



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO**

**TESIS DE LICENCIATURA EN OCEANOGRAFÍA**

**Influencia de parámetros físico-químicos sobre la  
distribución del fitoplancton en el área de El Rincón,  
plataforma surbonaerense del Mar Argentino**

**Carola Ferronato**

**Directora: Dra. Valeria A. Guinder**

**Co-Directora: Dra. Elisa R. Parodi**

**BAHÍA BLANCA, 2018**

## **Agradecimientos**

A la Dra. Valeria Guinder, por iniciarme en el campo de la investigación.

A la Dra. Elisa Parodi, por sus consejos y por brindarme la oportunidad de postularme a una beca de investigación otorgada por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur, que me permitió llevar a cabo este estudio.

A la Dirección del Instituto Argentino de Oceanografía, por permitirme utilizar sus instalaciones.

A todos los docentes de la carrera, que me formaron en esta profesión que amo.

Al Departamento de Geografía y Turismo, que siempre se mostraron dispuestos a solucionar cualquier inconveniente.

A mis amigos de la vida, por tantas alegrías.

Y lo más importante, a mis viejos, porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

## Resumen

En esta Tesis, se analiza la influencia de parámetros físico-químicos sobre la distribución de la comunidad fitoplanctónica en el área de El Rincón, plataforma surbonaerense del Mar Argentino durante dos campañas oceanográficas, una a fines de verano (marzo de 2013) y otra a comienzos de la primavera (septiembre de 2015). Esta área es reconocida por su alta biodiversidad y relevancia ecológica y socioeconómica. Las características oceanográficas y físico-químicas de El Rincón proporcionan un ecosistema altamente productivo que ofrece refugio para la reproducción y el desarrollo larvario de múltiples especies de interés comercial. Pese a su gran relevancia, hasta el presente existe poca información acerca de la influencia de los parámetros físico-químicos sobre la distribución y estructura de la comunidad del fitoplancton, primer eslabón de la trama trófica.

El área de estudio presentó variación espacial en la temperatura y salinidad superficiales y en la concentración de nutrientes inorgánicos. Esto parece estar asociado a la interacción de distintas masas de agua provenientes del estuario de Bahía Blanca y el golfo San Matías, los ríos Colorado y Negro y la plataforma exterior. Los máximos valores de abundancia celular y clorofila *a* se hallaron en la boca del estuario de Bahía Blanca (<15m) y en plataforma media (>50m), probablemente asociados a los aportes continentales de nutrientes y al frente de plataforma, respectivamente. En plataforma interna, caracterizada por la presencia de masas de agua pobres en nutrientes del golfo San Matías, se encontraron las más bajas densidades celulares y de clorofila *a*. Por otro lado, los procesos de mezcla vertical y resuspensión típicos de la franja costera constituyeron un hábitat ideal para el desarrollo de una comunidad dominada por diatomeas. En plataforma, el aumento de estratificación vertical asociado a las mayores profundidades favoreció el crecimiento de organismos móviles: flagelados y dinoflagelados. La alta complejidad del área de El Rincón, producto de la diversidad de sus masas de agua, se vio reflejada en la estructura de la comunidad de productores primarios, lo que modula en última instancia la disponibilidad de recursos pesqueros.

**Palabras claves:** El rincón, parámetros físico-químicos, productores primarios.

## **Abstrac**

High biodiversity and ecological and socioeconomic relevance characterize the area of “El Rincón”. Its oceanographic regime produce an appropriate environment for the development of several commercial species. However, there is scarce information about the influence of physicochemical parameters on the structure of primary producers. Two oceanographic cruises were carried out, one on March 2013 and the other on September 2015. Significant variations on surface temperature, salinity and inorganic dissolved nutrients were found in the study area. This was due to the presence of different water masses, originated on the Bahía Blanca estuary, San Matías gulf, Colorado and Negro rivers and external shelf. The highest values of cellular density and chlorophyll were registered at the mouth of Bahía Blanca estuary (<15m) and in medium shelf (>50m), associated to land-contributions of nutrients and the shelf front, respectively. The internal shelf region showed the lowest cellular densities. Here, the water masses advected from the San Matías gulf are responsible for the low productivity. In addition, the well-mixed structure and turbulence of the water column at the coast, contribute to the development of a community dominated by diatoms. Furthermore, stratification associated with greater depths promote growing of motile organisms: dinoflagellates and flagellates. The high complexity of the El Rincón area, product of the diversity of its water masses, was reflected in the structure of the community of primary producers, which will determine, ultimately, the availability of fishing resources.

**Key words:** El Rincón, physicochemical parameters, primary producers.

# Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Definición del problema.....	1
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Hipótesis de trabajo.....	3
1.4. Objetivos.....	4
<b>2. Área de estudio.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>6</b>
Obtención de muestras.....	6
Fitoplancton.....	6
Clorofila a.....	7
Nutrientes inorgánicos disueltos.....	7
Análisis de datos.....	7
<b>4. Resultados.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Temperatura y salinidad.....</b>	<b>9</b>
Campaña de marzo de 2013.....	9
Campaña de septiembre de 2015.....	9
<b>4.2. Nutrientes inorgánicos disueltos.....</b>	<b>11</b>
Campaña de marzo de 2013.....	11
<b>4.3. Estructura de la comunidad de fitoplancton.....</b>	<b>12</b>
4.3.1. Campaña de marzo de 2013.....	12
4.3.2. Campaña de septiembre de 2015.....	16
<b>5. Discusión.....</b>	<b>21</b>
<b>5.1. Temperatura y salinidad.....</b>	<b>21</b>
Campaña de marzo de 2013.....	21
Campaña de septiembre de 2015.....	22
<b>5.2. Nutrientes inorgánicos disueltos.....</b>	<b>23</b>
<b>5.3. Estructura de la comunidad de fitoplancton.....</b>	<b>24</b>

Composición por grupos taxonómicos.....	24
Abundancia celular y concentración de clorofila a.....	27
<i>Campaña de marzo de 2013.....</i>	<i>27</i>
<i>Campaña de septiembre de 2015.....</i>	<i>28</i>
Análisis de agrupamiento y de distribución espacial.....	31
<i>Campaña de marzo de 2013.....</i>	<i>31</i>
<i>Campaña de septiembre de 2015.....</i>	<i>32</i>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
<b>7. Referencias.....</b>	<b>34</b>
<b>8. Anexo.....</b>	<b>45</b>

## 1. Introducción

### 1.1. Definición del problema

La plataforma continental argentina es una de las áreas más productivas a nivel mundial y que alberga gran diversidad de recursos de importancia ecológica y económica (Acha et al., 2004; Costanza et al., 2014). Su gran extensión y compleja interacción de masas de agua y forzantes climáticos permiten la formación de varios sistemas frontales. Estos sistemas son altamente productivos ya que se caracterizan por presentar altos niveles de nutrientes en la zona eufótica que favorecen el desarrollo de grandes cantidades de fitoplancton (Guerrero y Piola, 1997).

El régimen oceanográfico de la plataforma continental argentina está determinado por la advección de masas de agua de origen subantártico (Guerrero y Piola, 1997; Piola y Rivas, 1997), modificadas por las descargas fluviales, el ciclo anual de temperatura, los vientos predominantes y la acción de las mareas (Lucas et al., 2005). Además, dos importantes corrientes fluyen siguiendo el contorno del talud continental: la corriente fría de Malvinas y la corriente cálida de Brasil. La primera fluye hacia el norte transportando masas de agua rica en nutrientes. La corriente de Brasil, en cambio, es más salina y pobre en nutrientes, y se dirige hacia el sur (Piola et al., 2000; Palma et al., 2008; Matano et al., 2010). Ambas se encuentran hacia los 39° S y constituyen una de las regiones más energéticas a nivel global, denominada Confluencia Brasil-Malvinas (Piola y Matano, 2001).

Las aguas frías de la corriente de Malvinas se encuentran con aguas de plataforma de origen subantártico y generan un frente oceánico en el talud de plataforma (Martos y Piccolo, 1988). Este frente se encuentra asociado a un fuerte gradiente térmico (Saraceno et al., 2004) y una alta concentración de clorofila *a* (Acha et al., 2004; Romero et al., 2006; Carreto et al., 2007; Rivas et al., 2008; Bianchi et al., 2009). La alta productividad en esta zona sostiene importantes *stocks* pesqueros de merluza (Podestá, 1990), anchoíta y langostino (Bertolotti et al., 1996).

El fitoplancton marino desempeña un papel clave en el secuestro de CO<sub>2</sub> atmosférico, en la productividad primaria y en los flujos biogeoquímicos (Legendre & Rassoulzadegan, 1996). La distribución de los productores primarios en el océano es el resultado de múltiples adaptaciones de los grupos de microalgas a las condiciones ambientales (temperatura, nutrientes, luz, turbulencia, etc.) (Margalef, 1978). Así, aguas turbulentas y/o ricas en nutrientes son favorables para el desarrollo de células grandes (e.g. diatomeas y dinoflagelados), mientras que en aguas estratificadas y/o pobres en

nutrientes se desarrollan algas pequeñas (*e.g.* flagelados  $<10\mu\text{m}$ ) (Margalef, 1978; Cushing, 1989; Chrisholm, 1992; Marañón, 2009).

La dinámica estacional y la sucesión de la comunidad de fitoplancton está estrechamente relacionada con cambios en la estructura de la columna de agua, la disponibilidad de luz y nutrientes y la presión ejercida por el consumo de zooplancton (Cloern, 1996; Ribera d'Alcalà et al., 2004; Silva et al., 2009). Modificaciones en la composición de la comunidad (estructura por tamaños o grupos funcionales) pueden afectar a los ciclos biogeoquímicos de los elementos y a la transferencia trófica de energía a niveles superiores, determinando así la productividad secundaria del ecosistema (Falkowski & Oliver, 2007; Cloern & Dufford, 2005).

En el sector bonaerense de la plataforma argentina, el área denominada “El Rincón” (38,5-41°S, 60-62°O) es reconocida por su alta biodiversidad y relevancia ecológica. Comprende el sector costero ( $<50\text{m}$ ), delimitado por el estuario de Bahía Blanca hacia el norte y por la desembocadura del río Negro hacia el sur (incluyendo la descarga del río Colorado). Aquí, la primer “terrazza” de la plataforma continental alcanza su mayor extensión con profundidades menores a 30 m (Parker et al. 1997). Debido a su geomorfología, El Rincón constituye un área de reposo que ha sido asociada a un patrón de circulación en sentido antihorario (Palma et al., 2008; Audad y Martos, 2012).

El establecimiento de un frente salino dentro del área se encuentra en estrecha relación con la presencia de organismos como la pescadilla de red, pez palo, palometa, lenguado (Macchi y Acha 1998), anchoíta bonaerense (Martos et al. 2005, Audad y Martos 2012, Pájaro et al. 2008) y la caballa (Perrotta et al. 2007). A su vez, la alta disponibilidad de alimento, los rangos apropiados de temperatura y salinidad y la existencia de mecanismos de retención, hacen del Rincón un sector idóneo para la reproducción y el desarrollo larvario de múltiples especies (Marrari et al., 2004; Hoffmeyer et al., 2009). Actualmente, existe mucha información respecto del funcionamiento hidrodinámico del área y su relación con la distribución y disponibilidad de organismos, principalmente correspondiente a los eslabones superiores. Pese a ello, aún permanece poco conocida la estructura de la comunidad de productores primarios, base de la trama trófica, en la extensa área de El Rincón. El presente estudio analiza la variación de parámetros físico-químicos (como temperatura, salinidad y nutrientes inorgánicos disueltos) y su relación con la distribución y composición del fitoplancton en El Rincón.



## 1.2. Antecedentes

La ocurrencia de *blooms* fitoplanctónicos a lo largo de la plataforma continental argentina, y su relación con los factores ambientales, han sido analizados a partir de medidas *in situ* de clorofila *a* e imágenes satelitales del color del océano (Carreto et al., 2007; Signorini et al., 2006; García et al., 2008). Los organismos responsables de los altos niveles de clorofila *a* han sido determinados mediante análisis de pigmentos fotosintéticos (Moreno et al., 2012; Carreto et al., 2016) y por sus propiedades bio-ópticas (Lutz et al., 2010; Segura et al., 2013). A su vez, se ha estudiado la variabilidad estacional e interanual del frente del talud y su relación con la estructura termohalina de la columna de agua (Rivas et al., 2006; Romero et al., 2006; Saraceno et al., 2005).

En cuanto a la productividad primaria, existe poca información acerca de la distribución de clorofila *a* y los componentes del fitoplancton en el área de estudio. Algunos trabajos describieron la composición y distribución de la comunidad de fitoplancton durante muestreos aislados (Silva et al., 2009, Negri et al., 2013). Otros se centran en áreas adyacentes, como Bahía Anegada (Garibotti et al., 2011), el estuario de Bahía Blanca (Popovich y Marcovecchio 2008; Guinder et al., 2010, 2013, 2016; López Abbate et al., 2017) y el balneario de Monte Hermoso (Gayoso y Muglia, 1991; Pratolongo et al., 2015; Ripari et al., 2015).

## 1.3. Hipótesis de trabajo

Considerando que:

- los aportes de materia orgánica y nutrientes disueltos en la zona costera por descargas continentales, junto con la formación de celdas de circulación e intrusión de masas de agua de distintas características en plataforma, generan un ambiente de gran heterogeneidad espacial y
- que la variación de los parámetros físico-químicos modula la abundancia, estructura y composición de la comunidad de productores primarios,

se formula la siguiente hipótesis:

*Las características físico-químicas particulares del área de El Rincón regulan la distribución y composición del fitoplancton.*

## 1.4. Objetivos

Establecer los parámetros físico-químicos particulares del área de El Rincón, definidos principalmente por el gradiente costa-mar, que regulan la distribución de la comunidad fitoplanctónica.

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la comunidad de fitoplancton en base a grupos funcionales y biomasa en términos de contenido de carbono y concentración de clorofila *a*.
- Relacionar la comunidad fitoplanctónica con parámetros físico-químicos medidos *in situ* (temperatura y salinidad superficiales del agua), estructura de la columna de agua (verticalmente homogénea o estratificada) y nutrientes inorgánicos disueltos.
- Analizar la similitud/disimilitud entre las estaciones de muestreo según los grupos funcionales del fitoplancton y definir grupos espaciales de estaciones.
- Realizar mapas de distribución de los distintos grupos funcionales del fitoplancton (e.g. diatomeas, dinoflagelados, coccolitofóridos).
- Interpretar la relación entre los parámetros físicos y químicos del área de estudio y los agrupamientos espaciales de estaciones, a través de la integración de los objetivos específicos planteados.

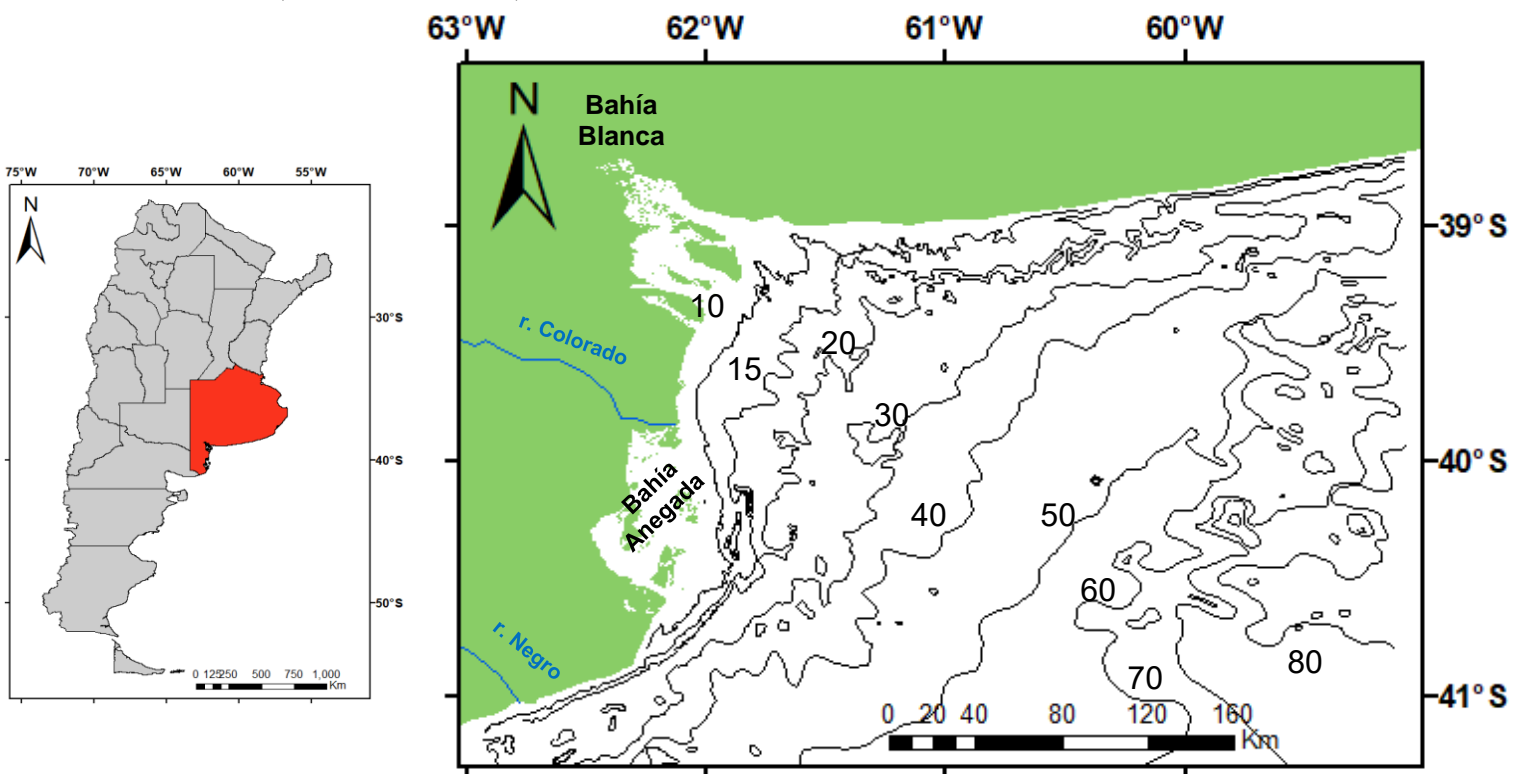
## 2. Área de estudio

El área de El Rincón (figura 1) se encuentra influenciada por la advección de masas de agua típicas de plataforma ( $33,5 < S < 33,7$ ), las cuales se desplazan desde el sector sur en dirección NE (Piola y Rivas, 1997; Martos y Piccolo, 1988). Este flujo en plataforma media y externa es generado por los vientos locales y el gradiente de presión barotrópica asociado a la corriente de Malvinas (Palma et al., 2008).

