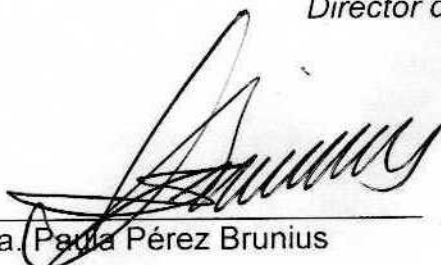


TESIS DEFENDIDA POR
Guadalupe Cabrales Talavera
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



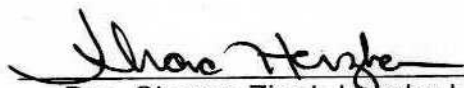
Dr. Ernesto García Mendoza
Director del Comité



Dra. Paula Pérez Brunius
Miembro del Comité



Dr. Aramis Olivos Ortiz
Miembro del Comité



Dra. Sharon Zinah Herzka Llona
Miembro del Comité



Dr. Axayácatl Rocha Olivares
*Coordinador del programa de
posgrado en Ecología Marina*



Dr. David Hilario Covarrubias Rosales
Director de Estudios de Posgrado

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN ECOLOGÍA MARINA**

**Distribución espacial y temporal de diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*
spp y concentración de ácido domoico en la región de la Bahía de Todos
Santos, B.C., México**

TESIS

**para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS**

Presenta:

GUADALUPE CABRALES TALAVERA

Ensenada, Baja California, México, noviembre del 2010

RESUMEN de la tesis de Guadalupe Cabrales Talavera, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en Ecología Marina. Ensenada, Baja California. Noviembre de 2010.

Distribución espacial y temporal de diatomeas del género *Pseudo-nitzschia* spp y concentración de ácido domoico en la región de la Bahía de Todos Santos, B.C., México.

Resumen aprobado por:

Dr. Ernesto García Mendoza

La composición fitoplanctónica y las condiciones ambientales asociadas a la hidrografía de la región de la Bahía de Todos Santos (BTS), norte de Baja California, fue estudiada durante cuatro cruceros realizados en diferentes épocas del año durante 2008. Se identificó a especies potencialmente tóxicas, y en específico a las del género *Pseudo-nitzschia* productoras de la toxina de ácido domoico, con el objetivo de caracterizar las condiciones ambientales asociadas a la presencia de estas especies nocivas. Los grupos del fitoplancton así como los géneros más abundantes se identificaron por microscopía óptica, se tomaron muestras a 0 y 10 m de profundidad para conocer la composición de especies así como la concentración de ácido domoico (AD) en material particulado. Asimismo, el AD fue cuantificado en vísceras de sardinas colectadas cada quince días durante 2008. La medición de esta toxina se realizó por medio de cromatografía líquida de alto desempeño. Se analizaron nutrientes inorgánicos mediante un autoanizador de flujo segmentado. Se encontró que en la región de la BTS, el nitrógeno inorgánico disuelto no se presentó en concentraciones potencialmente limitantes para las diferentes fechas de muestreo. Con respecto a los silicatos, en verano se presentaron concentraciones que pudieron ser limitantes, lo cual pudo ser la causa de una acumulación baja de biomasa de fitoplancton para este periodo. El fosfato no se presentó en concentraciones que representaran una limitación para los meses de enero y abril. Sin embargo, para agosto y principalmente noviembre, los fosfatos se presentaron en concentraciones potencialmente limitantes en comparación a los otros macronutrientes. En invierno la comunidad estuvo representada por dinoflagelados y diatomeas a diferencia de primavera, verano y otoño, donde la comunidad se caracterizó principalmente por el grupo de las diatomeas. Los géneros más abundantes fueron *Navicula* y *Chaetoceros* para todos los periodos de muestreo. En el mes de abril se detectaron las concentraciones más altas de clorofila *a* en la zona de estudio. El género *Pseudo-nitzschia* presentó una abundancia mayor en primavera y otoño, encontrándose en abril la concentración mayor de AD (0.4 µg AD L⁻¹) en material particulado. En abril se registraron las temperaturas más bajas de los diferentes periodos de muestreo, probablemente asociado a la condiciones La Niña que se

presentaron a principios del 2008. El análisis del contenido de AD en vísceras de sardina mostró que en primavera y verano se detectaron las concentraciones mayores de esta toxina en la región. *P. australis* fue la principal especie asociada de la presencia de AD tanto en material particulado como en víscera de sardinas colectadas en la región de BTS. Por lo tanto, los resultados indican que las especies tóxicas de *Pseudo-nitzschia* (*P. australis*) y la neurotoxina AD se presentan principalmente en primavera y verano debido a condiciones ambientales favorables para el crecimiento de estas especies.

Palabras Clave: Diatomeas, Florecimientos de fitoplancton, ácido domoico, sardina, Bahía Todos Santos.

ABSTRACT of the thesis presented by Guadalupe Cabrales Talavera as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in Marine Ecology. Ensenada, Baja California, México. **Noviembre del 2010.**

Spatial and temporal distribution of diatoms in the genus *Pseudo-nitzschia* spp and domoic acid concentration in the region of Bay of Todos Santos, BC, México

The phytoplankton composition and environmental conditions associated with the hydrography of the Todos Santos Bay (BTS) region, north of Baja California, were studied during four cruises carried out in different seasons of 2008. Potentially toxic species were identified and specially the ones of the genus *Pseudo-nitzschia* that produces the toxin domoic acid (DA). The main goal of the study was to characterize the environmental conditions associated with the presence of these potentially harmful species. Phytoplankton groups and the most abundant species were identified by light microscopy in water samples taken at 0 and 10 m depth to characterize community species composition and the concentration of domoic acid (DA) in particulate matter. Also, the DA concentration was measured in viscera of sardines collected every two weeks during 2008. This toxin was measured by high performance liquid chromatography. Inorganic nutrients were analyzed using a segmented flow autoanalyser. We found that for the different sampling dates in the BTS region, dissolved inorganic nitrogen concentrations were high enough to represent a limitation factor for phytoplankton growth. With respect to silicates, the levels of this nutrient detected in summer might have been a limitation factor for phytoplankton growth. Probably, this was the cause for the low accumulation of phytoplankton biomass detected in this period. Phosphate was not present at concentrations that represented a limitation factor for phytoplankton growth in January and April. However, for August, and November mainly, phosphates concentrations were low as compared to other macronutrients and might have limited the growth of phytoplankton. In winter, the phytoplankton community was composed of dinoflagellates and diatoms. In contrast, in spring, summer and autumn the community was characterized mainly by diatoms. The most abundant genera of this group were *Navicula* and *Chaetoceros* for all sampling periods. In the month of April the highest concentrations of chlorophyll *a* were found in the study area. The genus *Pseudo-nitzschia* was more abundant in spring and autumn. The highest concentration of DA (0.4 g AD L^{-1}) in particulate matter was detected in April. The lowest temperatures of the different sampling periods were detected in April, probably associated with La Niña conditions present in early 2008. The result of the DA content in viscera of sardines showed that high concentrations of this toxin were present in spring and summer in the region. *P. australis* was the main species associated with the presence of DA in particulate and in viscera of sardines collected in the region.

