0	0	0	0	13
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0	0	0	1	0	3
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	133	152	76	28	9	40
<i>Protoperidinium solitarium</i>	0	0	0	0	0	9
<i>Protoperidinium</i> sp. 1	0	0	0	1	0	0
<i>Protoperidinium</i> sp. 2	0	0	0	1	1	3
<i>Protoperidinium</i> sp. 3	0	0	0	0	0	1
<i>Protoperidinium</i> sp. 4	0	0	0	0	0	1
<i>Tripos concilians</i>	0	3	0	0	0	0
<i>Tripos dens</i>	10	16	30	78	0	2
<i>Tripos furca</i>	6	6	4	25	16	79
<i>Tripos longipes</i>	0	4	0	0	0	0
<i>Tripos pulchellus</i>	0	24	0	0	0	0
<i>Tripos</i> sp. 1	0	2	3	0	0	0
<i>Tripos</i> sp. 2	0	0	1	91	0	1
<i>Triposolenia bicornis</i>	0	0	0	0	0	1

#### **CRHYSOPHYTA**

<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	0	0	3	3
<i>Dictyocha fibula</i> var. <i>robusta</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Octactis octonaria</i>	0	0	5	0	3	1



Anexo 11. GPS Garmin 421s utilizado en la investigación para la georreferencia.



Anexo 12. Microscopio óptico epifluorescente LEICA utilizado en los métodos cualitativo y cuantitativo de la investigación.



Anexo 13. Red de fitoplancton estándar de 75 µm de abertura utilizado en la recolección de la muestra.



Anexo 14. Frascos de polietileno de 200 mL de capacidad utilizados para la conservación de la muestra.