En la franja costera las aguas se encuentran diluidas por los aportes continentales del río Colorado ( $99 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) y el río Negro ( $945 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) (Guerrero, 1998; Lucas et al., 2005). Esta lengua de agua costera ( $S < 33,5$ ) se mantiene verticalmente homogénea todo el año, debido al efecto de fricción generado por el viento en superficie y por las corrientes de marea en el fondo (Guerrero, 1998). En el sector adyacente al litoral costero se detecta un máximo de salinidad (Guerrero y Piola, 1997). Se trata de una masa de agua salina ( $33,7 < S < 34,1$ ), originada en el Golfo San Matías, la cual ingresa a la plataforma interna por advección desde la boca del golfo en dirección N-NE paralela a la línea de costa (Lucas et al., 2005).

Un frente salino separa las aguas costeras diluidas de las de plataforma interna (Guerrero, 1998; Guerrero y Piola, 1997). Este frente se mantiene verticalmente homogéneo y es forzado por la batimetría y la circulación media de plataforma. El mismo se ubica paralelo a la costa en dirección N-S e interceptaría a la costa cuando ésta se orienta en dirección O-E, aproximadamente a la altura de la localidad de Pehuen-Có ( $62^{\circ} 33'$ ) (Guerrero, 1998). Un segundo frente se ubicaría hacia el este del máximo de salinidad, que resulta del encuentro de masas de agua locales con las típicas de plataforma (Lucas et al., 2005). Estas últimas son más frías, relativamente menos salinas y verticalmente estratificadas (Guerrero y Piola, 1997).

Debido a la geomorfología local, El Rincón se caracteriza por corrientes débiles en plataforma interna. Esta área de reposo se encuentra asociada a un patrón de circulación en sentido antihorario, el cual permitiría el ingreso de masas de agua del golfo San Matías. Si bien no existen mediciones de corrientes que confirmen estos resultados, los mismos concuerdan con lo observado por Lucas et al. (2005) para la plataforma. Según modelos numéricos, el giro se formaría durante el invierno y colapsaría hacia el verano (Palma et al., 2008).



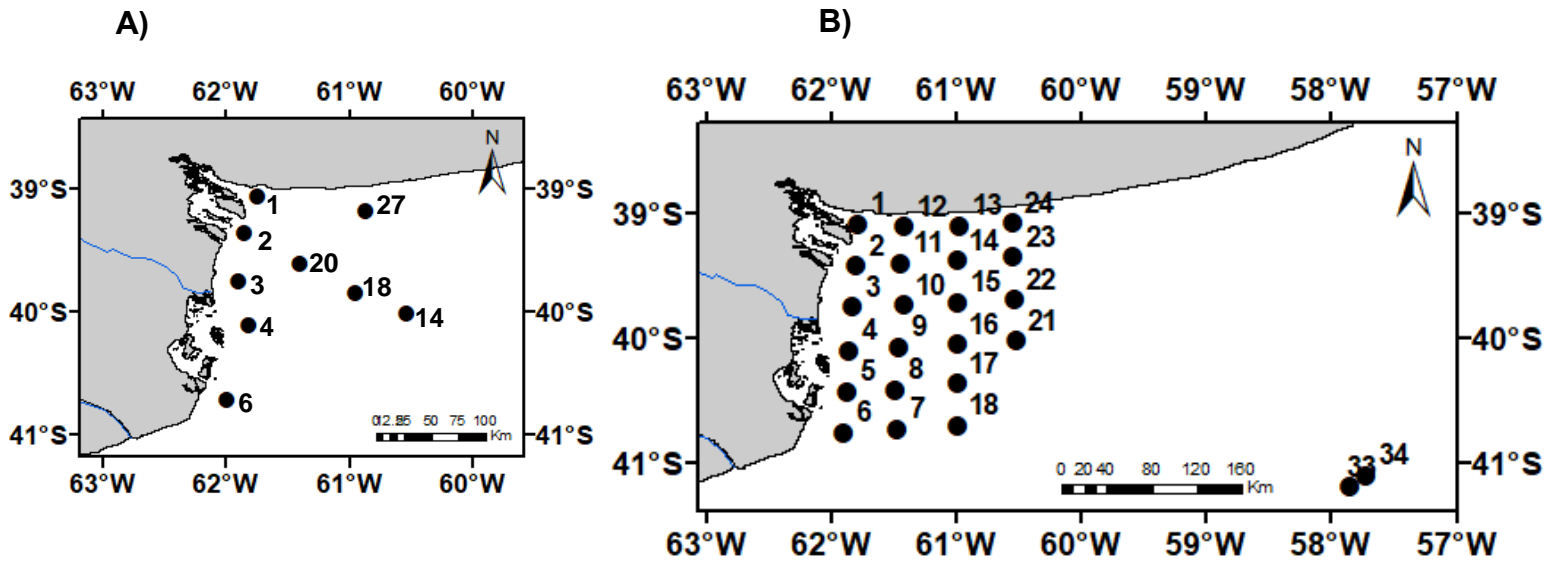
**Figura 1:** Ubicación área de estudio. Las líneas negras representan las isobatas (en metros).

### 3. Materiales y métodos

#### Obtención de muestras

Las muestras de agua se obtuvieron a bordo del motovelero B. Houssay a cargo del Instituto Argentino de Oceanografía, IADO-CONICET, en dos campañas oceanográficas.

- 1) del 11 al 14 de marzo de 2013 (9 estaciones) (figura 2A).
- 2) del 5 al 9 septiembre de 2015 (24 estaciones) (figura 2B).



**Figura 2:** Estaciones muestreadas durante la campaña de A) marzo de 2013 y B) septiembre de 2015.

En cada estación de muestreo se registraron datos de temperatura y salinidad superficial mediante un sensor portátil Horiba. En la campaña de septiembre de 2015 se utilizó además un CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) con el que se obtuvieron datos de temperatura y salinidad en la columna de agua. Se tomaron muestras de agua superficiales con botella *Niskin* para el análisis cuantitativo de fitoplancton, determinación de nutrientes inorgánicos disueltos (en la campaña de marzo de 2013) y de clorofila *a*. Mediante una red de 20  $\mu\text{m}$  de poro se colectaron muestras de agua por arrastres superficiales para evaluar la composición específica del fitoplancton.

**Fitoplancton:** Esas muestras se fijaron con formaldehído al 4% y las destinadas al análisis cuantitativo con Lugol al 10%. El recuento de organismos ( $>5\mu\text{m}$ ) se realizó siguiendo el método de Utermöhl utilizando un cámara de recuento y microscopio invertido sedimentando 10ml de muestra (Hasle, 1978). La taxonomía se efectuó bajo microscopía óptica convencional usando un Nikon Eclipse E-400 y a través de bibliografía clásica (Thomas CR, 1997, Hoppenrath et al. 2009). La identificación y los recuentos celulares se llevaron a cabo dentro de las instalaciones del Laboratorio de

Microscopía del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO). Para el cálculo de biovolumen ( $\mu\text{m}^3$ ) se le asoció a cada género una forma geométrica o una combinación de formas geométricas simples (Hillebrand et al. 1999) y luego se las convirtió en contenido de carbono celular para la estimación de biomasa ( $\mu\text{g C}$ ) (Mender-Deuer and Lessard, 2000).

**Clorofila *a*:** Las muestras de agua se filtraron *in situ* en oscuridad usando filtros Whatman GF/F ( $0,7\mu\text{m}$  de poro) y se almacenaron en sobres de papel de aluminio en freezer común ( $-20\text{ }^\circ\text{C}$ ) hasta el momento de hacer las mediciones. La cuantificación se realizó empleando un espectrofluorómetro RF-5301PC Shimadzu, calibrado con un estándar de *Anacystis nidulans* sobre los extractos obtenidos usando acetona:agua (9:1) del material retenido en los filtros (Holm-Hansen et al., 1965).

**Nutrientes inorgánicos disueltos:** Las muestras de agua se filtraron *in situ* en oscuridad usando filtros Whatman GF/F ( $0,45\mu\text{m}$  de poro) y se almacenaron en sobres de papel de aluminio en freezer común ( $-20\text{ }^\circ\text{C}$ ) hasta el momento de hacer las mediciones. Los nutrientes inorgánicos disueltos se determinaron mediante un autoanalizador Technicolor II y fueron realizadas por el personal del Laboratorio de Química Analítica de la Universidad Nacional del Sur, a cargo de la Dra. Ana Martínez.

**Análisis de datos:** Utilizando métodos estadísticos standart y a partir de los datos cuantitativos de la composición específica se estimó la abundancia de células por litro y biomasa celular total y de cada grupo taxonómico. Mediante el paquete estadístico *Primer-E* (Clarke & Gorley, 2006) se construyeron matrices de distancia con las abundancias celulares de cada estación, utilizando como medida de disimilaridad la distancia de *Bray-Curtis*. Luego se realizó un análisis de agrupamiento (dendrograma) y de distribución espacial por MDS (análisis no-paramétrico de escalamiento multidimensional) entre las estaciones. Como algoritmo de clasificación se eligió un algoritmo jerárquico acumulativo, recurriendo al método de la media (*Group Average*), el cual es uno de los más usados, ya que tiene la ventaja de no distorsionar las medidas iniciales de disimilaridad. Con la información obtenida a partir del análisis de agrupamiento y de distribución espacial se definieron grupos de estaciones para evaluar sus semejanzas mediante un test SIMPER.

Para todo el análisis realizado con *Primer-E*, la matriz original de abundancias celulares fue modificada, conservando sólo aquellas especies que superaron el 1,1% de la abundancia relativa en al menos una estación. Además, los datos de abundancia celular

se transformaron usando la función logaritmo ( $Y=\log(X+1)$ ). A través de gráficos de tipo *QQplot* se probó que la distribución de datos no es normal y que la transformación logarítmica es la adecuada. También se chequeó la bondad de ajuste entre la disimilitud observada y la distancia de *Bray-Curtis* realizando un *stress plot*. El número de dimensiones utilizadas en la representación se justificó mediante un *scree plot*. Por último, se confeccionaron mapas de distribución de los principales grupos taxonómicos (diatomeas, dinoflagelados, cocolitofóridos y flagelados) a través del software *Ocean Data View* (Schlitzer, 2017).

## 4. Resultados

### 4.1. Temperatura y salinidad

#### Campaña de marzo de 2013

La temperatura media superficial fue 17,7 ( $\pm 0.9$ ) °C, con un máximo en la estación 2 y un mínimo en la estación 18. La salinidad media superficial fue 32,5 ( $\pm 0,7$ ), registrándose el máximo en la estación 6 y el mínimo en la estación 2 (Tabla 1).

**Tabla 1:** Datos de ubicación, profundidad, temperatura y salinidad superficial para cada estación. Campaña de marzo de 2013.

Estación	Latitud (°S)	Longitud (°O)	Profundidad (mts)	Temperatura (°C)	Salinidad
1	39° 04'	61° 45'	10	18,6	32,8
2	39° 22'	61° 51'	10	18,9	31,9
3	39° 45'	61° 54'	17	17,2	32,5
4	40° 07'	61° 49'	22	17,9	32,0
6	40° 43'	62° 00'	28	18,0	34,1
14	40° 01'	60° 32'	52	16,6	32,0
18	39° 51'	60° 57'	22	16,3	32,3
20	39° 37'	61° 24'	23	17,6	32,0
27	39° 11'	60° 52'	15	18,4	33,2

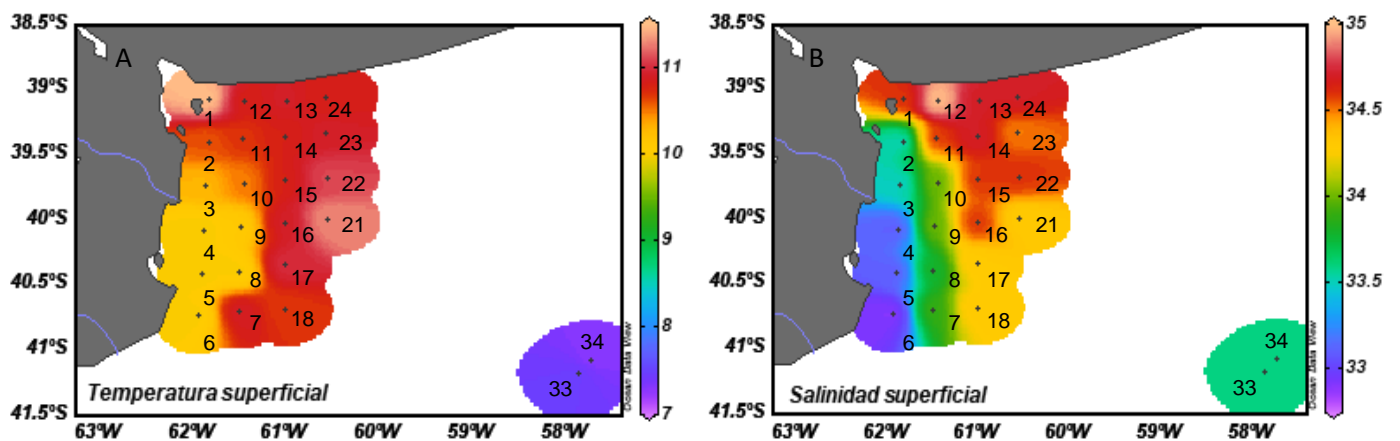
#### Campaña de septiembre de 2015

La distribución superficial de la temperatura y la salinidad en el área de estudio se muestra en la figura 2. La temperatura media superficial fue 10,4 ( $\pm 1,0$ ) °C, con un máximo en la estación 1 y un mínimo en las estaciones 33 y 34 (Tabla 2). La salinidad media superficial fue 34,1 ( $\pm 0,7$ ). Los valores mínimos de este parámetro se registraron en la desembocadura del río Colorado y río Negro, mientras que los máximos se ubicaron en el sector norte del área de estudio (Tabla 2, Figura 2B).

A partir de los datos de obtenidos mediante CTD, se determinó una diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo de 0,2°C en la estación 2 (14,4 m); 0,4°C en la estación 21 (50,1 m) y 0,8°C en la estación 33 (86,4 m).

**Tabla 2:** Datos de ubicación, profundidad, temperatura y salinidad superficial para cada estación. Campaña de septiembre de 2015.