Therefore, the results indicate that the toxic species of *Pseudo-nitzschia* (*P. australis*), and the DA neurotoxin occur mainly in spring and summer due to favorable environmental conditions for growth of these species.

Keywords: Diatoms, Phytoplankton blooms, domoic acid, sardine, Todos Santos Bay.

Dedicatorias

A mis padres: Arturo Cabrales Paredes
Teresa de Jesús Talavera Chaires

Por su comprensión, apoyo y amor en todo momento, aun cuando no me veían para cuando saliera de esta tesis. Me han enseñado a luchar siempre por lo que quiero y a cumplir con las metas que me propongo y no abandonarlas. He aprendido mucho de ellos y sus enseñanzas me han llevado a cumplir con este sueño.

A mis hermanos: Úrsula
Rosa
Rodrigo
Enrique
Juan Pablo

Quienes me apoyaron en todo momento y me siguen apoyando (económicamente pues la beca se espumo desde hace mucho, jjaja). Muchísimas gracias hermanos nunca terminaré de agradecer todo el amor y apoyo que me brindan día a día. A sus respectivas parejas Iris, Juan Carlos y Blanca gracias también por todo.

A mis hermosos bebes (sobrinos): Alexis
Juan Carlos
Ivanna
Diego

Lo cuales con su alegría y energía que emiten me llenan de esperanza para vivir un día más. Los quiero muchísimo.

Agradecimientos

Al Dr. Ernesto García Mendoza por su confianza en mí para superar mis limitaciones y redescubrir lo que en un momento fue solo un sueño, por su apoyo y amistad.

A la Dra. Paula Pérez Brunius miembro del comité de tesis que agracias a sus importantes comentarios y sugerencias a encaminar mi camino durante el desarrollo de este trabajo, los cuales fueron de gran ayuda para la realización del mismo. Gracias por su apoyo financiero a través del proyecto BTS, el cual me ayudo a realizar esta tesis. Además de las fiestas en su casa (muy bonita), demostrando una sencillez y humildad ante todos.

A la Dra. Sharon Herzska Llona miembro del comité de tesis por su apoyo y sugerencia en cada avance de tesis, creando un panorama más completo de lo que era este trabajo desde mi primer año en la maestría. Aparte de que en la convivencia fuera de CICESE es muy agradable y sencilla.

Al Dr. Aramis Olivos Ortiz miembro del comité de tesis por su gran apoyo y sugerencias en todo el desarrollo de este trabajo, quien me ayudó desinteresadamente cuando lo necesité y no pedía nada a cambio para hacerlo (por ello lo metí al comité jajaja). A parte de que la convivencia en Manzanillo fue muy amena y me brindaron un gran ambiente de trabajo y confianza.

A la Dra. Sonia Quijano Scheggia investigadora de la Universidad de Colima, de la que obtuve un gran apoyo para identificar muestras de fitoplancton en el SEM de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Colima y sugerencias muy acertadas para la realización de este trabajo. Su gran experiencia y conocimiento sobre este campo me ayudó a entender y a valorar mucho el trabajo que realicé.

Al Dr. José Luis Peña Manjarrez investigador de CETMAR por su gran apoyo, sugerencias y comentarios realizados a lo largo de toda mi carrera profesional y por supuesto en el desarrollo de este trabajo. (Fuiste el que me encaminaste por el camino del mal jajaja, no es cierto te agradezco inmensamente todo lo que hiciste y sigues haciendo en mi vida profesional). Eres una persona excepcional que ayudas a las personas desinteresadamente y brindas al 100% tu amistad, por eso valoro todavía más poder estar cerca de ti y seguir aprendiendo de tu gran experiencia. Gracias por todo.

A la MC. Lorena Linacre porque siempre me brindó ayuda en el desarrollo de esta tesis, además de que demostró humildad y una gran pasión por ayudar a los demás. Mil gracias por todo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo financiero brindando durante este tiempo, que sin su apoyo no hubiera sido posible realizar una etapa más en mi vida profesional.

Al Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), por haberme dado la oportunidad de entrar a un Posgrado de gran excelencia como lo es Programa de Posgrado de Ecología Marina.

Les agradezco inmensamente a la tripulación del Buque Oceanográfico Francisco de Ulloa, los cuales me brindaron consejos y apoyo durante los cruceros. Además de unos cuantos kilitos más (Julio excelente comida). Muchas gracias por sus palabras de aliento (Rosario (cuco), Moreno).

Un agradecimiento especial es para el M en C. Martín de La Cruz Orozco, Ocean. Carmen Bazán y al Dr. Eduardo Millán, quienes me brindaron su amistad y apoyo desinteresadamente tanto en aspecto laboral como personal, compartimos muchísimos momentos agradables y que siempre me alentaron para seguir adelante por más oscuro y espinoso que estuviera mi camino. Por todo muchas gracias.

No podría dejar de agradecer a MC. Ivonne Santiago amiga y compañera de sufrimiento con las *Pseudo-nitzschia*, gracias por todo me enseñaste tantas cosas que no podría terminar de escribir, pero en especial siempre estuviste para mí cuando te necesite y eso nunca se olvida. Gracias por tus sugerencias y comentarios para la realización de este trabajo.

Al grupo de Conocimiento Algal (CONGAL): Carolina Castañeda, Ivonne Santiago, Jushiro Cepeda, Jose Luis Peña, Luis Lombardo, Mildred Herrera, Maricarmen Ruiz, Karina de la Rosa, Hector Ocampo, Ernesto García (líder). Por su gran apoyo y sugerencias en cada congal y fuera de estos seminarios, que a veces los sentía como pedrada, pero que eran del todo ciertas y muy valiosos. Por su amistad muchas gracias.

A todos los amigos que tuve la fortuna de encontrar en este tiempo y los cuales siempre lo serán por su apoyo y amistad brindados: Juan Pablo Hernandez, Patricia García, Carolina Castañeda, Hector Ocampo, Amayali, Karla Pedraza, Cesar Guerrero, Guiliana, Abigail Iris, Gemma, Alejandro Uceda, Ana y Felipe, Lilia flores, Gabriela Colorado, Obed, Ana, Ricardo Cruz, Magnolia Murcia, Andrea Lievano, etc.

Y por último no sin ser menos importante a todos y cada uno de los investigadores que me ayudaron en la realización de este gran sueño, les agradezco infinitamente el tiempo y el apoyo que me brindaron.

CONTENIDO

Resumen español.	i
Resumen inglés.	iii
Dedicatorias	v
Agradecimientos	vi
Contenido.....	viii
Lista de figuras.....	xi
Lista de tablas.....	xviii
Lista de anexos	xv
CAPÍTULO I. Introducción general	¡Error! Marcador no definido.
I.1 Introducción general.....	¡Error! Marcador no definido.
I.1.2. El género Pseudo-nitzschia	4
I.1.3 Ácido domoico.....	4
I.2. Antecedentes y justificación	5
I.3 Objetivo general	10
I.4 Hipótesis de trabajo	10
CAPÍTULO II. Condiciones ambientales y comunidad fitoplanctonica en diferentes épocas del año en la región de la BTS, con énfasis en la descripción de la presencia de especies con potencial tóxico.	11
II.1. Introducción	11
II.1.2 Condiciones ambientales al interior de la Bahía de Todos Santos (BTS).....	13
II.2. Antecedentes y justificación:	13
II.3. Objetivo	15
II.4. Metodología	15
II.4.1 Área de estudio	15
II.4.2 Recolección de muestras.....	18
II.4.2.1. Variables hidrográficas: Temperatura y salinidad	18
II.4.2.2 Análisis de nutrientes.....	19
II.4.2.3. Análisis de pigmentos del fitoplancton	19

CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

II.4.2.4. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica	20
II.4.2.5. Cuantificación de AD en material particulado	21
II.4.2.6. Análisis de datos	22
II.4.3.1. Criterios utilizados para el análisis estequiométrico de nutrientes.....	22
II.5. Resultados	22
II.5.1 Distribución vertical de propiedades hidrográficas para los cruceros realizados.....	22
II.5.2. Distribución espacial de propiedades hidrográficas y biomasa fitoplanctónica de las 4 campañas oceanográficas del año 2008.	26
II.5.2.1 Distribución superficial de temperatura	26
II.5.2.2 Distribución superficial de salinidad	28
II.5.2.3 Distribución superficial de nutrientes inorgánicos	30
II.5.2.4 Distribución superficial de clorofila a (Chla), pigmentos marcadores de grupos fitoplanctónicos y ácido domoico en material particulado.	37
II.5.2.5 Distribución de Clorofila a (Chla), pigmentos marcadores de grupos fitoplanctónicos y ácido domoico en material particulado a 10 m de profundidad ..	43
II.5.3 Relación entre la concentración de AD (pAD) y la abundancia de <i>Pseudo-nitzschia</i>	49
II.5.4. Relación de temperaturas vs nutrientes:	49
II.5.5. Relaciones estequiométricas entre las concentraciones de macronutrientes medidas en diferentes temporadas del 2008	52
II.6. Discusión	55
CAPÍTULO III. Concentración de ácido domoico en la sardina de Pacífico (<i>Sardinops sagax</i>) capturada en la región norte de Baja California durante el 2008.	62
III.1. Introducción.....	62
III.2 Objetivo	62
III.2.1 Objetivos particulares	62
III.3 Materiales y Método.....	62
III.3.1 Muestras de sardina.....	65
III.3.1.1 Análisis del contenido estomacal de sardina	65

CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

III.3.2 Análisis del contenido de AD por medio del HPLC	65
III.3.2.1 Preparación de la muestra	65
III.3.2.2 Protocolo de separación de AD	66
III.3.3 Análisis del contenido estomacal por microscopía electrónica de barrido (SEM)	66
III.3.3.1 Preparación de muestras	66
III.3.3.2 Identificación de las especies del género <i>Pseudo-nitzschia</i>	67
III.4 Resultados	67
III.4.1 Variación temporal de la concentración de AD en vísceras de sardina para el año 2008	67
III.4.2 Identificación de especies del género <i>Pseudo-nitzschia</i> sp en vísceras de sardina en la RNBC.	70
III.5 Discusión	73
III.6 Conclusiones.....	75
III.7. Referencias	76
III.8. Anexo	88

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Sucesión del fitoplancton y formas de vida en un espacio ecológico definido por la turbulencia en la columna de agua y la concentración de nutrientes (a) de acuerdo con el cambio de condiciones de estratificación y mezcla (nutrientes nuevos y regenerados) en la columna de agua (b) Ciclo anual de abundancia de fitoplancton. Tomado de Figueiras y Niell (1987).	7
2	Red de muestreo de 4 campañas oceanográficas realizadas en el 2008 en la región de la Bahía de Todos Santos.	17
3	Distribución de temperatura (a, d), salinidad (b, d) frecuencia de Brunt-Vaisalla (c,f) hasta los 50 m de profundidad. Se presentan solamente las estaciones muestreadas dentro de la Bahía de Todos Santos. Los paneles a, b y c corresponden al mes de enero y los paneles d, e y f al mes de abril.	24
4	Distribución de temperatura (a, d), salinidad (b, d), frecuencia de Brunt-Vaisalla (c, f) hasta los 50 m de profundidad. Se presentan solamente las estaciones muestreadas dentro de la Bahía de Todos Santos. Los paneles a, b y c corresponden al mes de agosto y los paneles d, e y f al mes de noviembre	25
5	Distribución superficial de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas realizadas en (a) enero (b) abril (c) agosto (d) y noviembre del 2008.	27
6	Distribución superficial de salinidad en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas realizadas en (a) enero (b) abril (c) agosto y (d) noviembre.	29
7	Distribución superficial de nitratos (NO_3+NO_2 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas realizadas en (a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre del 2008.	31
8	Distribución superficial de silicatos (SiO_2 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas en a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre del 2008.	33
9	Distribución superficial de fosfatos (PO_4 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas en a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre del 2008.	35
10	Distribución superficial de amonio (NH_4 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas en a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre del 2008.	37

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
11	Distribución superficial de clorofila a (patrón de colores) durante la campañas oceanográficas de enero (a,b) y abril (c,d,) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinina (a, c) y fucoxantina (b,d) representadas por la isolíneas en las gráficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculo negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).	41
12	Distribución superficial de clorofila a (patrón de colores) durante las campañas oceanográficas de agosto (a) y noviembre (b,c) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinina (a) y fucoxantina (b,c) representadas por la isolíneas en las graficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculo negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).	42
13	Distribución de clorofila a 10 m (patrón de colores) durante la campañas oceanográficas de enero (a,b) y abril (c,d,) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinina (a, c) y fucoxantina (b,d) representadas por la isolíneas en las gráficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculo negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).	47
14	Distribución de clorofila 10m (patrón de colores), durante las campañas oceanográficas de agosto (a) y noviembre (c) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinina (a) y fucoxantina (b,c) representadas por la isolíneas en las graficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculo negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).	48

LISTA DE FIGURAS (Continuación)

Figura		Página
15	Relación del ácido domoico particulado y la abundancia de los organismos del género <i>Pseudo-nitzschia</i> .	49
16	Relación de la temperatura (0-20m) con a) nitratos, b) silicatos, c) amonio y d) fosfatos para diferentes épocas de muestreo en el 2008.	51
17	Relaciones estequiométricas entre los diferentes macronutrientes para las diferentes estaciones del año. Se consideraron solamente datos de entre 0 y 20 m de profundidad para este análisis.	54
18	Concentración de AD en víscera en sardina capturada de enero a diciembre del 2008 en la región norte de Baja California (San Quintín a Rosarito). Se presenta (línea continua) el valor máximo permitido de concentración de AD en moluscos (Norma Oficial Mexicana NOM-032).	68
19	Abundancia relativa (%) de grupos fitoplanctónicos en víscera de sardina colectada en el norte de la Península de Baja California durante 2008.	70
20	Fotografías por SEM de <i>Pseudo-nitzschia australis</i> de muestras de víscera de sardina colectada en la región norte de Baja California. a) Organismo de <i>P. australis</i> completo (20kv, X 1,200). b) Punta de <i>P. australis</i> (20kv, X 7,500). c) Valva con estrías que muestran las dos filas de poroides en una distribución regular (20kv, X 7,000). d) Conjunto de <i>P. australis</i> arriba de un <i>Coscinodiscus</i> sp 20kv, X 1,900.	71
21	Fotografías por SEM de <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> de muestras de víscera de sardina colectadas en la región norte de Baja California. Vista de la valva interna de <i>P. pungens</i> . Figura a) <i>P. pungens</i> 3.5µm ancho (escala 1 µm), 2 (2.5) líneas de poros. b) Banda intercalar de <i>P. pungens</i> (escala 0.5 µm).	72