Estación	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Profundidad (mts)	Temperatura (°C)	Salinidad
1	39° 04'	61° 47'	12,8	11,5	34,6
2	39° 25'	61° 48'	14,4	10,6	33,5
3	39° 44'	61° 50'	15,4	10,3	33,5
4	40° 54'	61° 52'	19,5	10	33,1
5	40° 25'	61° 52'	17,3	10	33,1
6	40° 45'	61° 54'	32,7	10	32,9
7	40° 43'	61° 28'	38,8	10,9	33,9
8	40° 24'	61° 29'	31,8	10	33,8
9	40° 03'	61° 27'	24,4	10,1	34
10	39° 43'	61° 25'	26,4	10,5	34
11	39° 23'	61° 26'	20,4	10,7	34,6
12	39° 05'	61° 25'	14,2	10,8	35
13	39° 05'	60° 58'	14,4	10,9	34,7
14	39° 22'	60° 59'	25	10,8	34,7
15	39° 42'	60° 59'	31	10,8	34,6
16	40° 04'	60° 59'	39,4	10,9	34,6
17	40° 21'	60° 59'	44,4	11	34,3
18	40° 41'	61° 00'	47,4	10,7	34,3
21	40° 00'	60° 31'	50,1	11,3	34,3
22	39° 41'	60° 32'	46,3	11,1	34,6
23	39° 20'	60° 33'	34,4	10,9	34,5
24	39° 04'	60° 33'	16,2	10,8	34,7
33	41° 11'	57° 51'	86,4	7,5	33,6
34	41° 05'	57° 43'		7,25	33,6

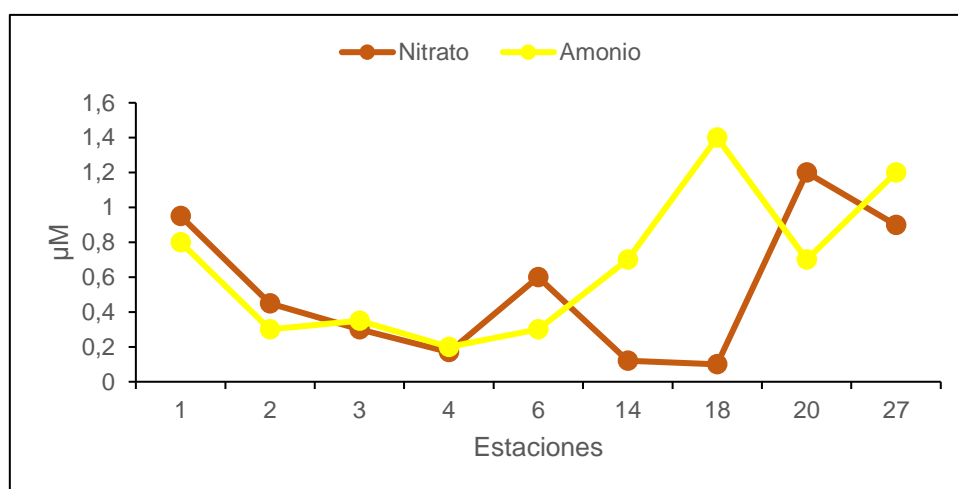


**Figura 2:** Distribución espacial de A) temperatura superficial (°C) y B) salinidad superficial.

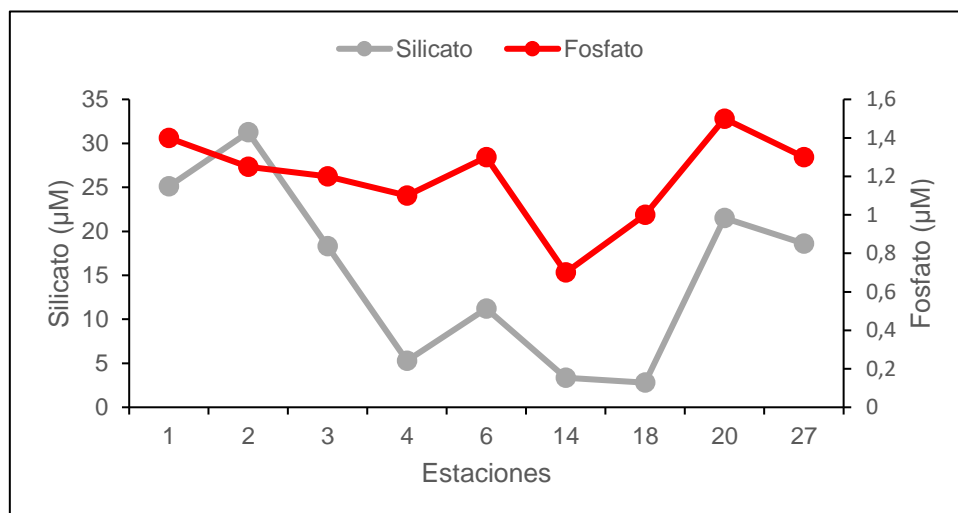


## 4.2. Nutrientes inorgánicos disueltos

En la campaña de marzo de 2013 todos los nutrientes, a excepción del amonio, mostraron sus concentraciones más altas en las estaciones cercanas a la boca del estuario de Bahía Blanca (estaciones 1, 2 y 20). El nitrato varió entre 0,1 y 1,2  $\mu\text{M}$  y los valores más altos se alcanzaron en las estaciones 1 y 20 (Figura 3). El silicato osciló entre 2,8 y 31,25  $\mu\text{M}$  con los máximos en las estaciones 1 y 2 (Figura 4). Ambos nutrientes, junto con el fosfato, fueron mínimos en plataforma interna y media (estaciones 18 y 14 respectivamente) (Figuras 3 y 4). El amonio, por el contrario, mostró su máxima concentración en la estación 18 (Figura 3).



**Figura 3:** Distribución espacial de la concentración de nitrato y amonio. Campaña de marzo de 2013.



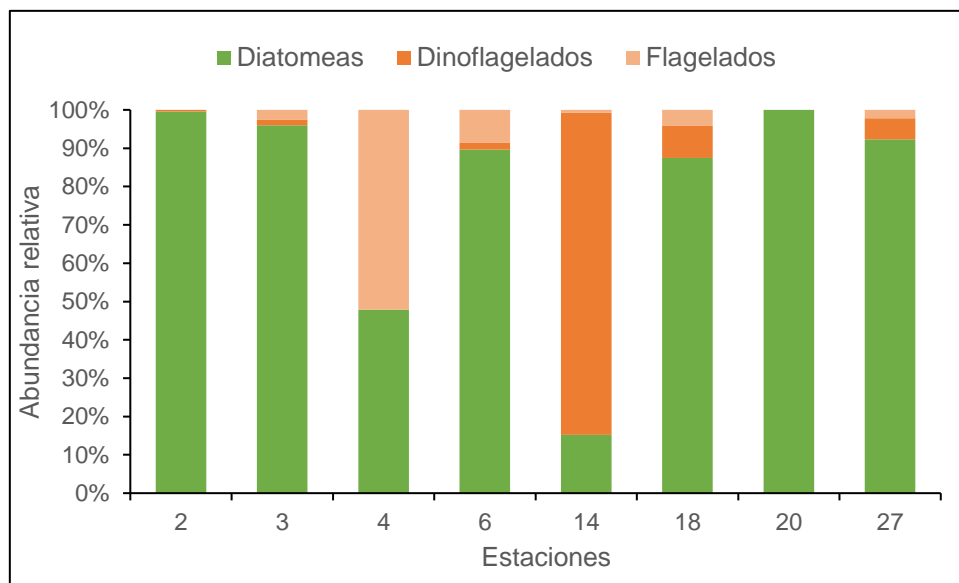
**Figura 4:** Distribución espacial de la concentración de silicato y fosfato. Campaña de marzo de 2013.

### 4.3. Estructura de la comunidad de fitoplancton

En el anexo A se detallan las especies encontradas en cada campaña y los valores calculados de biovolumen y contenido de carbono celular. La mayor diversidad de especies correspondió a diatomeas céntricas y pennadas (*Bacillariophyceae*) y en menor medida dinoflagelados desnudos y tecados (*Dinophyceae*), coccolitofóridos (*Prymnesiophyceae*) y flagelados (5-20  $\mu\text{m}$ ). Este último grupo incluye a las clases *Cryptophyceae*, *Prasinophyceae*, *Euglenophyceae* y *Dictyochophyceae*.

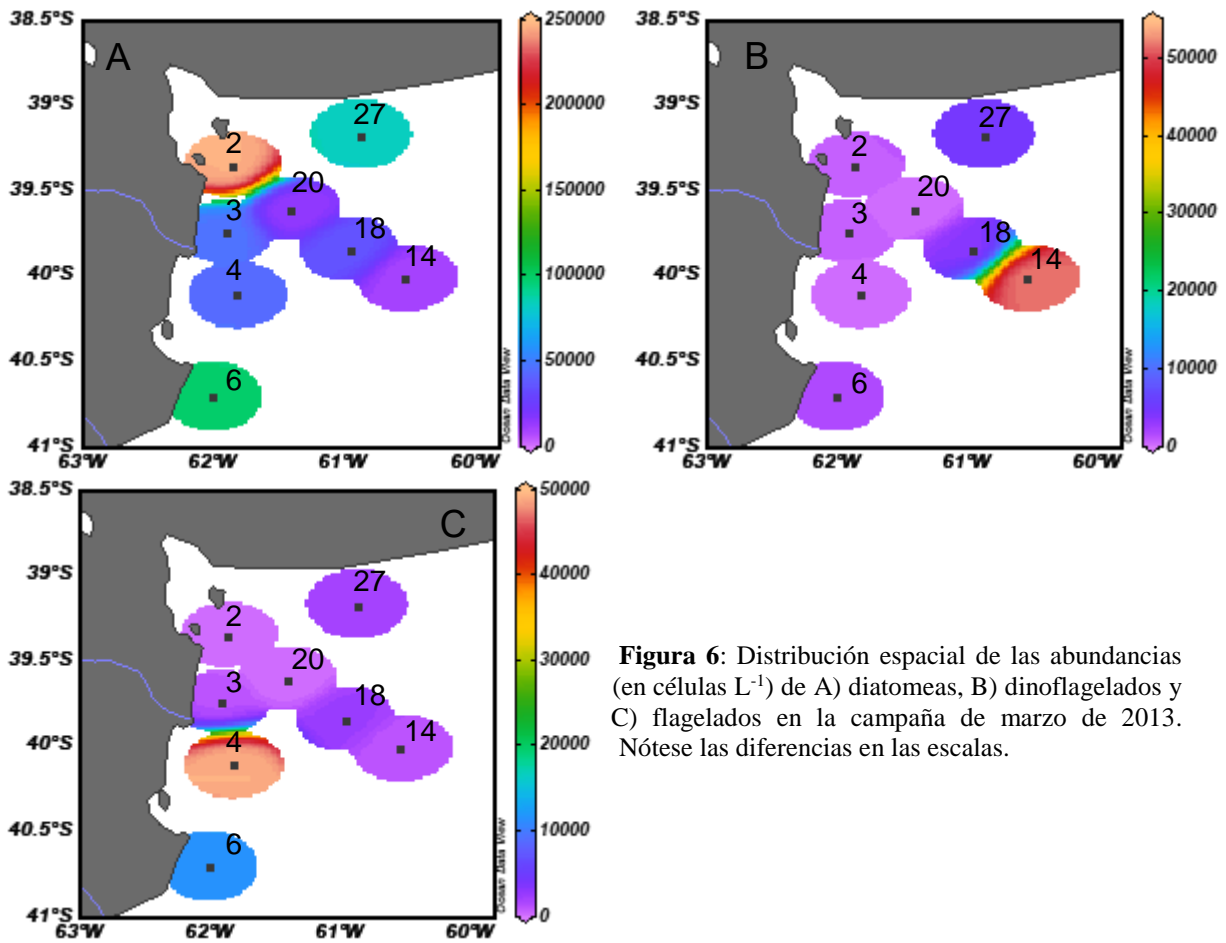
#### 4.3.1. Campaña de marzo de 2013

Las abundancias relativas de los principales grupos taxonómicos se muestran en la figura 5. Las diatomeas dominaron en casi todas las estaciones (48-99%). Los flagelados (5-20  $\mu\text{m}$ ) representaron más del 50% en la estación 4 y los dinoflagelados el 84% en la estación 14.



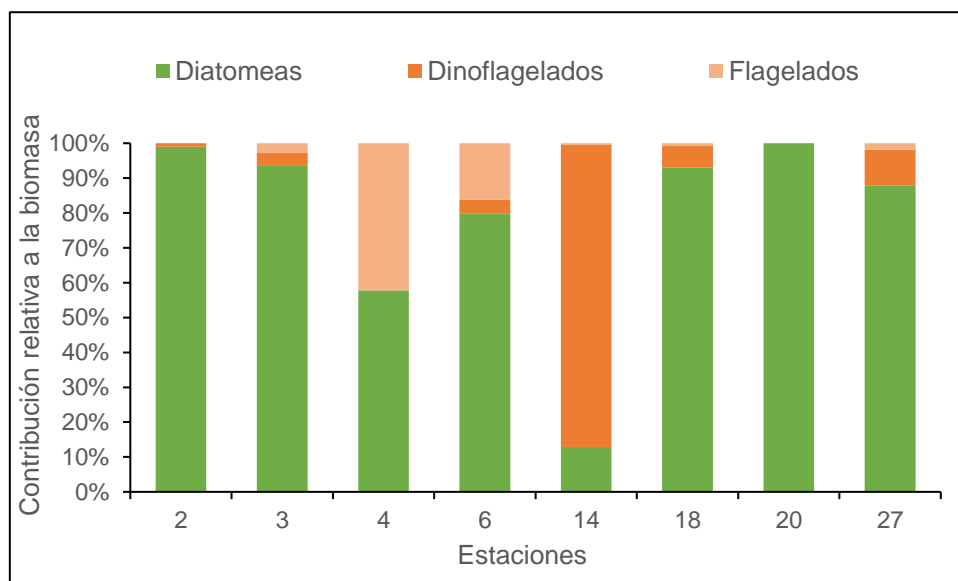
**Figura 5:** Abundancia celular relativa de cada uno de los grupos taxonómicos. Campaña de marzo de 2013.  
**Nota:** No se contó con muestras para el análisis cuanti/cualitativo del fitoplancton en la estación 1.

La distribución espacial de las abundancias celulares de cada grupo taxonómico se presenta en la figura 6. Al observar las distintas escalas se concluye que el grupo de las diatomeas fue el más abundante dentro del área de estudio.



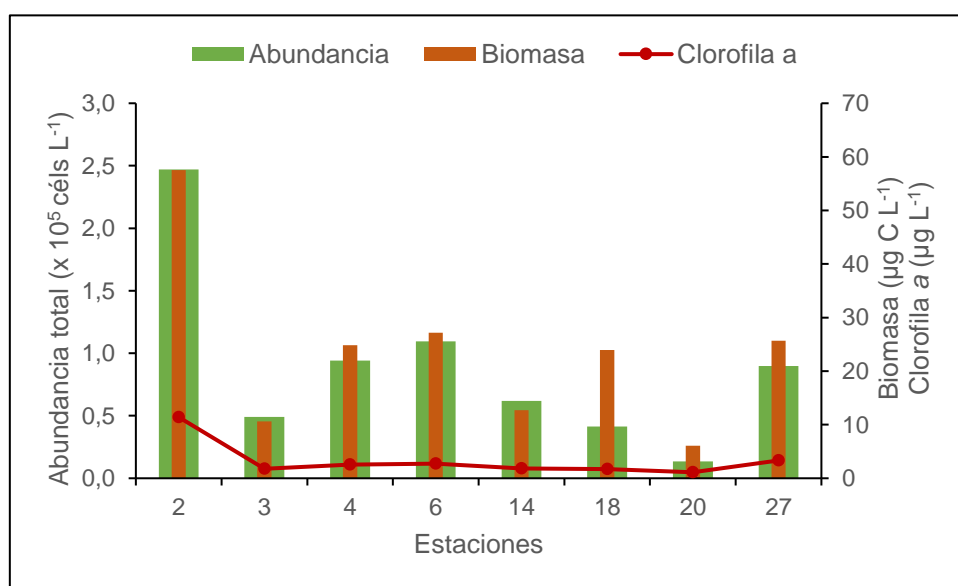
**Figura 6:** Distribución espacial de las abundancias (en células L<sup>-1</sup>) de A) diatomeas, B) dinoflagelados y C) flagelados en la campaña de marzo de 2013. Nótese las diferencias en las escalas.

La contribución de cada grupo taxonómico a la biomasa total se muestra en la figura 7. Diatomeas y dinoflagelados aportaron el mayor porcentaje. Ambos grupos se encuentran representados por organismos de gran tamaño (20-200µm), mientras que los flagelados son más pequeños (5-20µm).



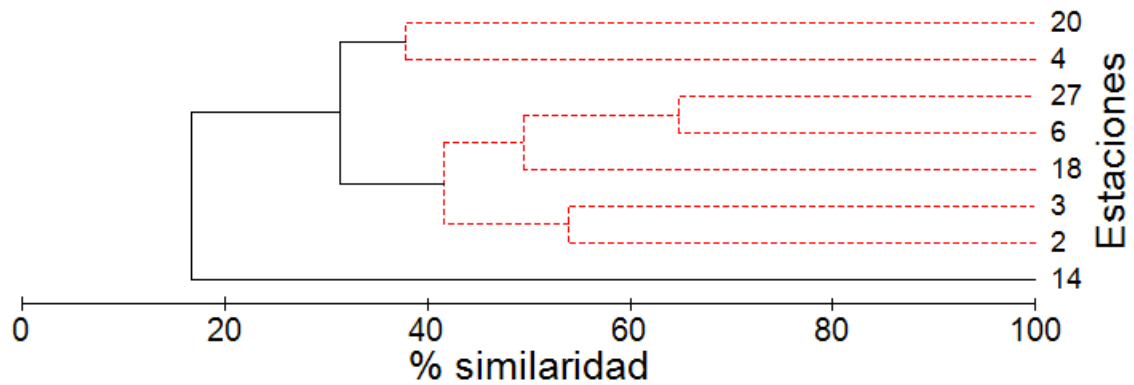
**Figura 7:** Contribución relativa a la biomasa de cada uno de los grupos taxonómicos. Marzo 2013.

La abundancia celular y biomasa total junto con la concentración de clorofila *a* se muestra en la figura 8. La concentración de clorofila *a* varió entre 1,12 y 11,41  $\mu\text{g L}^{-1}$ , alcanzando el valor máximo en la estación costera 2 y el mínimo en la estación 20. En dichas estaciones se encontraron la mayor (246.963  $\text{cél}\text{s L}^{-1}$ ) y menor (13.390  $\text{cél}\text{s L}^{-1}$ ) densidad celular, respectivamente. En una regresión lineal entre la biomasa y la concentración de clorofila *a* ( $R^2= 0,864$ ) se vio que la estación 2 fue la que más se alejó del comportamiento general, con una concentración de clorofila *a* un 15% mayor a la predicha por la recta.



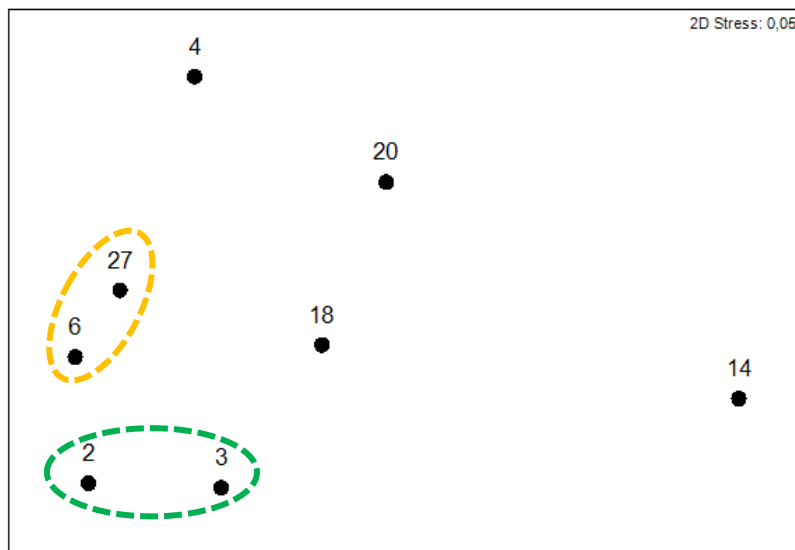
**Figura 8:** Abundancia de fitoplancton, biomasa en términos de carbono celular y concentración de clorofila *a*. Campaña de marzo de 2013.

Para realizar los análisis de agrupamiento (*cluster*) y de distribución espacial (MDS) de las estaciones se construyó una la matriz de distancias de *Bray-Curtis* con los datos cuantitativos de la composición específica. Las siguientes especies fueron eliminadas por no superar el 1,1% de la abundancia relativa en ninguna estación, diatomeas: *Actinoptychus adriaticus*, *Biddulphia alternans*, *Chaetoceros sp.*, *Coscinodiscus sp.*, *Cyclotella striata* y *Pseudosolenia sp.*, dinoflagelados: *Gyrodinium spirale* y *Prorocentrum sp.* El dendrograma resultante del análisis de agrupamiento se muestra en la figura 9.



**Figura 9:** Agrupamiento de similitud *Bray-Curtis* entre las estaciones. Las líneas rojas representan los grupos definidos mediante el test SIMPROF. Campaña de marzo de 2013.

La distribución espacial de estaciones obtenida a partir del análisis no paramétrico de escalamiento multidimensional (MDS) concuerda con lo obtenido en el análisis de agrupamiento (Figura 10). El análisis SIMPER se aplicó a grupos definidos arbitrariamente, teniendo en cuenta la información obtenida a través del dendrograma, el MDS, la composición por grupos taxonómicos y la ubicación geográfica de las estaciones.



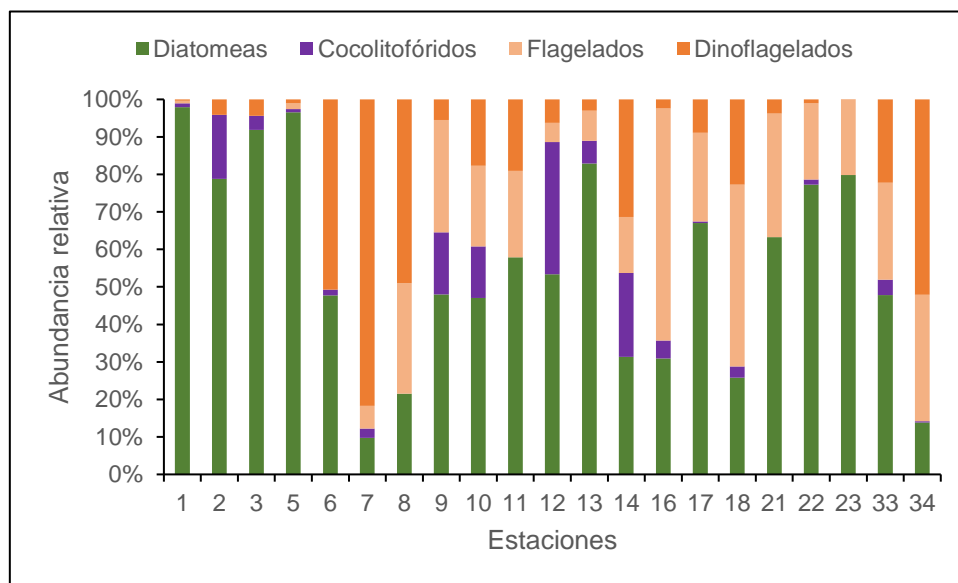
**Figura 10:** Distribución espacial de las estaciones según el índice de Bray-Curtis. Los círculos punteados representan los grupos de estaciones definidos para el análisis SIMPER. Campaña de marzo de 2013.

Según el análisis SIMPER, las estaciones costeras 2 y 3 se asemejaron en un 54%. Las diatomeas *Paralia sulcata*, *Cymatosira belgica* y *Thalassiosira sp.* (Anexo B) fueron las principales contribuyentes a dicha semejanza. Las estaciones costeras 6 y 27, mostraron una semejanza del 65%. En este caso, las diatomeas *Guinardia delicatula* y *Thalassionema nitzschioides* fueron las más abundantes. Por último, la estación 14

ubicada en plataforma media se encontró dominada por dinoflagelados de pequeño tamaño (5-10  $\mu\text{m}$ ), lo cual la diferenció ampliamente del resto de las estaciones.

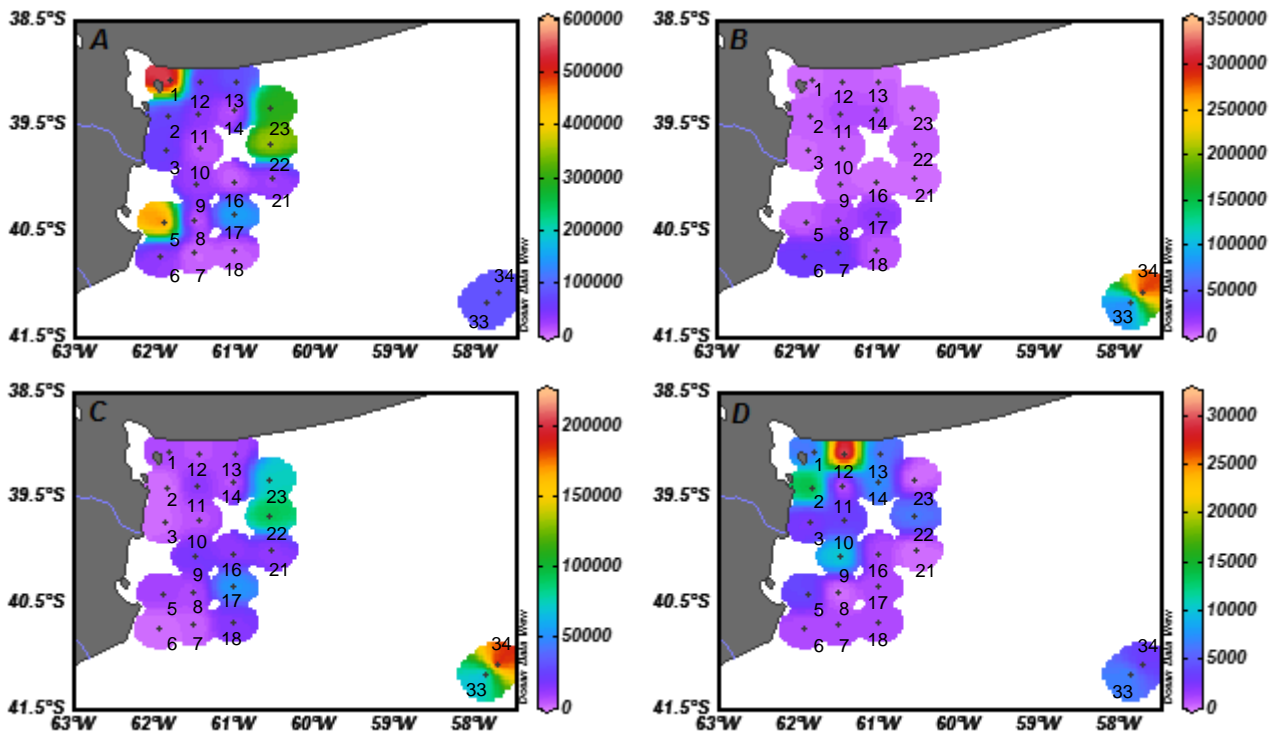
#### 4.3.2. Campaña de septiembre de 2015

Las abundancias relativas de los grupos taxonómicos para cada estación se muestran en la figura 11. Las diatomeas fueron las principales representantes de la comunidad (48-97%) en las estaciones costeras (1, 2, 3, 5, 12 y 13). Los dinoflagelados, flagelados y cocolitofóridos, estuvieron presentes en todas las estaciones en proporciones variables.



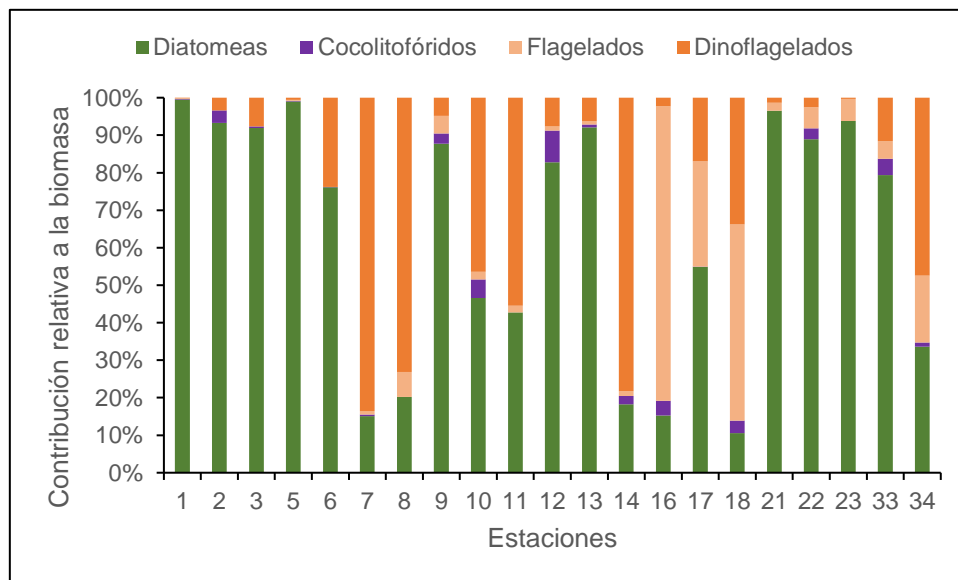
**Figura 11:** Abundancia celular relativa de cada uno de los grupos taxonómicos. Campaña de septiembre de 2015. **Nota:** No se contó con muestras para el análisis cuanti/cualitativo del fitoplancton en las estaciones 4, 15 y 24.

La distribución espacial de las abundancias celulares de cada grupo taxonómico se presenta en la figura 12. Nuevamente, las diatomeas fueron los organismos más abundantes en el área de estudio, principalmente en las estaciones costeras 1 y 5 (Figura 12A). Los dinoflagelados, en cambio, fueron poco frecuentes en la zona costera y la mayor abundancia se encontró en las estaciones de plataforma media 33 y 34 (Figura 12B). La distribución de flagelados fue similar a la de los dinoflagelados, los cuales se hicieron presente a medida que las estaciones se alejaron de la costa (Figura 12C). Por último, el grupo de los cocolitofóridos mostró una distribución más variable, no pudiéndose establecer un gradiente claro de abundancias (Figura 12D).



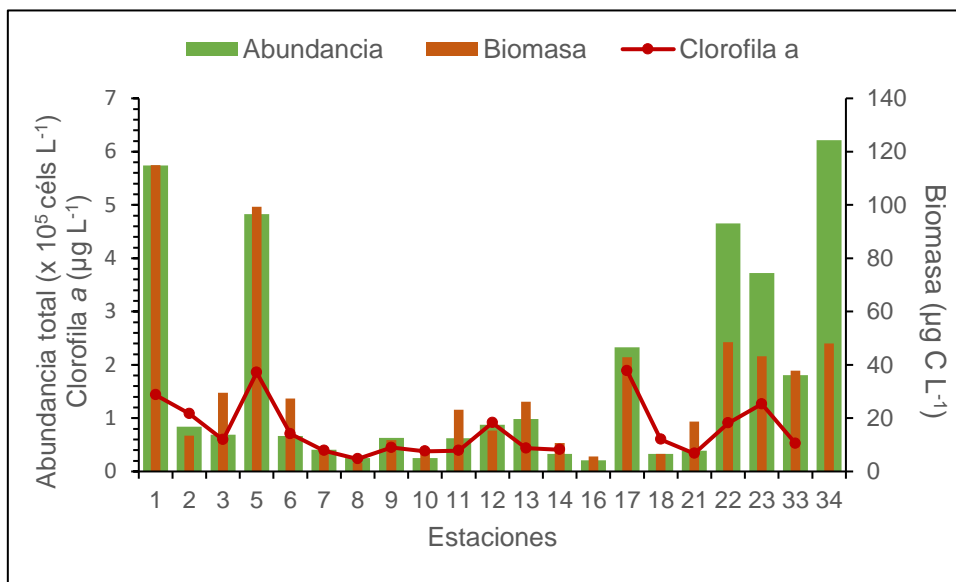
**Figura 12:** Distribución de las abundancias (en células L<sup>-1</sup>) de A) diatomeas, B) dinoflagelados, C) flagelados y D) cocolitofóridos. Nótese las diferencias en las escalas. Campaña de septiembre de 2015.

La contribución de cada grupo taxonómico a la biomasa total se muestra en la figura 13. Nuevamente las diatomeas y dinoflagelados aportaron la mayor biomasa.



**Figura 13:** Contribución relativa a la biomasa de cada uno de los grupos taxonómicos. Septiembre 2015.

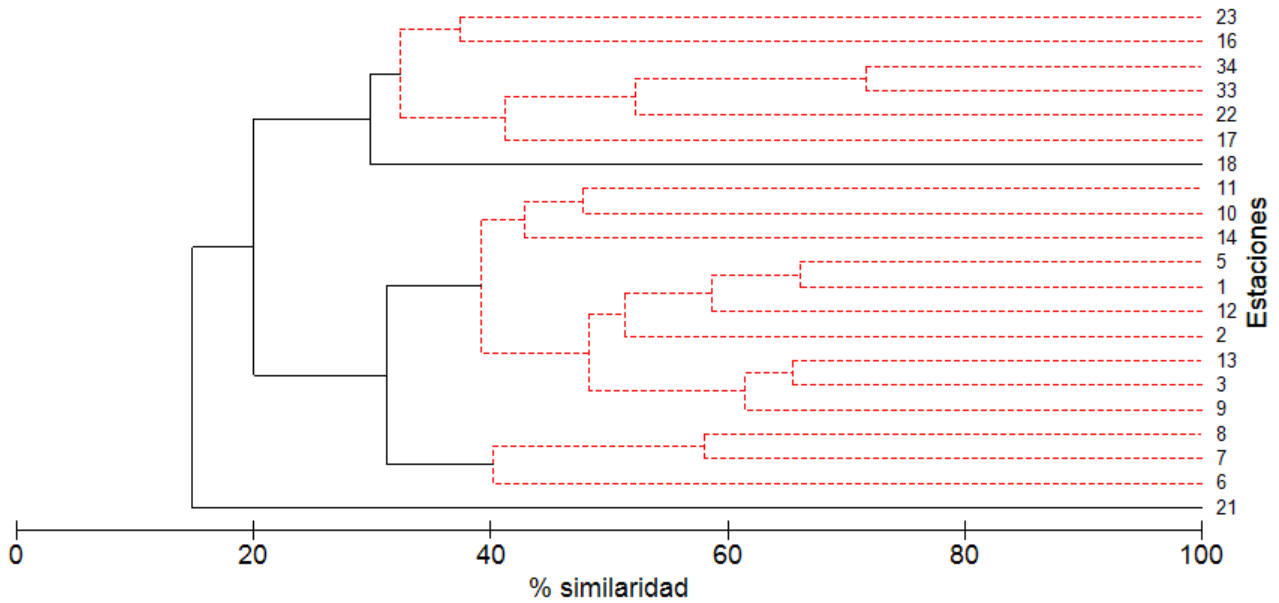
La abundancia celular y biomasa total junto con la concentración de clorofila *a* en cada estación de muestreo se muestra en la figura 14. La concentración de clorofila *a* varió entre 0,2 y 1,9  $\mu\text{m L}^{-1}$ . Los valores máximos se alcanzaron en las estaciones 1, 5 y 17. Una regresión lineal entre la concentración de clorofila *a* y la biomasa no mostró una correlación alta ( $R^2=0,467$ ), tal vez debido a la diversidad de grupos y tamaños celulares que conformaron la comunidad durante esta campaña. En la franja costera, las estaciones 1 y 5 presentaron las mayores abundancias celulares (574.147 y 482.918 céls  $\text{L}^{-1}$  respectivamente). En plataforma media, la estación 34 fue la más abundante de toda el área de estudio (621.249 céls  $\text{L}^{-1}$ ).



**Figura 14:** Abundancia de fitoplancton, biomasa en términos de carbono celular y concentración de clorofila *a*. Campaña de septiembre de 2015. **Nota:** No se contó con muestras para la determinación de la concentración de clorofila *a* en las estaciones 16 y 34.