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Contenido de AD y especies de <i>Pseudo-nitzschia</i> presentes en muestras con alto contenido de AD. Se presenta también el resultado de muestra colectada en verano del 2009.	69

LISTA DE ANEXOS

Anexo		Página
I	Diagrama que muestra la morfología de diatomeas a) vista de la frústula y el ancho cinturón de la válvula. B) Corte transversal del género <i>Pseudo-nitzschia</i> . y <i>Nitzschia</i> spp. para la comparación. Observe las diferencias en el rafe. Creado utilizando la información de Hasle y Syvertsen (1996).	88
II	Se presenta la estructura química del ácido domoico y sus isómeros.	89
III	Resultados generales de las variables y parámetros obtenidos durante el periodo de estudio en las 16 estaciones de trabajo.	99
IV	Resultados generales de las variables químicas y biológicas obtenidos durante el periodo de estudio en las 16 estaciones de trabajo.	105
V	Resultados generales de otros pigmentos marcadores de la comunidad fitoplanctónica obtenidos durante el periodo de muestreo en las 16 estaciones.	111
VI	Se presenta la tabla con donde fueron identificados los pigmentos marcadores en mayor/menor de los diferentes grupos fitoplanctónicos. Según Jeffrey y SW. Y Wright S.W., 2005.	117

Capítulo I

Introducción general

Los microorganismos que se encuentran suspendidos en la capa superficial de los océanos y que tienen la capacidad de utilizar la energía del sol, agua, bióxido de carbono y nutrientes para realizar fotosíntesis se conocen como fitoplancton. Estos microorganismos juegan un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos ya que son responsables de aproximadamente la mitad de la producción primaria global (Falkowski, 1994) y son base de la trama trófica en el océano. El crecimiento del fitoplancton está limitado a la zona eufótica, definida como la capa superficial del océano hasta donde llega el 1% de la luz del espectro visible incidente en la superficie. Otros recursos fundamentales para el crecimiento del fitoplancton son los macronutrientes como nitrógeno (N), fosfato (P), silicatos (Si) y micronutrientes como hierro (Fe), cadmio (Cd) y cobre (Cu), entre otros (Trainer *et al.*, 2008).

Las diatomeas son un componente importante de la comunidad fitoplanctónica ya que contribuyen al 45% de la producción total del océano o entre el 20 al 25 % de la producción global (Werner, 1977). Las diatomeas son abundantes cuando existen concentraciones de nutrientes relativamente altas y condiciones de turbulencia, mientras que los dinoflagelados están mejor adaptados a la supervivencia en condiciones de baja turbulencia y bajos nutrientes (Colombo, 1986). En condiciones ambientales específicas se presenta un aumento significativo en la abundancia de especies de microalgas, lo que se denomina florecimiento algal. Se han estimado que aproximadamente 300 especies de diferentes grupos taxonómicos (diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados,

primnesofitas, radiofitas y cianofitas) pueden producir estos florecimientos (Sournia, 1995). De estas, entre 60 y 80 especies se han asociado a efectos nocivos. Algunos florecimientos algales son nocivos afectando al ambiente y eventualmente a la salud del hombre, por lo que se denominan florecimientos algales nocivos (FAN) (GEOHAB, 2001; Glibert *et al.*, 2005b). Los FAN que representan un mayor riesgo son los producidos por especies de microalgas tóxicas. Los dinoflagelados representan un grupo particularmente nocivo ya que se han identificado entre 45 y 60 especies con potencial tóxico, lo que representa aproximadamente el 75% de todas las especies productoras de FAN (Smayda, 1997). En algunos casos, incluso en bajas abundancias celulares algunas especies representan un riesgo para la salud pública. Por ejemplo, se pueden detectar biotoxinas en moluscos cuando especies del género *Dinophysis* alcanzan una densidad de 10^3 cel L⁻¹ (Reguera, 2003). Otro de los efectos negativos de los FAN es el deterioro de las condiciones ambientales que afecta a otros organismos. Especies no tóxicas pueden alcanzar abundancias altas y ocasionar una reducción de O₂ (Pitcher y Cockcroft, 1998) que afecta tanto a especies pelágicas como bentónicas. Asimismo, la producción de exudados no tóxicos puede deteriorar el ambiente ocasionando reducción del hábitat para peces y moluscos, por lo que los FAN representan un riesgo importante en áreas cerradas o someras (Hallegraeff *et al.*, 1998). Por esto, los FAN, pueden afectar de manera importante a la actividad pesquera ya la maricultura en regiones costeras. Por ejemplo, en Alaska la presencia de la toxinas de tipo paralizantes (saxitoxinas), las cuales son producidas por diferentes especies de dinoflagelados, causó un colapso en la pesquería de la almeja *Panopea abrupta* (geoduck) en 1970 (Hoagland y Scatista, 2006).

Con respecto a la salud pública, se han registrado muertes asociadas a intoxicaciones por toxinas producidas por microalgas. Las intoxicaciones en humanos se definen como síndromes específicos. Un síndrome importante es el envenenamiento paralizante por consumo de moluscos (PSP), asociado a toxinas

producidas principalmente por los dinoflagelados *Gymnodinium catenatum* y *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* en latitudes tropicales y por especies de *Alexandrium* en latitudes templadas a frías. Otros síndromes tóxicos importantes son el envenenamiento amnésico por consumo de moluscos (ASP), producido por algunas especies del género *Pseudo-nitzschia*; el envenenamiento diarreico por consumo de moluscos (DSP), producido por toxinas asociadas a especies de *Dinophysis* y *Ostreopsis* spp; el envenenamiento neurotóxico (NSP), producido por toxinas de algunas especies del género *Karenia* y el envenenamiento por consumo de pescado (CFP), producido por toxinas asociadas a *Gambierdiscus toxicus* y *Coolia* spp (Reguera, 2003).

Los FAN de algunas especies del género *Pseudo-nitzschia* representan un riesgo potencial en las zonas costeras del Sistema de la Corriente de California (SCC). Las especies de este género son potencialmente tóxicas ya que producen ácido domoico (AD), causante del ASP. La presencia de *Pseudo-nitzschia* es recurrente en zonas costeras de California y se ha asociado a muertes masivas de pelicanos y mamíferos marinos en esta área (Scholin *et al.*, 2000). *Pseudo-nitzschia* es un género cosmopolita (Hasle, 2002). Las especies de *Pseudo-nitzschia* pueden desarrollarse en regiones específicas o presentarse en ciertas temporadas en una región. Por ejemplo, en las costas del oeste de Estados Unidos la especie más abundante en verano y otoño es *P. pungens*, mientras que *P. delicatissima* es abundante en primavera y verano, y *P. pseudodelicatissima*, *P. seriata* y *P. australis* son comunes en otoño (Fryxell *et al.*, 1997). Trainer *et al.* (2000) documentaron que otras especies pueden florecer a finales de primavera cuando aumenta la temperatura del agua. El envenenamiento por ácido domoico es uno de los dos síndromes más importantes en el SCC. Se han descrito varios eventos de intoxicación por ácido domoico y se han estudiado los factores ambientales asociados a los FAN productores de esta toxina (Trainer *et al.*, 2000 y 2002). En la parte mexicana de este sistema, específicamente en la costa noroeste de Baja California, se conoce poco sobre las especies productoras de AD y sobre la

temporalidad de ocurrencia de FA. En la región de la Bahía de Todos Santos (BTS) García- Mendoza et al. (2009) reportaron la presencia de un FAN de especies productoras de AD. Estos autores describieron un florecimiento de *P. australis* que se presentó en abril del 2007 asociado a condiciones de surgencia. Sin embargo, no se conoce si en otras temporadas del año también se pueden presentar estos fenómenos en la región.