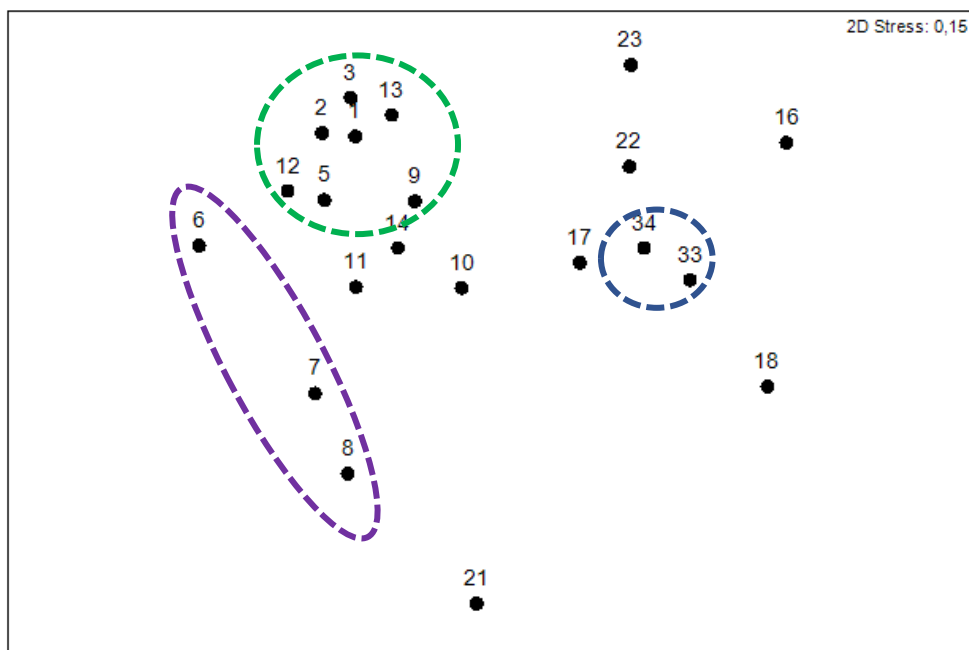
Para realizar los análisis de agrupamiento (*cluster*) y de distribución espacial (MDS) de las estaciones se construyó una la matriz de distancias de *Bray-Curtis* con los datos cuantitativos de la composición específica. Las siguientes especies fueron eliminadas por no superar el 1,1% de la abundancia relativa en ninguna estación, diatomeas: *Biddulphia alternans*, *Coscinodiscus radiatus*, *Cyclotella striata*, *Cylindrotheca closterium*, *Guinardia flaccida*, *Lithodesmium undulatum*, *Odontella rhombus*, *Podosira stelliger*, flagelados (>15 $\mu\text{m}$ ), dinoflagelados: *Ceratium spp.* y *Alexandrium catenella*. El dendrograma resultante del análisis de agrupamiento se muestra en la figura 15.





**Figura 15:** Agrupamiento de similitud *Bray-Curtis* entre las estaciones. Las líneas punteadas rojas representan los grupos definidos mediante el test SIMPROF. Campaña de septiembre de 2015.

La distribución espacial de estaciones obtenida a partir del análisis no paramétrico de escalamiento multidimensional (MDS) concuerda con lo obtenido en el análisis de agrupamiento (Figura 16). El análisis SIMPER se aplicó a grupos definidos arbitrariamente, teniendo en cuenta la información obtenida a través del dendrograma, el MDS, la composición por grupos taxonómicos y la ubicación geográfica de las estaciones.



**Figura 16:** Distribución espacial de las estaciones según el índice de Bray-Curtis. Los círculos punteados representan los grupos de estaciones definidos para el análisis SIMPER. Campaña de septiembre de 2015.

Según el análisis SIMPER, las estaciones costeras 1, 2, 3, 5, 9, 12 y 13 se asemejaron en un 52,60%. Las principales especies que contribuyeron a dicha semejanza fueron las diatomeas *Paralia sulcata* y *Thalassionema nitzschioides*, y el cocolitofórido *Gephyrocapsa oceánica*. En plataforma media, las estaciones 33 y 34 se parecieron en un 71,66%, donde especies no identificadas de flagelados (<15 µm) y de dinoflagelados fueron las mayores representantes de la comunidad fitoplanctónica. También se encontró *Eucampia cornuta*, la cual sólo se hizo presente en esta zona y fue la diatomea más abundante en ambas estaciones. Por último, las estaciones 6, 7 y 8 alcanzaron una semejanza del 46,15%, dominando especies no identificadas de flagelados (<15 µm), dinoflagelados y del género *Scropsiella* (Anexo B). También fueron importantes diatomeas del género *Nitzschia* y *Thalassionema nitzschioides*.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Temperatura y salinidad

#### Campaña de marzo de 2013

Los valores de temperatura superficial del mar durante esta campaña (Tabla 1) concuerdan con los resultados de Martos y Piccolo (1988) en el área de estudio para fines de verano/principios de otoño. En las estaciones 1, 2 y 27 se encontraron las temperaturas más altas (18,4-18,9°C) asociadas a menores profundidades (10-15 m). Al parecer, la columna de agua incorpora localmente mayor cantidad de calor debido a las bajas profundidades resultando en temperaturas mayores (Guerrero y Piola, 1997).

Respecto de la salinidad, la descarga fluvial del río Colorado parece tener influencia sobre las estaciones 2, 3 y 4 (Tabla 1). Piccolo et al. (2002) describieron una propagación hacia el norte de la pluma del río Colorado. Sin embargo, la señal de intrusión de dicho río es más bien débil, producto de su bajo caudal ( $99 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , Lucas et al., 2005). Se esperaría que cerca de la desembocadura del río Negro se observe un fenómeno similar. No obstante, la estación 6 presentó el valor máximo de salinidad superficial. Garzón (2016) encontró que hacia el sur y durante esta época del año, la influencia de aguas salinas provenientes del golfo San Matías son más importantes que las del río Negro. El máximo de salinidad dentro del golfo se origina debido al exceso local de evaporación (Scasso y Piola, 1988), producto del mayor tiempo de residencia del agua (Piola y Scasso, 1988; Rivas y Beier, 1990).

### **Campaña de septiembre de 2015**

Nuevamente los valores de temperatura superficial del mar durante esta campaña (Tabla 2) concuerdan con lo reportado por Martos y Piccolo (1988) en el área de estudio para fines de invierno/principios de primavera. Las temperaturas más bajas (7,25-7,5°C) se encontraron en las estaciones 33 y 34 ubicadas en plataforma media. A su vez, los valores de salinidad superficial de dichas estaciones (Tabla 2) son típicos de plataforma (33,5 <S< 33,7; Lucas et al., 2005). En este caso se trata de aguas modificadas de origen subantártico que ocupan la porción media de la plataforma hasta la intersección con la costa entre los 38°30' y 37°30'S (Lusquiños y Valdéz, 1971). Esta masa de agua se encuentra delimitada hacia el oeste por aguas provenientes del golfo San Matías y al norte por aguas de baja salinidad del río de La Plata (Lucas et al. 2005).

En cuanto a la temperatura de la columna de agua, los valores obtenidos mediante el CTD mostraron cómo se intensifica el gradiente térmico a medida que aumenta la profundidad. Estos resultados sugieren que a bajas profundidades la columna de agua es mezclada mecánicamente por acción de vientos y mareas. Conforme las estaciones se alejan de la costa, la profundidad es mayor y se requiere de más energía para romper la estratificación vertical (Guerrero, 1998).

Por otro lado, se observó una disminución de la salinidad superficial en las estaciones cercanas a la desembocadura del río Colorado y del río Negro (Figura 2B). A partir del estudio de los gradientes horizontales de salinidad, Guerrero (1998) encontró que las aguas provenientes del río Colorado y del río Negro se mueven hacia el norte de sus desembocaduras. Tanto el río Colorado como el río Limay (del cual surge el río Negro) tienen sus nacientes en la cordillera de los Andes. Hacia la estación primaveral, el derretimiento de nieve en la cordillera junto con las mayores precipitaciones, llevan a un aumento de la descarga fluvial de estos ríos (Lucas et al., 2005).

Por otro lado, la advección de masas de agua salinas del golfo San Matías en dirección norte/noreste parece reducirse durante esta época del año. Esta disminución de la influencia del golfo San Matías dentro del Rincón actuaría debilitando el núcleo de alta salinidad (Lucas et al., 2005). La combinación de estos factores podría explicar el aumento de la señal de las descargas del río Colorado y del río Negro, y la consecuente disminución de la salinidad superficial dentro del área de estudio.

En el sector norte, las aguas del estuario de Bahía Blanca sirven como una fuente de aguas salinas que fluyen hacia la zona marítima adyacente (Delgado et al., 2016). Los valores altos de salinidad superficial observados durante esta campaña (estaciones 1, 12,

13 y 14) podrían estar asociados a dicho fenómeno (Figura 2B). Las aguas salinas del estuario de Bahía Blanca son resultado de la presencia del Salitral de la Vidriera (30 km<sup>2</sup>), la relativa baja descarga del río Sauce Grande (2 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>; Piccolo y Perillo, 1990) y los procesos de evaporación asociados a la circulación restringida del agua (Piccolo y Perillo, 1990).

## 5.2. Nutrientes inorgánicos disueltos

La distribución espacial de los nutrientes inorgánicos disueltos durante la campaña de marzo de 2013 (Figuras 3 y 4) mostró que el nitrato, fosfato y silicato fueron máximos en estaciones cercanas a la boca del estuario de Bahía Blanca y mínimos en plataforma media. Las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato halladas en las estaciones 1 y 2 son similares a lo reportado por Popovich y Marcovecchio (2008) para la zona externa del estuario. Los resultados de Spetter et al. (2017) sugieren la existencia de un aporte continental puntual de fosfatos y silicatos en el área de El Rincón, los cuales tendrían origen en el estuario. Las altas concentraciones de nutrientes hacen del estuario un sistema altamente productivo (Freije y Marcovecchio, 2004). Al parecer, estos nutrientes podrían estar siendo exportados hacia la zona del Rincón gracias a la acción de los vientos y mareas que predominan en esta región (Garzón, 2016).

En cuanto a los aportes del río Colorado y del río Negro, se hubiese esperado que tuviesen influencia sobre la distribución de nutrientes en el área del Rincón. Sin embargo, las estaciones 3, 4 y 6 mostraron concentraciones de nutrientes relativamente bajas (Figuras 3 y 4). Garzón (2016) encontró que las descargas del río Colorado y del río Negro tienen una baja contribución a los nutrientes inorgánicos disueltos dentro de la franja costera de El Rincón. Según Gaiero et al. (2004), una importante fracción del material particulado que arrastran los ríos que provienen de la cordillera es retenido en los lagos andinos. Por otro lado, las descargas fluviales del río Colorado y del río Negro tienen bajas concentraciones de nitrato (Depetris et al., 2005), lo que podría estar explicando la relativa baja concentración de nutrientes en las estaciones cercanas a las desembocaduras.

Acerca de los requerimientos para el desarrollo y crecimiento de la comunidad fitoplanctónica, se considera que el fósforo limita la producción de biomasa cuando su concentración es menor a 0,2μM (Dortch & Whitledge, 1992). Por lo tanto, el fosfato no sería un elemento limitante ya que su concentración se mantuvo superior a este valor en todas las estaciones durante la campaña de marzo de 2013. En ambientes marinos, se

considera que el nutriente limitante es el nitrógeno (Nixon, 1995). Sin embargo, el fitoplancton puede producir biomasa a partir de la absorción tanto de nitrato como de amonio. Los nitratos pueden ingresar al sistema por mezcla convectiva, aportes de aguas continentales y flujos atmosféricos. El amonio por el contrario proviene de la descomposición de la materia orgánica (Sanders et al., 2005). En este caso son muy importantes los procesos de predación y excreción ya que contribuyen directamente con el aporte de amonio. Los máximos valores de concentración de amonio estuvieron en las estaciones 18 y 27 (Figura 3). Garzón (2016) sugiere que la excreción de amonio por parte del zooplancton es responsable de las elevadas concentraciones de este elemento. A su vez, Hoffmeyer et al. (2009) encontró la mayor abundancia de ictioplancton en esta zona, asociada al emplazamiento del frente salino. La presencia de ictioplancton estaría ligada a una mayor abundancia de zooplancton, coincidiendo con la ubicación de las estaciones de máxima concentración de amonio (Garzón 2016).

En cuanto a las diatomeas, éstos son organismos que contienen una pared celular de silicato (frústula), el cual sintetizan intracelularmente a partir de la polimerización de monómeros de ácido silícico (Lalli & Parsons, 1997). Tanto en el estuario de Bahía Blanca (Gayoso, 1998; Popovich et al., 2008) como en la Bahía Anegada (Garibotti et al., 2011) se ha visto que los *blooms* de diatomeas están altamente correlacionados con la disponibilidad de ácido silícico, lo que indica que las floraciones de diatomeas se desarrollan bajo condiciones de alta disponibilidad de este nutriente. El mismo comportamiento podría explicar la alta densidad celular de diatomeas en la estación 2 (Figura 6), donde a su vez se encontró la mayor concentración de sílice (Figura 4).

### **5.3. Estructura de la comunidad de fitoplancton**

#### **Composición por grupos taxonómicos**

En general, las diatomeas fueron el grupo dominante del fitoplancton en el área de estudio en ambas campañas, principalmente con mayores concentraciones en las estaciones más costeras (Figuras 5 y 11). Estas microalgas carentes de estructuras locomotoras (*e.g.* flagelos), tienden a hundirse debido a sus resistentes y pesadas paredes de sílice, siendo necesaria la presencia de mecanismos turbulentos que las mantengan dentro de la zona eufótica (Margalef, 1978).

Las especies de diatomeas más abundantes fueron: *Cymatosira belgica*, *Paralia sulcata* y *Thalassionema nitzschioides*. Los hábitos ticopelágicos, alternancia entre

bentos y plancton, de *Paralia* y *Cymatosira* (Thomas, 1997) ambas diatomeas fuertemente silicificadas utilizadas en reconstrucciones paleoambientales de ambientes costeros (McQuoid y Nordberg, 2003), señalan la importancia de los procesos turbulentos que se producen en esta zona.

La presencia de estas especies se encuentra en estrecha relación con las características físicas propias de la franja costera y plataforma interna (<50 m), donde la columna de agua se encuentra verticalmente mezclada gracias a los procesos turbulentos que ocasionan los vientos regionales y la acción de las mareas (Lucas et al., 2005). Las mareas se comportan como ondas de agua somera, conforme se acercan a la costa y la profundidad disminuye, la influencia de la topografía de fondo se hace cada vez más importante. Existe una profundidad crítica donde la turbulencia generada por la fricción de la corriente de marea con el fondo es suficiente para romper la estratificación vertical de la columna de agua (Perillo, 2003). En el estuario de Bahía Blanca, ubicado en el sector más interno del área de estudio, los vientos predominantes y la onda de marea han sido identificados como los principales mecanismos que inducen procesos turbulentos en el ambiente (Perillo y Piccolo, 1991; Cuadrado et al., 2005). Estos procesos afectan directamente a la dinámica del material particulado en suspensión (MPS), la cual regula en última instancia el desarrollo y la estructura de la comunidad de productores primarios (Guinder et al., 2009a, b).

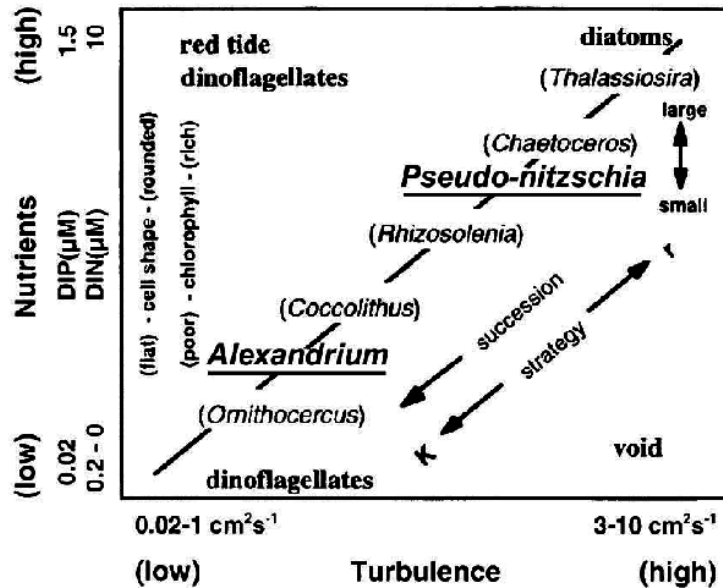
Por otro lado, las diatomeas suelen dominar en ambientes eutróficos someros (Falkowski et al., 2004). Estos organismos poseen altas tasas de crecimiento (Smayda, 1997) y responden rápidamente a eventos de mucha luz y disponibilidad de nutrientes (Cloern & Dufford, 2005). En términos ecológicos, las diatomeas son muy importantes debido a su valor nutricional, particularmente por el alto contenido en ácidos grasos esenciales (Winder et al. 2017). En los consumidores, la síntesis de estos componentes se encuentra limitada (Dalsgaard et al. 2003), siendo crucial la producción de ácidos grasos esenciales de cadena larga por parte del fitoplancton. Por otro lado, las diatomeas contribuyen sustancialmente a la fijación de carbono, siendo la principal fuente biológica de exportación de carbono desde aguas superficiales a profundas (Legendre, 1990).

A su vez, diatomeas junto a dinoflagelados fueron los mayores contribuyentes a la biomasa total (Figuras 7 y 13), siendo organismos clave en la transferencia de energía a eslabones superiores (Winder et al, 2017). La eficiencia de la transferencia energética varía según la composición específica de la comunidad de productores primarios. Por ejemplo, los sistemas de surgencia dominados por diatomeas son 50 veces más

productivos (en términos de pesquería) que un sistema dominado por cianobacterias (Brett & Müller-Navarra, 1997).

Con el aumento de la profundidad y la distancia a la costa, las diatomeas comenzaron a ser reemplazadas por dinoflagelados. En estos organismos, la morfología del cuerpo y la posición de los flagelos les permite aumentar el flujo de agua a través de sí mismos maximizando así la absorción de nutrientes. Estas características constituyen una ventaja adaptativa para habitar en ambientes estratificados con poca renovación de nutrientes (Margalef, 1978), como sería el caso de las estaciones 14 (campaña de marzo de 2013), 33 y 34 (campaña de septiembre de 2015).

Desde un punto de vista ecológico, el mandala de Margalef (1978) explica esquemáticamente el desarrollo de una sucesión fitoplanctónica, a partir de variaciones en los procesos turbulentos y en la disponibilidad de nutrientes (Figura 17). En bajas concentraciones de nutrientes, los dinoflagelados pueden migrar a mayores profundidades donde éstos sean más abundantes. Luego de absorber los nutrientes necesarios (*e.g.* nitratos), estos organismos regresan a las capas superiores mejor iluminadas para llevar a cabo la fotosíntesis.



**Figura 17:** Diferentes formas de vida situadas en un espacio ecológico definido por la concentración de nutrientes y por el coeficiente de difusividad turbulenta vertical. Extraído de Margalef, 1978.

Los flagelados (5-20  $\mu\text{m}$ ) se comportan de manera similar a los dinoflagelados. Éstos se hicieron presentes conforme aumentó la distancia hacia la costa (Figura 12C). Las altas tasas de reproducción y radios de respiración moderados, les permite a estos



organismos dominar en ambientes de mayor estratificación vertical (Cushing, 1989). Otros autores como Garibotti et al. (2011) y Negri et al. (2013) señalan la importancia de esta fracción en la composición de la comunidad de fitoplancton en El Rincón.

Los cocolitofóridos, aunque en bajas densidades, estuvieron presentes en casi todas las estaciones (Figura 12D). La mayor abundancia de *Gephyrocapsa oceanica* se encontró en la estación costera 12. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Negri et al. (2013) para el área de estudio y por Ripari (2017) para la zona de surf del balneario Monte Hermoso. Es probable que la presencia de esta especie se explique por su particular ciclo de vida. La alternancia entre una fase móvil flagelada y sin cocolitos (placas de carbonato de calcio) y una sin flagelos (con cocolitos), le provee al organismo una habilidad ecológica para adaptarse a distintos ambientes (Lalli & Parsons, 1997). Por otro lado, el tamaño celular pequeño de los cocolitofóridos les proporciona una alta relación superficie/volumen, lo que se traduce en una ventaja competitiva en sistemas con bajas concentraciones de nutrientes (Chrisholm, 1992).

Otra especie de cocolitofórido encontrada en las estaciones de plataforma interna y en las estaciones 33 y 34, aunque menos abundante, fue *Emiliania huxleyi*. Esta especie suele conformar importantes *blooms* de primavera en el talud continental, luego de que diatomeas y dinoflagelados agotan los nutrientes y la capa de mezcla disminuye su profundidad (Carreto et al., 2016). Aparentemente esta especie tendría altos requerimientos lumínicos y tolerancia a bajas concentraciones de fosfatos y nitratos (Signorini et al., 2006).

## **Abundancia celular y concentración de clorofila *a***

### ***Campaña de marzo de 2013***

En la campaña de marzo de 2013 la estación 2 cercana a la boca del estuario de Bahía Blanca alcanzó la mayor abundancia celular (Figura 8). Los valores coinciden en el orden de magnitud con los reportados por Popovich y Marcovecchio (2008), los cuales determinaron abundancias de alrededor de  $2,35 \times 10^5$  céls L<sup>-1</sup> en estaciones ubicadas en la parte más externa del estuario. La concentración de clorofila *a* mostró una distribución espacial similar al patrón de abundancias celulares. En las estaciones 1 y 2 se registró una concentración de clorofila *a* de 7,03 y 11,41 µg L<sup>-1</sup> respectivamente, valores muy superiores a los reportados por Popovich y Marcovecchio (2008) para la boca del estuario. A excepción de dichas estaciones, el resto presentó valores que concuerdan con lo expuesto por Negri et al. (2013) durante una campaña realizada en el área de estudio

durante febrero de 2011. La alta densidad celular (estación 2) y de clorofila *a* (estaciones 1 y 2) se encontrarían vinculadas con la mayor concentración de nutrientes inorgánicos disueltos en esta zona.

En una regresión lineal entre la biomasa y la concentración de clorofila *a* ( $R^2=0,86$ ), se encontró que la estación 2 fue la que más se alejó del comportamiento general, con una concentración de clorofila *a* un 15% mayor a la predicha por la recta. Este incremento en la concentración de pigmentos fotosintéticos celulares podría constituir una adaptación a intensidades lumínicas reducidas (Richardson et al., 1983). Los organismos fitoplanctónicos pueden responder a variaciones en las condiciones lumínicas en la columna de agua modificando el tamaño o el número de las unidades fotosintéticas (Falkowski and Owens, 1980). Es probable que, en las estaciones más costeras, los procesos turbulentos de mezcla vertical mantengan a las células del fitoplancton fuera de la capa fótica, a la vez que la alta turbidez y los procesos de resuspensión en aguas someras reducen la penetración de la luz en la columna de agua, lo que también podría explicar un aumento en la concentración de clorofila *a*. En el estuario de Bahía Blanca, el cual se caracteriza por ser turbio, rico en nutrientes y con una columna de agua bien mezclada, también se encontró que las diatomeas que dominan la comunidad de fitoplancton se encuentran adaptadas a crecer en condiciones de baja intensidad lumínica (Popovich y Gayoso, 1999; Guinder et al., 2009a).

En plataforma interna se encontraron los valores más bajos de abundancia celular y concentración de clorofila *a* (Figura 8). Negri et al. (2013) hallaron que la concentración de clorofila *a* disminuye a medida que aumenta la distancia a la costa, y luego vuelve a aumentar hacia la plataforma media y externa. Las bajas densidades celulares se encuentran en estrecha relación con la baja disponibilidad de nutrientes inorgánicos disueltos en este sector del área de estudio.

### ***Campaña de septiembre de 2015***

Las estaciones 1 y 5 presentaron altas densidades celulares y de clorofila *a* (Figura 14). La primera se encuentra cercana a la boca del estuario de Bahía Blanca y la segunda frente a Bahía Anegada. En ambas estaciones dominaron diatomeas de hábitos bentónicos o ticopelágicos (e.g. *Cymatosira belgica*, *Asterionellopsis glacialis* y *Paralia sulcata*). La presencia de estas especies en la columna de agua parece indicar una gran influencia de la comunidad bentónica sobre la composición de la comunidad planctónica. En ambientes someros, estas microalgas son fácilmente removidas del sedimento a través de procesos

turbulentos generados por el viento y/o las corrientes de marea (de Jonge y van Beusekom, 1995).

El estuario de Bahía Blanca y la Bahía Anegada son sistemas compuestos por islas, marismas, canales y planicies de marea. Estos ambientes turbios se encuentran sometidos a la acción de las mareas y los fuertes vientos que caracterizan la zona (Beigt et al., 2009; Perillo y Piccolo, 1991). Los canales de marea son responsables de transportar y exportar sedimentos y otras partículas desde las marismas hacia el mar tanto en el estuario (Campuzano et al., 2008; Pierini, 2007) como en la bahía (Cuadrado y Gómez, 2010). La semejanza de la comunidad fitoplanctónica hallada entre las estaciones 1 y 5 parece guardar relación con las características hidrodinámicas de dichos ambientes. En este sentido, Garibotti et al. (2011) encontró importantes similitudes entre la composición específica y sucesión temporal del fitoplancton de Bahía Anegada y del estuario de Bahía Blanca. Estos autores sugieren que las mismas condiciones físicas, químicas y biológicas estarían actuando sobre la dinámica de la comunidad de productores primarios en ambos sectores costeros.

Nuevamente, en la plataforma interna la comunidad de productores primarios se presentó muy pobre y con baja concentración de clorofila *a* (Figura 14). El gradiente costa-mar modula la disponibilidad de nutrientes, y a medida que nos alejamos de la costa se requiere de eventos de resuspensión o *upwellings* para generar pulsos suficientes de nutrientes que puedan sustentar el desarrollo de la comunidad (Cloern & Jassby, 2008). Las aguas provenientes del golfo San Matías que invaden la plataforma interna se distinguen por su elevada salinidad, baja concentración de nitratos y moderada a baja productividad. La comunidad de fitoplancton en el golfo es típicamente costera, con muy pocas especies oceánicas (Carreto et al., 1974). Los autores definen a dicha región como poco productiva en comparación a otros sectores costeros de Argentina. Crespi-Abril et al. (2013) proporcionaron mayor evidencia a partir de información satelital, determinando que la sección norte del golfo San Matías se caracteriza por bajas concentraciones de clorofila *a* ( $<1\mu\text{g L}^{-1}$ ).

A su vez, la existencia de un giro con sentido antihorario en El Rincón podría significar un fenómeno de convergencia de masas de agua hacia el centro. Si bien este giro parece colapsar hacia primavera y verano (Palma et al., 2008), aún no existe evidencia *in situ* que lo compruebe. A gran escala, los giros oceánicos anticiclónicos o convergentes, sentido horario para hemisferio norte y antihorario para el sur, tienden a atraer agua superficial hacia el centro, dificultando el ascenso de nuevos nutrientes desde

las capas más profundas hacia la superficie. Estos vórtices tienden a atrapar material en su centro y a hundirlo, por lo que constituyen zonas de baja productividad (Monreal-Gómez y Salas de León, 2005). Un fenómeno similar, aunque a menor escala, podría estar afectando a la productividad primaria en el área central del Rincón.

La estación 34, cuya abundancia celular alcanzó las  $6,21 \times 10^5$  células por litro, se encuentra ubicada sobre plataforma media (Figura 14). En este sector se han detectado importantes concentraciones de clorofila *a* asociadas al encuentro de masas de agua de distintas características (Romero et al., 2006). Esta zona frontal se ubica en la porción media de plataforma entre los 38 y 42°S y juega un rol clave en el ecosistema pelágico al constituir la principal área de alimentación y reproducción de la anchoíta argentina (Marrari et al., 2013). Al parecer el flujo de agua más cálida del golfo San Matías se desplaza hacia el norte y se encuentra con aguas frías de origen subantártico (Rivas y Pisoni, 2009). Según Palma et al. (2008) el establecimiento del giro anticiclónico dentro de El Rincón permitiría la intrusión de masas de agua del golfo San Matías en esta parte de la plataforma.

Mediante imágenes del color del océano SeaWIFS se han identificado *blooms* sobre plataforma media en primavera ( $>4\mu \text{ L}^{-1}$  de clorofila *a*) desde los 38° hasta los 42°S. (Romero et al., 2006; Marrari et al., 2013). Carreto et al. (1995) sugirió que las altas concentraciones de clorofila *a* están vinculadas a frentes térmicos que separan las aguas costeras bien mezcladas de las estratificadas de plataforma media. Lucas et al. (2005) también indicó la presencia de un frente térmico sobre la isobata de 50m al sur de los 37° el cual persiste todo el año. En el área de El Rincón los vientos proporcionan la principal fuente de energía para los procesos de mezcla, por lo tanto es probable que la localización del frente térmico en plataforma media esté relacionado con la variabilidad en la intensidad de los vientos (Romero et al., 2006). Por otro lado, la alta variabilidad interanual de concentración de clorofila *a* se encuentra principalmente influenciada por cambios en la temperatura del agua y estratificación vertical, lo que controla en última instancia al aporte de nutrientes en la superficie.

Por último, se destaca la presencia de diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*, en las estaciones 17, 22 y 23 las cuales alcanzaron abundancias de hasta  $3,5 \times 10^5$  céls  $\text{L}^{-1}$  (Figura 12A). Este género se encuentra ampliamente distribuido dentro del mar Argentino, al menos ocho especies se pueden encontrar en la plataforma argentina de las cuales cuatro son potencialmente nocivas al ser productoras de ácido domoico (AD) (Almandoz et al., 2007a). El AD es una neurotoxina que puede provocar envenenamiento

en mariscos, teniendo efectos letales en aves, mamíferos y humanos (Fire & Van Dolah, 2012). La presencia de AD ha sido detectada en muestras de fitoplancton en varias zonas del mar Argentino (Negri et al., 2004; Sastre et al., 2007; Cadaillón, 2012; Krock et al., 2015). Por ejemplo, *P. australis* está altamente correlacionada con la ocurrencia de ácido domoico (AD) en la plataforma argentina (Almandoz et al., 2017) y ha sido citada para la costa bonaerense (Negri e Inza, 1998; Ferrario et al., 1999) y en los golfos San Matías y Nuevo (Sastre et al., 2001).

A nivel global, importantes *blooms* de *Pseudo-nitzschia* se han localizado en zonas frontales del Mar de Weddell (Almandoz et al., 2007b), en regiones de *upwelling* sobre la costa de California (USA) (Trainer et al., 2000) y en toda la costa oeste de USA y Canadá vinculados a la formación de *eddies oceánicos* (Trainer et al., 2009). En la plataforma argentina, la variación espacial y temporal de las variables ambientales determinan la distribución de las especies de *Pseudo-nitzschia*. Así, masas de agua cálidas, salinas y pobres en nutrientes han sido asociadas a altas densidades de *P. pungens* y *P. australis*, mientras que *P. heimii*, *P. lineola*, *P. turgidula* and *P. turgiduloides* se restringen aguas más frías, de menor salinidad y ricas en nutrientes (Almandoz et al., 2007). La tolerancia a distintos rangos en los parámetros físico-químicos podría explicar la presencia de este género en las estaciones 17, 22 y 23, cuya área se presentó en general pobre y poco diversa.

## **Análisis de agrupamiento y de distribución espacial**

### ***Campaña de marzo de 2013***

*A priori*, las asociaciones de estaciones obtenidas no mostraron una zonación clara dentro del área de estudio (Figuras 9 y 10). Esto puede deberse probablemente a la baja resolución espacial de muestreo durante esta campaña. Sin embargo, es evidente la separación entre las estaciones costeras (2, 3, 6 y 27) de la estación 14 ubicada en plataforma. Las primeras estuvieron dominadas por diatomeas y la última por dinoflagelados.

La franja costera constituye un ambiente somero de aguas bien mezcladas por acción de los vientos y mareas (Martos y Piccolo, 1988; Lucas et al. 2005). El aporte continental de nutrientes y las condiciones turbulentas que caracterizan la zona son ideales para el desarrollo de una comunidad dominada principalmente por diatomeas. Las especies más abundantes ya han sido citadas en el área de estudio (Negri et al. 2013) y en el estuario de Bahía Blanca (Guinder et al., 2010).

Hacia plataforma, la presencia de una termoclina separa las aguas superficiales pobres en nutrientes de las profundas más ricas (Carreto et al., 1995). Esta situación sólo permite el desarrollo de organismos flagelados, los cuales puedan migrar en la columna de agua y adquirir los nutrientes necesarios en la base de la termoclina (Negri et al., 2013).

### ***Campaña de septiembre de 2015***

Nuevamente, las asociaciones espaciales permitieron diferenciar a las estaciones costeras de las de plataforma (Figuras 15 y 16). El grupo costero (1, 2, 3, 5, 9, 12 y 13) se limitó a profundidades menores a 20m, y estuvo conformado en su mayoría por diatomeas de hábitos ticipelágicos. Por otro lado, las estaciones 33 y 34 ubicadas alrededor de la isobata de 80m, estuvieron representadas en su mayoría por dinoflagelados y flagelados (<15  $\mu\text{m}$ ) no identificados, probablemente asociados a una mayor estratificación de la columna de agua. También se halló muy abundante la diatomea *Eucampia cornuta*, tal vez vinculada a la presencia de zonas frontales en la zona.

Hacia el sur, el grupo de estaciones 6, 7 y 8, se ubicó a una profundidad de 30-40m y se mostró abundante en organismos móviles: dinoflagelados y flagelados. Se ha visto que esta zona se encuentra mayormente influenciada por la advección de masas de agua pobres en nutrientes del golfo San Matías (Lucas et al., 2005).

Por último, las estaciones ubicadas en la parte central no mostraron fuertes asociaciones. Esto puede deberse a la baja abundancia y heterogeneidad de la comunidad en este sector, la cual podría pensarse como una transición de especies desde la costa hacia plataforma.

## 6. Conclusiones

El área de El Rincón se mostró muy variable en sus parámetros físico-químicos, como respuesta frente a la complejidad oceanográfica que caracteriza al área de estudio. Las aguas provenientes del estuario de Bahía Blanca tienen influencia sobre el sector interno, mientras que la advección de masas de agua del golfo San Matías afectan la plataforma interna. Por otro lado, las descargas del río Colorado y río Negro definen una franja de aguas diluidas en la costa. Las señales de estas masas de agua de distintas características pudieron identificarse mediante los valores de temperatura y salinidad superficial y concentración de nutrientes inorgánicos disueltos.

La composición de la comunidad de productores primarios se presentó muy variable, aunque se pudieron diferenciar dos grandes grupos: diatomeas en la costa y dinoflagelados en plataforma. Al parecer la batimetría, disponibilidad de nutrientes y los procesos físicos que priman en las distintas zonas son los que determinan la presencia de un grupo u otro. Las mayores abundancias celulares y concentración de clorofila *a* se detectaron en la costa y en plataforma media, probablemente asociadas a los aportes continentales de nutrientes y al frente de plataforma, respectivamente. La plataforma interna, por el contrario, se caracterizó por una gran diversidad específica y bajas densidades celulares. Aquí, las aguas pobres en nutrientes del golfo San Matías parecen ser las responsables de los bajos niveles de clorofila *a*.

El Rincón constituye un ecosistema costero que ofrece gran diversidad de hábitats para muchas especies de alto valor comercial y de suma importancia para las pesquerías artesanales. Si bien no todas las especies de diatomeas del género *Pseudo-nitzschia* son productoras de ácido domoico, la detección de altas concentraciones de este género en el área de estudio resalta la necesidad de aumentar los esfuerzos de investigación.

El estudio de los patrones de circulación y la variabilidad estacional de las distintas masas de agua que se encuentran en El Rincón es fundamental para comprender cambios en la composición y distribución de los productores primarios, lo cual modula la disponibilidad de recursos pesqueros y económicos de la zona.