I.1.2. El género *Pseudo-nitzschia*

Las especies de *Pseudo-nitzschia* fueron originalmente clasificadas dentro del género *Nitzschia*; sin embargo, los estudios detallados sobre la morfología de la frústula llevaron a replantear la agrupación taxonómica de estas especies. En 1965 el género *Pseudo-nitzschia* fue considerado como un grupo aparte (Hasle, 1994) que comprendía 18 especies y dos subespecies. A la fecha, se han identificando 31 especies, todas marinas (Hasle, 1994, 2002; Lundholm et al., 2002). Estas diatomeas forman cadenas pero también se les puede encontrar en forma solitaria.

No todas las especies del género *Pseudo-nitzschia* tienen la capacidad de producir ácido domoico (AD). Hasta ahora se han reconocido solamente a 12 especies productoras de AD: *P. australis*, *P. seriata*, *P. multiseriata*, *P. pungens*, *P. cuspidata*, *P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. pseudodelicatissima*, *P. fraudulenta*, *P. turgidula*, *P. galaxiae*, y *P. multistriata* (Bates, 2000; Bates y Trainer, 2006; Moestrup y Lundholm, 2007).

I.1.3 Ácido domoico

El AD fue aislado por primera vez del alga roja *Armata chondria* (Takemoto y Daigo, 1958). El AD es un aminoácido con tres grupos carboxilos, tiene un peso molecular de 311 g mol^{-1} , es soluble en agua y es estable al calor. El AD es una neurotoxina antagónica al ácido glutámico, por lo que puede unirse a los

receptores cerebrales de este aminoácido y mantener abiertos los canales de Ca^{++} de las neuronas, actuando como una excitoxina. Esto da como resultado una estimulación continúa que lleva a la despolarización de las neuronas (Bird *et al.*, 1988). La intoxicación por AD en humanos (ASP) causa la pérdida de memoria a corto plazo hasta la pérdida permanente de la misma. Asimismo, se pueden presentar síntomas graves de tipo gastrointestinal y en casos graves puede causar la muerte (Wright *et al.*, 1989; Tood, 2003).

El AD puede ser acumulado por una gran variedad de organismos marinos como eufáusidos (*Euphausia pacifica*), mejillones, anchovetas (*Engraulis mordax*), y otros peces planctófagos. Estos peces son vectores importantes en la transferencia del AD a niveles tróficos superiores (Bates *et al.*, 1989, Wright *et al.*, 1989, Perl *et al.*, 1990, Scholin *et al.*, 2000, Bargu *et al.*, 2002, Lefebvre *et al.*, 2002a, 2002b). Los moluscos son los vectores más importantes de esta toxina hacia humanos (Wekell *et al.*, 1994).

I.2. Antecedentes y justificación

La distribución y abundancia del fitoplancton está controlada por una combinación de factores ambientales y biológicos. En las costas de California, las surgencias son un factor importante que afecta la distribución espacial y la variabilidad temporal de la composición y biomasa del fitoplancton (Moita, 2001). Cuando las condiciones ambientales son adecuadas se produce el crecimiento poblacional de ciertas especies de microalgas, presentándose un florecimiento monoespecífico o de un número reducido de especies (Palma *et al.*, 2010).

No se conocen con exactitud los factores que generan los FAN de especies de *Pseudo-nitzschia*; sin embargo, muchos de ellos se han asociado a eventos de surgencia costera. Asimismo, los factores que promueven la producción de AD no se conocen con exactitud. Trainer *et al.* (2000) mencionan que la abundancia de *Pseudo-nitzschia* spp y la concentración de AD en la costa oeste de Estados

Unidos están asociadas a bajas temperaturas, alta salinidad y concentraciones de nutrientes altas, que son condiciones ambientales típicas de cuando existe surgencia costera. En la costa de Portugal, las altas concentraciones de *Pseudo-nitzschia* son utilizadas como un indicador de las surgencias de primavera y verano (Moita 2001, Loureiro *et al.*, 2005). Por otra parte, Bates *et al.*, (1998) encontró que en condiciones de laboratorio la temperatura no es un factor importante en la producción de AD. Estos autores reportan que la mayor producción de AD se presenta cuando hay limitación del crecimiento poblacional por disponibilidad de nutrientes. Por otra parte, Mos (2001) demostró que la disponibilidad de Fe afecta la producción de AD. La mayor producción celular de AD en condiciones naturales se presenta generalmente en la fase de decaimiento de los FAN (Bates *et al.* 1998).

Los FAN, se han relacionado con el aumento en el aporte de nutrientes de origen antropogénico. Sin embargo, muchos también ocurren en sitios donde este aporte es nulo (GEOHAB, 2001). Algunas de las causas asociadas al incremento en la frecuencia y distribución de los FAN son: dispersión de especies por factores físicos como tormentas, corrientes, surgencias y otros mecanismos naturales; dispersión de especies por agua de lastre de embarcaciones, actividad acuícola y maricultivos. Alternativamente, el aumento en los reportes de FAN puede estar asociado al desarrollo de técnicas más avanzadas para la detección de nuevas especies, toxinas, o eventos tóxicos (Smayda, 1990).

La sucesión del fitoplancton es un cambio de las especies dentro de la comunidad en respuesta a la variación de las condiciones ambientales (Fig. 1). En las zonas costeras del SCC, después de la transición de invierno a primavera se presenta mayor biomasa y diversidad de especies de fitoplancton (GEOHAB, 2005). Típicamente en el SCC las surgencias se presentan cerca de las costas (0-100km) desde febrero hasta septiembre (GEOHAB, 2005) siendo más intensas durante primavera y verano. Cuando se presentan las surgencias, la comunidad

fitoplanctónica es dominada por diatomeas de gran tamaño como *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* y *Nitzschia* (Pennington y Chávez, 2000, Degerlund y Eilertsen, 2009). Cuando terminan estos eventos, la comunidad fitoplanctónica cambia y por lo general se presentan diatomeas más pequeñas, flagelados y picoplancton debido a la disminución de nutrientes disponible. Algunos estudios de Kudela *et al.* (1997) y Chávez (1995) confirman el predominio de diatomeas durante los eventos de surgencia y la importancia de las clases de menor tamaño durante los meses de invierno.