## 7. Referencias

- Acha, E.M., Mainzan, H.W., Guerrero, R.A., Favero, M. y Bava, J., 2004. Marine fronts at the continental shelves of Austral South America Physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, 44: 83-105.
- Almandoz, G.O., Ferrario, M.E., Ferreyra, G.A., Schloss, I.R., Esteves, J.L., Papparazzo, F.E., 2007. The genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in continental shelf waters of Argentina (Southwestern Atlantic Ocean, 38–55°S). *Harmful Algae* 6, 93–103.
- Almandoz, G. O., Ferreyra, G. A., Schloss, I. R., Dogliotti, A. I., Rupolo, V., Papparazzo, F. E., ... & Ferrario, M. E., 2008. Distribution and ecology of *Pseudo-nitzschia* species (Bacillariophyceae) in surface waters of the Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biology*, 31(4), 429-442.
- Almandoz, G. O., Fabro, E., Ferrario, M., Tillmann, U., Cembella, A., & Krock, B., 2017. Species occurrence of the potentially toxigenic diatom genus *Pseudo-nitzschia* and the associated neurotoxin domoic acid in the Argentine Sea. *Harmful algae*, 63, 45-55.
- Auad, G., & Martos, P., 2012. Climate variability of the northern Argentinean shelf circulation: impact on *Engraulis anchoita*. *The International Journal of Ocean and Climate Systems*, 3(1), 17-43.
- Bertolotti, M. I., Brunetti, N. E., Carreto, J. I., Prenske, L. B., & Sanchez, R. P., 1996. Influence of shelf-break fronts on shellfish and fish stocks off Argentina. *International Council for the Exploration of the Sea*, Copenhagen, C.M. 1996/S, 41 pp.
- Bianchi, A. A., Pino, D. R., Perlender, H. G. I., Osiroff, A. P., Segura, V., Lutz, V., ... & Piola, A. R., 2009. Annual balance and seasonal variability of sea-air CO<sub>2</sub> fluxes in the Patagonia Sea: Their relationship with fronts and chlorophyll distribution. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 114(C3).
- Brett, M., & Müller-Navarra, D., 1997. The role of highly unsaturated fatty acids in aquatic foodweb processes. *Freshwater Biology*, 38(3), 483-499.
- Cadaillón, A., 2012. Floraciones algales nocivas: ficotoxinas en fitoplancton y zooplancton de los golfos Nuevo y San José. Undergraduate dissertation. Universidad Nacional de la Patagonia, San Juan Bosco, Chubut. Argentina.



- Carcedo, C., Fiori, S., & Bremec, C., 2014. Macrobenthic surf zone communities of temperate sandy beaches: spatial and temporal patterns. *Marine Ecology*, 1, 11.
- Carreto, J. I., Casal, A. B., Laborde, M. A. & Verona, C. A., 1974. Fitoplancton, pigmentos y condiciones ecológicas del Golfo San Matías. Informe Comisión de Investigaciones Científicas Provincia de Buenos Aires, 10, 76 pp.
- Carreto, J. I., Lutz, V. A., Carignan, M. O., Colleoni, A. D. C., & De Marco, S. G., 1995. Hydrography and chlorophyll a in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentinian Sea. *Continental Shelf Research*, 15(2-3), 315-336.
- Carreto, J. I., Carignan, M. O., Montoya, N. G., & Cucchi Colleoni, A. D., 2007. Ecología del fitoplancton en los sistemas frontales del Mar Argentino. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 5, 11-31.
- Carreto, J. I., Montoya, N. G., Carignan, M. O., Akselman, R., Acha, E. M., & Derisio, C., 2016. Environmental and biological factors controlling the spring phytoplankton bloom at the Patagonian shelf-break front—Degraded fucoxanthin pigments and the importance of microzooplankton grazing. *Progress in Oceanography*, 146, 1-21.
- Chisholm, S. W., 1992. Phytoplankton size. In *Primary productivity and biogeochemical cycles in the sea* (pp. 213-237). Springer, Boston, MA.
- Clarke K.R. & Gorley R.N., 2006. PRIMER V6: user manual-tutorial. Plymouth Marine Laboratory.
- Cloern, J. E., 1996. Phytoplankton bloom dynamics in coastal ecosystems: a review with some general lessons from sustained investigation of San Francisco Bay, California. *Reviews of Geophysics*, 34(2), 127-168.
- Cloern, J. E., & Dufford, R., 2005. Phytoplankton community ecology: principles applied in San Francisco Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 285, 11-28.
- Cloern J. E. & Jassby A. D., 2008. Complex seasonal patterns of primary producers at the land–sea interface. *Ecology Letters*, 11(12), 1294-1303.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... & Turner, R. K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26, 152-158.
- Crespi-Abril, A. C., Morsan, E. M., Williams, G. N., & Gagliardini, D. A., 2013. Spatial distribution of *Illex argentinus* in San Matias Gulf (Northern Patagonia, Argentina) in relation to environmental variables: a contribution to the new interpretation of the population structuring. *Journal of sea research*, 77, 22-31.

- Cuadrado, D. G. & Gómez, E. A., 2010. Geomorfología y dinámica del canal San Blas, provincia de Buenos Aires (Argentina). *Latin American journal of sedimentology and basin analysis*, 17(1), 3-16.
- Cuadrado, D. G., Gómez, E. A., & Ginsberg, S. S., 2005. Tidal and longshore sediment transport associated to a coastal structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62(1-2), 291-300.
- Cushing, D. H., 1989. A difference in structure between ecosystems in strongly stratified waters and in those that are only weakly stratified. *Journal of Plankton Research*, 11(1), 1-13.
- Dalsgaard, J., John, M. S., Kattner, G., Müller-Navarra, D., & Hagen, W., 2003. Fatty acid trophic markers in the pelagic marine environment. *Advances in Marine Biology*, 46, 225-340.
- Davis, Jr. R. & D. Fitzgerald, 2004. *Beaches and Coasts*. Blackwell Science Ltd., United Kingdom, 405 pp.
- Delgado, A. L., Menéndez, M. C., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2016). Hydrography of the inner continental shelf along the southwest Buenos Aires Province, Argentina: influence of an estuarine plume on coastal waters. *Journal of Coastal Research*. 33(4), 907-916.
- Depetris, P. J., Gaiero, D. M., Probst, J. L., Hartmann, J., & Kempe, S., 2005. Biogeochemical output and typology of rivers draining Patagonia's Atlantic seaboard. *Journal of Coastal Research*. 21 (4), 835-844.
- Dortch Q., Whitley T.E., 1992. Does nitrogen or silicon limit phytoplankton production in the Mississippi river plume and nearby regions?. *Continental Shelf Research* 12: 1293–1309.
- Falkowski, P. G., & Oliver, M. J., 2007. Mix and match: how climate selects phytoplankton. *Nature Reviews Microbiology*, 5(10), 813.
- Falkowski, P. G., & Owens, T. G., 1980. Light—shade adaptation: two strategies in marine phytoplankton. *Plant physiology*, 66(4), 592-595.
- Falkowski, P. G., Katz, M. E., Knoll, A. H., Quigg, A., Raven, J. A., Schofield, O., & Taylor, F. J. R. 2004. The evolution of modern eukaryotic phytoplankton. *science*, 305(5682), 354-360.
- Fehling, J., Davidson, K., Bolch, C. J., & Bates, S. S., 2004. Growth and domoic acid production by *Pseudo-nitzschia seriata* (Bacillariophyceae) under phosphate and silicate limitation. *Journal of Phycology*, 40(4), 674-683.

- Ferrario, M. E., Sar, E. A., Castaños, C., & Hinz, F., 1999. Potentially toxic species of the diatom genus *Pseudo-nitzschia* in Argentinian coastal waters. *Nova Hedwigia*, 68(1), 131-148.
- Fire, S. E., & Van Dolah, F. M., 2012. Marine biotoxins: emergence of harmful algal blooms as health threats to marine wildlife. *New Directions in Conservation Medicine: Applied Cases in Ecological Health*, pp. 374-389.
- Freije, R. H., & Marcovecchio, J. E., 2004. Oceanografía química. Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. Bahía Blanca: Instituto Argentino de Oceanografía, 69-78.
- Gaiero, D. M., Depetris, P. J., Probst, J. L., Bidart, S. M., & Leleyter, L., 2004. The signature of river-and wind-borne materials exported from Patagonia to the southern latitudes: a view from REEs and implications for paleoclimatic interpretations. *Earth and Planetary Science Letters*, 219(3-4), 357-376.
- García, V. M., García, C. A., Mata, M. M., Pollery, R. C., Piola, A. R., Signorini, S. R., ... & Iglesias-Rodríguez, M. D., 2008. Environmental factors controlling the phytoplankton blooms at the Patagonia shelf-break in spring. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55(9), 1150-1166.
- Garibotti, I. A., Ferrario, M. E., Almandoz, G. O., & Castaños, C. (2011). Seasonal diatom cycle in Anegada Bay, El Rincón estuarine system, Argentina. *Diatom Research*, 26(2), 227-241.
- Garzón Cardona J. E., (2016). Identificación, composición y dinámica de la materia orgánica disuelta en zonas frontales del Atlántico Sudoccidental. Tesis doctoral en química. Universidad Nacional del Sur, 162 pp.
- Gayoso, A. M., & Muglia, V. H., 1991. Blooms of the surf-zone diatom *Gonioceros armatus* (Bacillariophyceae) on the South Atlantic coast (Argentina). *Diatom Research*, 6(2), 247-253.
- Gayoso A.M., 1998. Long-term phytoplankton studies in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *ICES Journal of Marine Science* 55: 655–660.
- Guerrero, R. A., Piola, R. A., 1997. Masas de agua en la plataforma continental. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 1: 107-118.
- Guerrero, R. A., 1998. Oceanografía física del estuario del Río de la Plata y el sistema costero de El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP informe técnico, 21, 29-54.

- Guinder, V. A., Popovich, C. A., & Perillo, G. M., 2009. Particulate suspended matter concentrations in the Bahía Blanca Estuary, Argentina: implication for the development of phytoplankton blooms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 85(1), 157-165.
- Guinder, V. A., Popovich, C. A., Molinero, J. C., & Perillo, G. M., 2010. Long-term changes in phytoplankton phenology and community structure in the Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Marine Biology*, 157(12), 2703-2716.
- Guinder, V. A., Popovich, C. A., Molinero, J. C., & Marcovecchio, J., 2013. Phytoplankton summer bloom dynamics in the Bahía Blanca Estuary in relation to changing environmental conditions. *Continental Shelf Research*, 52, 150-158.
- Guinder V.A., Molinero J.C., López Abbate M.C., Berasategui A.A., Popovich C.A., Spetter C.V., Marcovecchio J.E. & Freije R.H., 2016. Phenological changes of blooming diatoms promoted by compound bottom-up and top-down controls. *Estuaries and Coasts* doi: 10.1007/s12237-016-0134-9.
- Hasle, R. G., 1978. The inverted microscope method. *Phytoplankton manual*, 88-96.
- Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Pollinger, U., & Zohary, T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of phycology*, 35(2), 403-424.
- Hoffmeyer M.S., Menéndez M.C., Biancalana F., Nizovoy A.M., Torres E.R., 2009. Ichthyoplankton spatial pattern in the inner shelf off Bahía Blanca Estuary, SW Atlantic Ocean. *Estuarine Coastal Shelf Science*. 84, 383-392.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C. J., Holmes, R. W., & Strickland, J. D., 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *ICES Journal of Marine Science*, 30(1), 3-15.
- Hoppenrath, M.; Elbrächter, M. & Drebes, G., 2009. *Marine Phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. Kleine Senckenberg*. Pp. 264.
- Krock, B., Borel, C. M., Barrera, F., Tillmann, U., Fabro, E., Almandoz, G. O., ... & Lara, R., 2015. Analysis of the hydrographic conditions and cyst beds in the San Jorge Gulf, Argentina, that favor dinoflagellate population development including toxigenic species and their toxins. *Journal of Marine Systems*, 148, 86-100.
- Lalli, C.M. & Parsons, T.R., 1997. Chapter 3. Phytoplankton and primary production. En: (eds.) *Biological Oceanography: An Introduction (2nd Ed)*. Elseiver. Pp. 39-73.

- Legendre, L., 1990. The significance of microalgal blooms for fisheries and for the export of particulate organic carbon in oceans. *Journal of Plankton Research*, 12(4), 681-699.
- Legendre, L., & Rassoulzadegan, F., 1996. Food-web mediated export of biogenic carbon in oceans: hydrodynamic control. *Marine Ecology Progress Series*, 179-193.
- López Abbate, M. C., Molinero, J. C., Guinder, V. A., Perillo, G. M., Freije, R. H., Sommer, U., ... & Marcovecchio, J. E., 2017. Time-varying environmental control of phytoplankton in a changing estuarine system. *Science of the Total Environment*, 609, 1390-1400.
- Lucas, A. J., Guerrero, R. A., Mianzan, H. W., Acha, E. M., & Lasta, C. A., 2005. Coastal oceanographic regimes of the northern Argentine continental shelf (34–43 S). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65(3), 405-420.
- Lusquiños, A., & Valdez, A. J., 1971. Aportes al conocimiento de las masas de agua del Atlántico Sudoccidental. Servicio de Hidrografía Naval Provincia de Buenos Aires, H 659, 48 pp.
- Lutz, V. A., Segura, V., Dogliotti, A. I., Gagliardini, D. A., Bianchi, A. A., & Balestrini, C. F., 2009. Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. *Journal of Plankton Research*, 32(2), 181-195.
- Macchi, G. J., & Acha, E. M., 1998. Aspectos reproductivos de las principales especies de peces en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y en El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP Informe Técnico 21: 67-89.
- Maldonado, M. T., Hughes, M. P., Rue, E. L., & Wells, M. L., 2002. The effect of Fe and Cu on growth and domoic acid production by *Pseudo-nitzschia multiseries* and *Pseudo-nitzschia australis*. *Limnology and Oceanography*, 47(2), 515-526.
- Marañón, E., Steele, J., Thorpe, A., & Turekian, K., 2009. Phytoplankton size structure. *Elements of physical oceanography: A derivative of the encyclopedia of ocean sciences*, 85.
- Margalef, R., 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologica acta*, 1(4), 493-509.
- Marrari, M., Viñas, M. D., Martos, P., & Hernández, D., 2004. Spatial patterns of mesozooplankton distribution in the Southwestern Atlantic Ocean (34–41 S) during austral spring: relationship with the hydrographic conditions. *ICES Journal of Marine Science*, 61(4), 667-679.

- Marrari, M., Piola, A. R., & Valla, D., 2017. Variability and 20-year Trends in Satellite-Derived Surface Chlorophyll Concentrations in Large Marine Ecosystems around South and Western Central America. *Frontiers in Marine Science*, 4, 372.
- Martos, P., & Piccolo, M. C., 1988. Hydrography of the Argentine continental shelf between 38 and 42 S. *Continental Shelf Research*, 8(9), 1043-1056.
- Matano, R. P., Palma, E. D., and Piola, A. R., 2010. The influence of the Brazil and Malvinas currents on the southwestern Atlantic shelf. *Ocean Sci.* 6, 983–995. doi: 10.5194/os-6-983-2010
- McQuoid, M. R., & Nordberg, K. (2003). The diatom *Paralia sulcata* as an environmental indicator species in coastal sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(2), 339-354.
- Menden-Deuer, S., & Lessard, E. J., 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnology and oceanography*, 45(3), 569-579.
- Menéndez, M. C., Delgado, A. L., Berasategui, A. A., Piccolo, M. C., & Hoffmeyer, M. S., 2015. Seasonal and tidal dynamics of water temperature, salinity, chlorophyll-a, suspended particulate matter, particulate organic matter, and zooplankton abundance in a shallow, mixed estuary (Bahía Blanca, Argentina). *Journal of Coastal Research*, 32(5), 1051-1061.
- Monreal-Gómez, M. A., & Salas de León, D. A. (1998). Dinámica y estructura termohalina. *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, 2, 13-26.
- Moreno, D. V., Marrero, J. P., Morales, J., García, C. L., Úbeda, M. V., Rueda, M. J., & Llinás, O., 2012. Phytoplankton functional community structure in Argentinian continental shelf determined by HPLC pigment signatures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 100, 72-81.
- Negri, R. M., Inza, D., Reguera, B., Blanco, J., Fernández, M. L., & Wyatt, T., 1998. Some potentially toxic species of *Pseudo-nitzschia* in the Argentine Sea (35°-39°S). *Harmful algae*, 84-85.
- Negri, R. M., Montoya, N. G., Carreto, J. I., Akselman, R., & Inza, D., 2004. *Pseudo-nitzschia australis*, *Mytilus edulis*, *Engraulis anchoita*, and domoic acid in the Argentine Sea. In *Proceedings Xth Conference, Harmful Algal Blooms (Vol. 2002, pp. 139-141)*.

- Negri, R., Silva, R., Segura, V., & Cucchi Colleoni, A. D., 2013. Estructura de la comunidad del fitoplancton en el área de El Rincón, Mar Argentino (febrero 2011). *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 23, 7-22.
- Nixon S.W., 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia* 41:199-219.
- Pájaro, M., Martos, P., Leonarduzzi, E., Macchi, G., Diaz, M. V., & Brown, D., 2008. Estrategia de puesta de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el Mar Argentino y zona común de pesca Argentino-Uruguaya. *Inf. Téc. Oficial, UNIDEP, Mar del Plata*, (11), 14.
- Palma, E. D., Matano, R. P., & Piola, A. R. (2008). A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: Stratified ocean response to local and offshore forcing. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 113(C11).
- Parker, G., Paterlini, M. C. & Violante, R. A., 1997. El fondo marino. En: Boschi, E. E. (Ed.) *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo I. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales*. INIDEP, Mar del Plata: 65-87.
- Perillo, G. M., & Piccolo, M. C., 1991. Tidal response in the Bahía Blanca estuary, Argentina. *Journal of Coastal Research*, 437-449.
- Perillo, G. M. E. 2003. Dinámica del transporte de sedimentos. *Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial Nro. 2, La Plata*, 201 pp. ISBN: 987-96296-1-2.
- Perrotta, R. G., Garciarena, A. D., & Hernández, D. R. (2007). Muestreo de desembarque de caballa (*Scomber japonicus*) en el puerto de Mar del Plata (38° S) y determinación de niveles de captura en el área El Rincón; período 1989-2003. *INIDEP Informe Técnico 63: 1-27. ISSN 0327-9642*.
- Piccolo, M. C., & Perillo, G. M., 1990. Physical characteristics of the Bahía Blanca estuary (Argentina). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 31(3), 303-317.
- Piccolo, M. C., Cuadrado, D. G., & Gerardo, M. P., 2002. Hydrography of the inner shelf offshore Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Thalassas: An international journal of marine sciences*, 18(1), 45-56.
- Piola, A. R., Campos, E. J. D., Möller, O. O., Charo, M., and Martinez, C., 2000. Subtropical shelf front off eastern South America. *J. Geophys. Res.* 105, 6566–6578. doi: 10.1029/1999JC000300

- Piola, A. R., & Matano, R. P., 2001. Brazil and Falklands (Malvinas) currents. *Ocean currents: a derivative of the encyclopedia of ocean sciences*, 35-43.
- Piola, A. R., & Rivas, A., 1997. Corrientes en la plataforma continental. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 1: 119-132.
- Piola, A. R., & Scasso, L. M., 1988. Circulación en el golfo San Matías. *Geoacta*, 15(1), 33-51.
- Podestá, G. P., 1990. Migratory pattern of Argentine hake *Merluccius hubbsi* and oceanic processes in the southwestern Atlantic Ocean. *Fishery Bulletin*, 88(1), 167-177.
- Popovich, C. A., & Gayoso, A. M., 1999. Effect of irradiance and temperature on the growth rate of *Thalassiosira curviseriata* Takano (Bacillariophyceae), a bloom diatom in Bahía Blanca estuary (Argentina). *Journal of Plankton Research*, 21(6).
- Popovich, C. A., & Marcovecchio, J. E., 2008. Spatial and temporal variability of phytoplankton and environmental factors in a temperate estuary of South America (Atlantic coast, Argentina). *Continental Shelf Research*, 28(2), 236-244.
- Popovich C.A., Spetter C.V., Marcovecchio J.E. & Freije R.H., 2008. Dissolved nutrient availability during winter diatom bloom in a turbid and shallow estuary (Bahía Blanca, Argentina). *Journal of Coastal Research* 24: 95–102.
- Pratolongo P., Delgado A.L., Dutto M.S., Menéndez M.C., Carbone M.E., Fernandez-Severini M., 2015. Primer año de mediciones en la Estación de Monitoreo Ambiental Monte Hermoso, sector sur del ecosistema costero bonaerense. Parámetros físicos y bioquímicos. En: IX Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Ushuaia, Argentina.
- Ribera d'Alcalà, M., Conversano, F., Corato, F., Licandro, P., Mangoni, O., Marino, D., ... & Saggiomo, V., 2004. Seasonal patterns in plankton communities in a pluriannual time series at a coastal Mediterranean site (Gulf of Naples): an attempt to discern recurrences and trends. *Scientia marina*, 68(S1), 65-83.
- Richardson, K., Beardall, J., & Raven, J. A., 1983. Adaptation of unicellular algae to irradiance: an analysis of strategies. *New Phytologist*, 93(2), 157-191.
- Ripari, L., 2017. Composición, estructura y dinámica del fitoplancton en relación con las variables ambientales en la costa de Monte Hermoso. Tesis de grado licenciatura en biología. Universidad Nacional del Sur, 46pp.



- Ripari L., Guinder V.A., López Abbate M.C., Garzón J., Moyano J., Martínez A.M. & Pratolongo P., 2015. Dinámica, estructura y composición del fitoplancton de la costa de Monte Hermoso en relación con las condiciones ambientales. En: Jornadas Bonaerenses sobre Conservación de Ambientes y Patrimonio Costero. Monte Hermoso, Argentina.
- Rivas, A. L., 2006. Quantitative estimation of the influence of surface thermal fronts over chlorophyll concentration at the Patagonian shelf. *Journal of Marine Systems*, 63(3-4), 183-190.
- Rivas, A. L., Dogliotti, A. I., & Gagliardini, D. A., 2006. Seasonal variability in satellite-measured surface chlorophyll in the Patagonian Shelf. *Continental Shelf Research*, 26(6), 703-720.
- Rivas, A. L., & Beier, E. J., 1990. Temperature and salinity fields in the north patagonian gulfs. *Oceanologica Acta*, 13(1), 15-20.
- Romero, S. I., Piola, A. R., Charo, M., & Garcia, C. A. E., 2006. Chlorophyll-a variability off Patagonia based on SeaWiFS data. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 111(C5).
- Sanders R, Brown L., Henson S., Lucas M., 2005. New production in the Irminger Basin during 2002. *Journal Marine Systems* 55: 291– 310.
- Saraceno, M., Provost, C., & Piola, A. R., 2005. On the relationship between satellite-retrieved surface temperature fronts and chlorophyll a in the western South Atlantic. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 110(C11).
- Sastre, A., Santinelli, N., Esteves, J., Ferrario, M., 2001. Aspectos ecológicos de especies de *Pseudo-nitzschia* en aguas costeras patagónicas (Argentina). In: Alveal, K., Antezana, T. (Eds.), *Sustentabilidad de la biodiversidad*. Universidad de Concepción, Concepción, pp. 217–235.
- Sastre, A., Santinelli, N., Marino, G., Solís, M., Pujato, L., Ferrario, M., 2007. First detection of domoic acid produced by *Pseudo-nitzschia* species Chubut coastal waters, Patagonia, Argentina. *Harmful Algae News* 34, 12–14.
- Scasso, L. M., & Piola, A. R., 1988. Intercambio neto de agua entre el mar y la atmósfera en el Golfo San Matías. *Geoacta*, 15(1), 13-31.
- Schlitzer R., 2017. Ocean Data View, [odv.awi.de](http://odv.awi.de).
- Segura, V., Lutz, V. A., Dogliotti, A., Silva, R. I., Negri, R. M., Akselman, R., & Benavides, H., 2013. Phytoplankton types and primary production in the Argentine Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 491, 15-31.

- Signorini, S. R., Garcia, V. M., Piola, A. R., Garcia, C. A., Mata, M. M., & McClain, C. R. (2006). Seasonal and interannual variability of calcite in the vicinity of the Patagonian shelf break (38 S–52 S). *Geophysical research letters*, 33(16).
- Silva, A., Palma, S., Oliveira, P. B., & Moita, M. T., 2009. Composition and interannual variability of phytoplankton in a coastal upwelling region (Lisbon Bay, Portugal). *Journal of Sea Research*, 62(4), 238-249.
- Smayda, T. J., 1997. Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and oceanography*, 42(5part2), 1137-1153.
- Spetter, C. V., Garzón-Cardona J. E., Martínez A. M., Villagran D. M., Fernández Severini M., Lara R. J., & Marcovecchio, J. E. (2017). Distribución de Macronutrientes y Clorofila-a en la Zona Bonaerense de El Rincón (Argentina). Congreso Aguas, Ambiente y Energía, Mendoza, Argentina.
- Thomas, C.R., 1997. Identifying marine phytoplankton. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 122: 1-172.
- Trainer, V. L., Adams, N. G., Bill, B. D., Stehr, C. M., Wekell, J. C., Moeller, P., ... & Woodruff, D., 2000. Domoic acid production near California coastal upwelling zones, June 1998. *Limnology and oceanography*, 45(8), 1818-1833.
- Trainer, V. L., Hickey, B. M., Lessard, E. J., Cochlan, W. P., Trick, C. G., Wells, M. L., ... & Moore, S. K., 2009. Variability of Pseudo-nitzschia and domoic acid in the Juan de Fuca eddy region and its adjacent shelves. *Limnology and Oceanography*, 54(1), 289-308.
- Wells, M. L., Trick, C. G., Cochlan, W. P., Hughes, M. P., & Trainer, V. L., 2005. Domoic acid: the synergy of iron, copper, and the toxicity of diatoms. *Limnology and Oceanography*, 50(6), 1908-1917.
- Winder, M., Carstensen, J., Galloway, A. W., Jakobsen, H. H., & Cloern, J. E., 2017. The land–sea interface: A source of high-quality phytoplankton to support secondary production. *Limnology and Oceanography*, 62(S1).

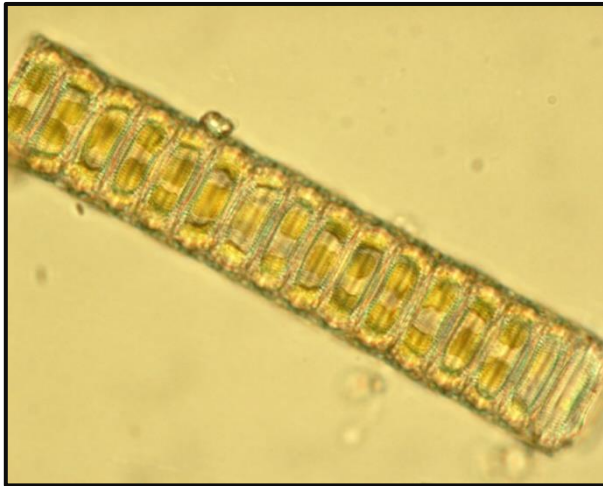
## 7. Anexo

### A)

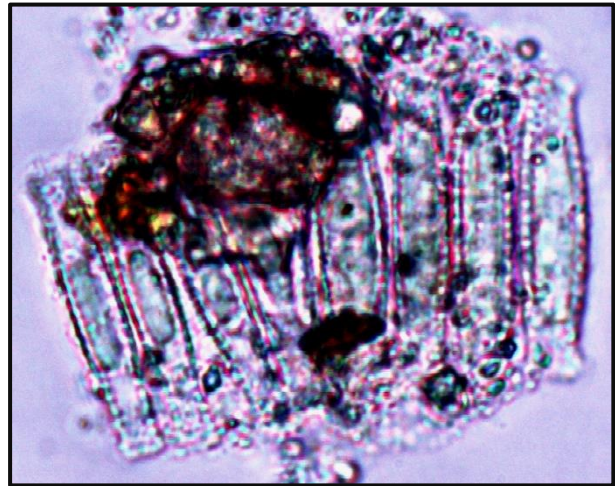
<b>Bacillariophyceae</b>	<b>Biovolumen (<math>\mu\text{m}^3</math>)</b>	<b>Carbono celular (<math>\text{pg c\acute{e}l}^{-1}</math>)</b>
<i>Achnanthes sp.</i>	290	30
<i>Actinocyclus sp.</i>	19250	860
<i>Actinoptychus adriaticus</i>	30000	1230
<i>Actinoptychus senarius</i>	30000	1230
<i>Amphora sp.</i>	3900	235
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	2650	170
<i>Biddulphia alternans</i>	4200	250
<i>Cerataulina pelagica</i>	15700	730
<i>Chaetoceros spp.</i>	790	65
<i>Corethron sp.</i>	13000	625
<i>Coscinodiscus sp.</i>	25000	1060
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	58000	2100
<i>Coscinodiscus granii</i>	38000	1500
<i>Cyclotella sp.</i>	14000	665
<i>Cyclotella striata</i>	700	665
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1850	130
<i>Cymatosira belgica</i>	285	30
<i>Delphineis surirella</i>	320	30
<i>Eucampia cornuta</i>	6500	355
<i>Diploneis sp.</i>	12550	605
<i>Fragilaria sp.</i>	1048	80
<i>Guinardia delicatula</i>	2800	180
<i>Guinardia flaccida</i>	5600	315
<i>Gyrosigma sp.</i>	8450	440
<i>Hemiaulus sp.</i>	5500	315
<i>Lauderia annulata</i>	6200	340
<i>Leptocylindrus sp</i>	707	60
<i>Leptocylindrus minimus</i>	760	60
<i>Lithodesmium undulatum</i>	17000	775
<i>Navicula spp.</i>	3140	200
<i>Nitzschia spp.</i>	435	40
<i>Odontella aurita</i>	24000	1025
<i>Odontella mobiliensis</i>	20000	885
<i>Odontella rhombus</i>	20000	885
<i>Pinnularia sp.</i>	27000	1130
<i>Paralia sulcata</i>	3140	200
<i>Podosira stelliger</i>	30000	1230
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	1700	120
<i>Pseudosolenia sp.</i>	235000	6535
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	10000	505
<i>Rhizosolenia setigera</i>	62830	2240
<i>Rhizosolenia sp.</i>	34000	1365

<i>Skeletonema costatum</i>	395	35
<i>Stephanodiscus</i> sp.	9050	465
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1250	95
<i>Thalassiosira</i> sp. (10 $\mu$ m)	1325	100
<i>Thalassiosira</i> sp. (8-30 $\mu$ m)	4450	260
<i>Thalassiosira hendeyii</i>	8400	440
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	4100	245
<i>Thalassiosira minima</i>	1325	100
<i>Pennadas</i> no ident. (20 $\mu$ m)	1570	115
<i>Pennadas</i> no ident. (30-80 $\mu$ m)	7850	415
<b><i>Dynophyceae</i></b>		
<i>Alexandrium</i> sp.	15000	1800
<i>Alexandrium tamarense</i>	24000	2800
<i>Ceratium fusus</i>	29850	3440
<i>Ceratium</i> sp.	12370	1500
<i>Dinoflagelado</i> no ident. (5-10 $\mu$ m)	260	40
<i>Dinoflagelad</i> no ident. (15-20 $\mu$ m)	2100	285
<i>Dinoflagelados</i> no ident. (20-25 $\mu$ m)	4100	530
<i>Gimnodinoideo</i> no ident. (20 $\mu$ m)	2100	285
<i>Gyrodinium</i> sp.(8 $\mu$ m)	335	50
<i>Gyrodinium spirale</i> (50 $\mu$ m)	19650	2320
<i>Lessardia elongata</i>	1200	170
<i>Oxytoxum</i> sp.	1045	150
<i>Prorocentrum</i> sp.	8050	1000
<i>Prorocentrum micans</i>	945	135
<i>Prorocentrum compressum</i>	1874	255
<i>Scrippsiella</i> sp.	4250	550
aff. <i>Azadinium</i> sp.	200	32
aff. <i>Heterocapsa</i> sp.	1381	190
<b><i>Cryptophyceae</i></b>		
<i>Teleaulax amphioxeia</i>	154	25
<i>Criptófitas</i> no ident. (10 $\mu$ m)	525	75
<b><i>Dictyochophyceae</i></b>		
<i>Dictyoca fibula</i>	270	40
<i>Dyctiocha speculum</i>	270	40
<b><i>Prasinophyceae</i></b>		
<i>Prasinoficeas</i> no ident. (10 $\mu$ m)	525	75
<b><i>Prymnesiophyceae</i></b>		
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	750	110
<i>Emiliana huxleyi</i>	200	35
<i>Cocolitofórido</i> no ident. (25 $\mu$ m)	1600	220
<b><i>Otros flagelados no ident.</i></b>		
<10 $\mu$ m	525	75
10-20 $\mu$ m	1750	240
20-30 $\mu$ m	8200	1020

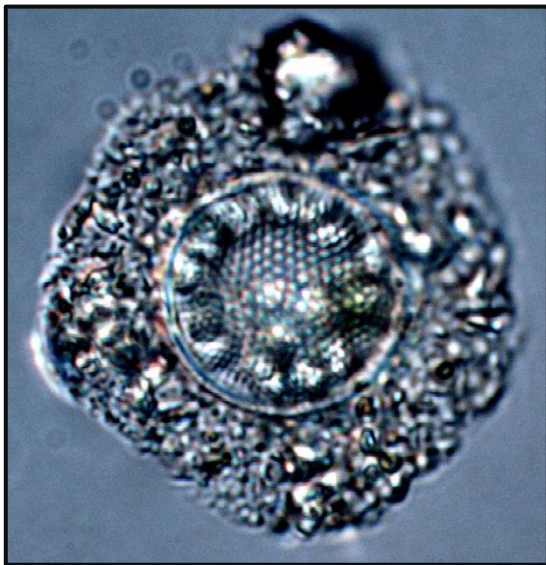
B)



*Paralia sulcata*



*Cymatosira belgica*



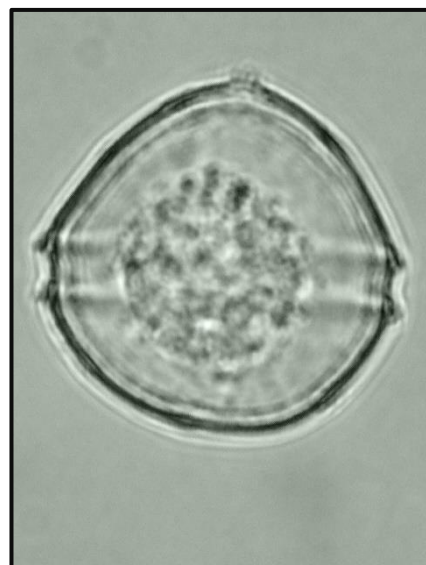
*Thalassiosira* sp.



*Thalassionema nitzschioides*



*Guinardia delicatula*



*Scripsiella* sp.