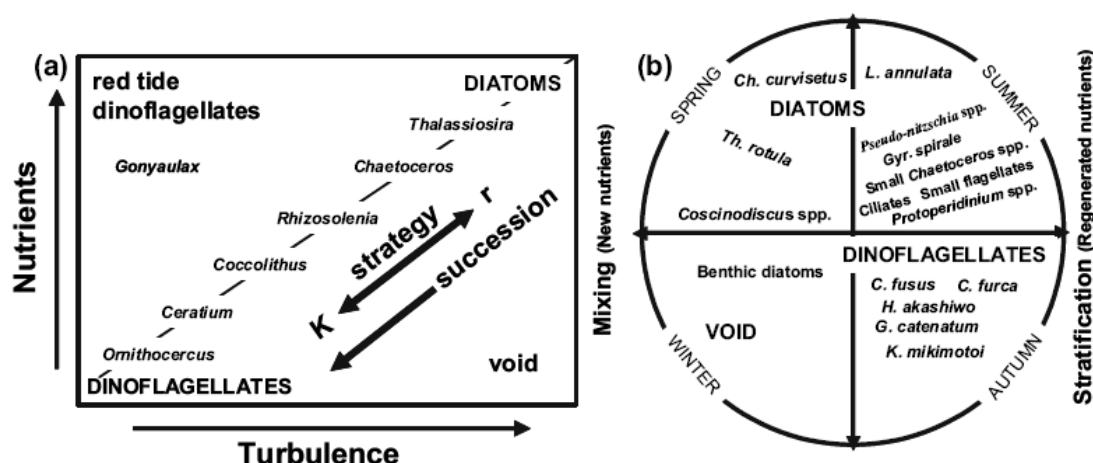


Figura.1. Sucesión del fitoplancton y formas de vida en un espacio ecológico definido por la turbulencia en la columna de agua y la concentración de nutrientes (a) de acuerdo con el cambio de condiciones de estratificación y mezcla (nutrientes nuevos y regenerados) en la columna de agua (b) Ciclo anual de abundancia de fitoplancton. Tomado de Figueiras y Niell (1987).

Los florecimientos de especies tóxicas han producido pérdidas millonarias al afectar tanto al sector económico como a la salud pública (Larkin y Adams, 2007). Una estimación de las pérdidas en maricultivos a nivel mundial entre 1991 y 2001 fue del orden de los \$286 millones de dólares (Rensel y Whyte, 2003). En Oregon en el 2003, los cierres en extracción de moluscos como consecuencia de un FAN de *Pseudo-nitzschia* causaron una pérdida de aproximadamente \$4.8 millones de

dólares (Oregón Departament of Fish and Wildlife, <http://www.dfw.state.or.us/resources/>).

La investigación sobre el género *Pseudo-nitzschia* se intensificó después de que ocurrió la muerte de tres personas y 105 intoxicados por la ingestión de mejillones (*Mytilus edulis*) contaminados con AD en 1987 en Puerto Príncipe, Canadá. *P. multiseriata* fue la especie responsable de la producción de esta toxina y su acumulación en el ambiente (Subba Rao *et al.*, 1988; Bates *et al.*, 1989). Durante este evento las concentraciones reportadas en el tejido de moluscos fueron mayores de $900 \mu\text{gAD g}^{-1}$ (Subba Rao *et al.*, 1988), excediendo por mucho el límite máximo permitido actual de $20 \mu\text{gAD g}^{-1}$. Después de este evento no se ha documentado otros casos de intoxicación en humanos. Sin embargo, se han presentado varios casos de muerte masiva de mamíferos y aves marinas debido a la intoxicación por AD. Los peces planctófagos como la anchoveta y la sardina fueron los vectores de transferencia de la toxina hacia estos organismos (Perl *et al.*, 1990, Sierra-Beltrán *et al.*, 1997). En la costa central de California entre mayo y junio de 1998 se registraron 400 muertes de lobos marinos que presentaron signos de desorientación o problemas neuronales asociados a la intoxicación por AD (Scholin *et al.*, 2000). Este ha sido uno de los eventos de intoxicación más severos registrado en la costa oeste de USA, donde la abundancia de *Pseudo-nitzschia* fue mayor de 10^6 cel L^{-1} y se detectó una concentración máxima de toxina de $7,300 \text{ ng AD L}^{-1}$ en muestras de material particulado (Trainer *et al.*, 2000).

En las costas de Estados Unidos se han identificado diferentes especies de *Pseudo-nitzschia* como potencialmente productoras de AD. Asimismo, se ha encontrado que la producción de AD puede variar de una especie a otra y entre la misma especie procedente de diferentes regiones. Por ejemplo, *P. pseudodelicatissima* de la Bahía de Fundy (Canadá) produjo niveles altos de AD en molusco, mientras que cepas de la misma especie aisladas de la Bahía de

Galveston en Texas, Bahía de Massachusetts y Bahía de Monterey en California no producen esta toxina (Bates, 2000).

No se conocen con exactitud los factores que originan y mantienen un FAN de *Pseudo-nitzschia*, asimismo no se ha logrado entender en su totalidad las condiciones ambientales que estimulan la producción de AD (Bates *et al.*, 1998): sin embargo, los FAN en la región central de California y sur de California están fuertemente relacionados con eventos de surgencia. Trainer *et al.*, (2000) proponen que los florecimientos se originan fuera de la costa en respuesta a la fertilización por surgencias, posteriormente las células son transportadas hacia la costa. Sin embargo, diferentes especies de *Pseudo-nitzschia* con potencial tóxico responden diferente a condiciones ambientales específicas. Existen pocos trabajos sobre la ecología, distribución y variabilidad temporal de especies productoras de AD en México. En la parte sur de California se han documentado florecimientos recurrentes de *P. multiseriata* y *P. australis*. Específicamente, en 2006 se registró la mortandad masiva de mamíferos marinos en San Diego, California (Busse *et al.*, 2006) a 124 kilómetros al norte de la Bahía de Todos Santos. Probablemente las especies de *Pseudo-nitzschia* que se han detectado en las costas del sur de California pudieran estar presentes en nuestra región debido a la circulación hacia el sur del SCC.

En la región de la Bahía de Todos Santos (BTS) se presentó un florecimiento de *P. australis* y una concentración máxima de AD en material particulado de $0.8 \mu\text{g L}^{-1}$ (García-Mendoza *et al.*, 2009). Este es el único reporte de la presencia de un florecimiento con potencial tóxico en el noroeste del Pacífico Mexicano. Graham *et al.* (1992) sugieren que las áreas semicerradas en la costa de California pueden ser puntos calientes ("hot spots") para la ocurrencia de eventos de intoxicación por AD ya que en estas pueden existir condiciones de estrés que promuevan la producción de esta toxina. Existe un conocimiento mínimo sobre los florecimientos de especies tóxicas en la BTS. Peña-Manjarrez (2008) identificó algunas especies con potencial tóxico que existe en la región; sin embargo, no se evaluó la

producción de toxinas. El no conocer la dinámica poblacional de especies con potencial tóxico así como la producción de toxinas asociadas a los FAN representa una limitante para atender la problemática relacionada a una posible acumulación de ficotoxinas en especies para consumo humano. Para evaluar el potencial de ocurrencia de un evento de intoxicación en la BTS es necesario conocer la variación de las abundancias de especies con potencial tóxico y concentración de toxinas asociadas en el medio. El presente trabajo relaciona los factores ambientales y oceanográficos con la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en la BTS, con énfasis en la descripción de la presencia de especies con potencial tóxico.

I.3. Objetivo general

Identificar las condiciones ambientales asociadas a la presencia de especies tóxicas (presencia de la toxina ácido domoico) del género *Pseudo-nitzschia* en diferentes épocas del año en la región de la Bahía de Todos Santos (Salsipuedes y BTS).

I.4 Hipótesis de trabajo

La acumulación de especies tóxicas de *Pseudo-nitzschia* y se presenta principalmente en primavera y verano asociado a condiciones ambientales favorables para su crecimiento.

Capítulo II. Condiciones ambientales y comunidad fitoplanctónica en cuatro épocas del 2008 en la región de la BTS, con énfasis en la descripción de la presencia de especies con potencial tóxico.

II.1. Introducción

Las condiciones ambientales presentes en la Bahía de Todos Santos son en gran parte consecuencia de procesos de mesoescala donde la circulación y fenómenos oceanográficos como las surgencias juegan un papel importante. Las características oceanográficas más importantes que afectan a la región son el frente de Ensenada, el remolino anticiclónico presente a una latitud de 32 °N (remolino de la ensenada del sur de California; SCB), la corriente de California (CC) y la contracorriente subsuperficial de California (CU). Específicamente, la variabilidad de las características hidrográficas fuera de la bahía está modulada por las fluctuaciones en los intercambios atmósfera-océano y por los patrones de viento que controlan las surgencias costeras, la estratificación de la columna de agua y los patrones de circulación tanto de la CC como de la CU (Linacre *et al.*, 2010).

En el SCC se presenta un flujo predominante hacia el ecuador en la superficie conocida como la CC y una contracorriente subsuperficial con dirección hacia el polo que fluye a lo largo del talud continental (~200-400m) conocida como la CU (Durazo *et al.*, 2010). Roden (1971) consideró a la región norte de la península como una zona de transición, ya que en la parte superficial convergen la masa de agua subártica (ASA, baja salinidad y nutrientes) transportada hacia el sur por el flujo de la CC, así como agua tropical superficial (ATS) y agua subtropical superficial (AStS) que proviene del sur y suroeste de la península (Hickey 1998; Lynn y Simpson 1987). Debajo de la superficie (100-400m) y pegado al talud continental, el flujo hacia el polo de la CU acarrea Agua Ecuatorial subsuperficial (AESSs, alta en salinidad y nutrientes) (Durazo y Baumgarther 2002). A mayor

profundidad (>500m) se encuentra agua que se hunde en el Pacífico, conocida como Agua Intermedia del Pacífico (AIP) (Talley 1993).

Se han descrito cambios estacionales de corrientes y de la hidrografía en el SCC. Lynn y Simpson (1987) describieron que el flujo más intenso de la CC es en primavera localizándose entre los 200-500 km fuera de la costa frente a California y se caracteriza por un mínimo de salinidad. En la zona del frente de Ensenada la CC vira hacia el este (Chereskin y Trunnell 1996), convirtiéndose en un flujo con un máximo subsuperficial (30-70m) localizado a unos 200 km de la costa y ocupando los primeros 100m de la columna de agua. Por debajo y pegado al talud se observa el flujo hacia el polo de las aguas relativamente salinas y ricas en nutrientes de la CU. Estas aguas llegan a afectar a la superficie durante las surgencias. Dado que estas son más intensas en primavera (Perez-Brunius *et al.*, 2007) existe una mayor presencia de aguas saladas y ricas en nutrientes durante esta época. Específicamente, en la región de la BTS el principal proceso físico que afecta las condiciones hidrográficas cerca de la costa son las surgencias (Linacre *et al.*, 2010).

En la transición verano otoño se presenta un debilitamiento de los vientos de noroeste y en la zona de la BTS se observa un flujo superficial costero hacia el norte así como subsuperficial asociado a la CU, esto está asociado a la recirculación de la CC y al remolino permanente presente en la SCB (Linacre *et al.*, 2010). Durante este periodo se presentan temperaturas superficiales más altas que en primavera y una estratificación vertical mayor.

La variabilidad interanual del sistema de la CC afectará las condiciones ambientales dentro de la BTS pero también este sistema responde a cambios interdecadales como eventos el Niño/La Niña.

II.1.2 Condiciones ambientales al interior de la Bahía de Todos Santos (BTS)

Las características de circulación de mesoescala al exterior de la Bahía de Todos Santos definirán en gran manera las condiciones ambientales al interior de esta. Sin embargo, las características de circulación y procesos locales también tendrán un efecto importante sobre las condiciones ambientales para el desarrollo del fitoplancton dentro de la BTS.

Mediante un modelo numérico, Mateos *et al.*, (2009) reportó que la circulación de en la BTS consiste en la presencia de remolinos ciclónicos y anticiclónicos que evolucionan en una escala temporal de aproximadamente 2 días, los cuales se ven afectados por las corrientes en el exterior. Estas son más intensas en primavera y verano debido a frentes de densidad generados por las surgencias. Esta circulación afecta la distribución de propiedades en la bahía. Por ejemplo, la temperatura superficial más baja se presenta en primavera y verano, debido a la influencia de agua fría originada por surgencias fuera de la BTS (Mancilla y Martínez, 1991; Granados-Guzmán *et al.*, 1995).

I.1.3. Antecedentes y justificación

La estructura de la comunidad fitoplanctónica es en gran parte el resultado de las respuestas fisiológicas de las especies que componen el ecosistema, las cuales a su vez, son producto de condiciones ambientales específicas (Legendre *et al.*, 1999). En zonas subtropicales los florecimientos de dinoflagelados se observan a mediados de primavera y alcanzan su máximo desarrollo durante el verano ya que estos organismos presentan un crecimiento mayor cuando la temperatura es entre los 17 °C a 23 °C (Peña-Manjarrez *et al.*, 2009). En contraste, los florecimientos de diatomeas se presentan generalmente cuando la temperatura del agua es menor de 17 °C y la concentración de nutrientes es alta. Las diatomeas son exitosas en condiciones de turbulencia, multiplicándose rápidamente al aprovechar los

nutrientes asociados a estas condiciones (Colombo, 1986). La disponibilidad de macronutrientes no es una condición única para que se presenten florecimientos fitoplanctónicos. La concentración de metales, sustancias quelantes (Sunda *et al.*, 1981), vitaminas (Bougis, 1976), así como la temperatura (Eppley, 1972) y estabilidad de la columna de agua (Pingree *et al.*, 1975) influyen en la duración e intensidad del florecimiento fitoplanctónico.

Los florecimientos algales han sido recurrentes en la Ensenada del sur de California (ESC) y se han registrado por lo menos desde 1901 (Holmes *et al.*, 1967). En la BTS se han realizado pocos estudios sobre la composición fitoplanctónica con énfasis en la descripción de especies con potencial nocivo. Existen un par de reportes sobre la abundancia de especies de dinoflagelados formadores de florecimientos algales en la zona. Peña-Manjarrez *et al.* (2001) reportan que *Lingulodinium polyedrum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum gracile* y *Ceratium furca* están presentes en la comunidad durante todo el año y en ciertas épocas pueden alcanzar abundancias altas. Específicamente, los florecimientos algales son recurrentes durante la primavera y el comienzo del verano en el sur de California y en la BTS, siendo *L. polyedrum*, *C. furca* y *P. micans* las principales especies que producen estos fenómenos (Peña-Manjarrez *et al.*, 2005). Hasta 2007 no se habían documentado FA de especies fitoplanctónicas tóxicas en la BTS. En abril de ese año *Pseudo-nitzschia australis* alcanzó una abundancia máxima de 3.02×10^5 cel L⁻¹ lo que causó la presencia de la toxina AD en la región de la Bahía de Todos Santos (García-Mendoza *et al.*, 2009).

Los FAN han causado diversos daños en las zonas costeras de todo el mundo, pero no en todas se ha podido cuantificar su efecto. En nuestra región existe poca información sobre las especies con potencial tóxico que se encuentran comúnmente en la comunidad fitoplanctónica. En consecuencia, se conoce poco acerca de su distribución y temporalidad de aparición de estas especies. Por lo

tanto, el objetivo de este trabajo es generar información sobre la presencia de especies con potencial nocivo y los factores ambientales que favorecen su proliferación en la región de la BTS. Esto ayudará a entender los mecanismos que influyen en el desarrollo de los florecimientos en la región y así tratar de minimizar el efecto nocivo de los mismos.

II.3. Objetivo

Caracterizar la composición de especies y biomasa de la comunidad fitoplanctónica para diferentes épocas del año en la región de la Bahía de Todos Santos, con énfasis en las especies potencialmente tóxicas, asociando su presencia a las condiciones ambientales para las fechas de muestreo.

II.4. Metodología

II.4.1 Área de estudio

La Bahía de Todos Santos (BTS) está localizada entre los 31°43' N y 31°47' N, y 116°35' W y 116°45' W. Las islas de Todos Los Santos dividen a la boca de la bahía en dos entradas. La del extremo noroeste, entre Punta San Miguel y las islas tiene una amplitud aproximada de 12 km y es somera con profundidades entre 40 a 50 m (Fig. 2). La otra entrada que se localiza en la región suroeste entre las islas y Punta Banda (Fig. 2) tiene una amplitud de aproximadamente 6 km y en esta se encuentra un cañón submarino con profundidades que alcanzan los 400 m (Fig. 2).

La región de la BTS posee un clima tipo mediterráneo caracterizado por veranos secos y cálidos e inviernos húmedos y fríos (Carlucci *et al.*, 1986). La precipitación promedio en la región es de 250 mm por año (grupo de meteorología de CICESE)

por lo que es poco el aporte de agua dulce a la bahía por ríos y lluvias. Los mayores cambios en salinidad se deben a las distintas masas de agua que entran a la bahía. Aguas relativamente saladas, frías y ricas en nutrientes son aportadas por las surgencias costeras. Aguas relativamente dulces y bajas en nutrientes son aportadas por la corriente de California (Pérez-Brunius *et al.*, 2006). Los vientos dominantes en la bahía tienen un componente promedio del noroeste todo el año, son más intensos en primavera con un máximo secundario a finales del verano (Pérez-Brunius *et al.*, 2007). Además en otoño e invierno hay vientos secos y cálidos provenientes del este con duración entre 3-5 días, los cuales pueden alcanzar una velocidad de hasta 12 m s^{-1} (Trasviña *et al.*, 2003).

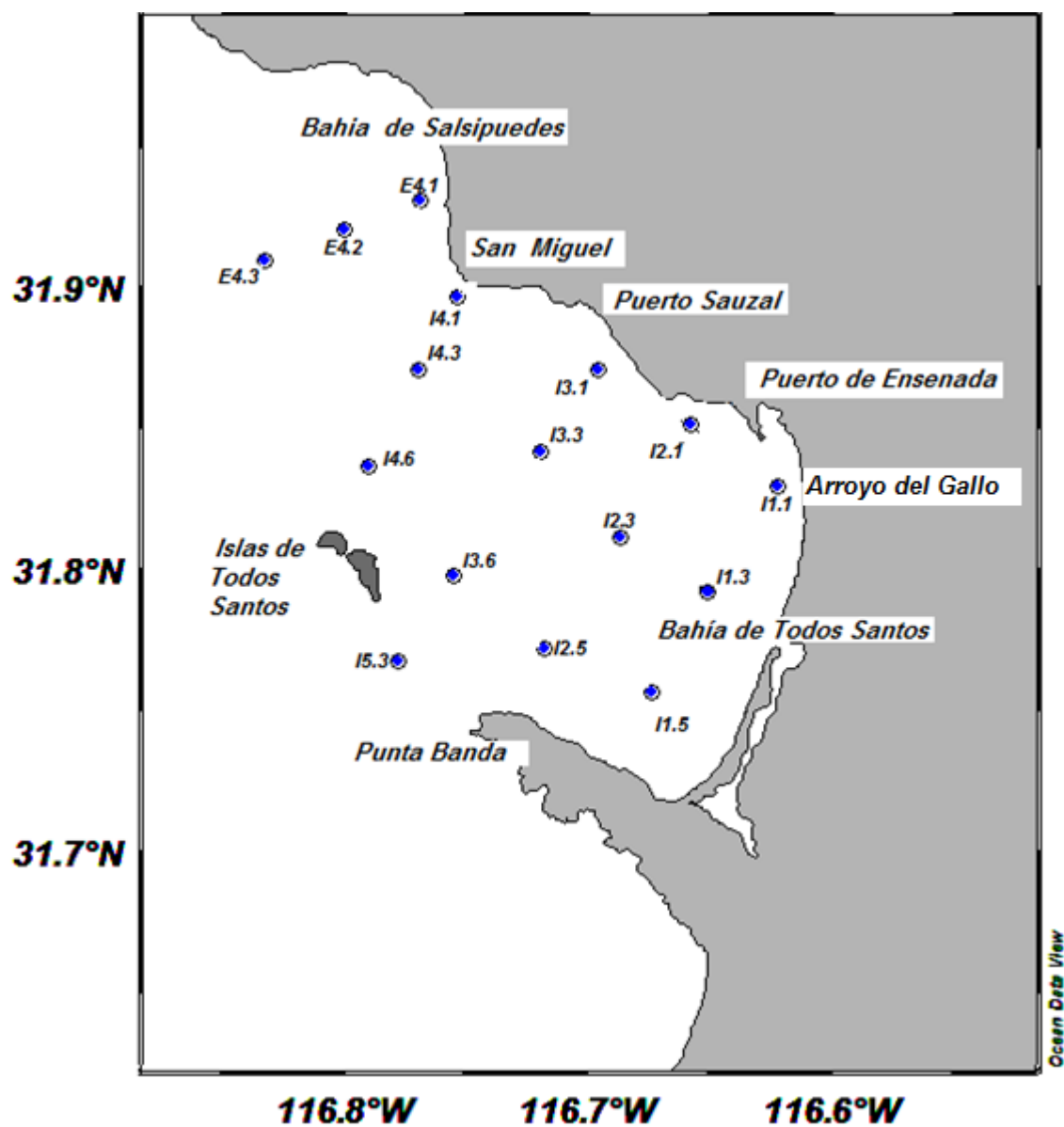


Figura 2. Red de muestreo de 4 campañas oceanográficas realizadas en el 2008 en la región de la Bahía de Todos Santos

II.4.2 Recolección de muestras

Se realizaron 4 campañas oceanográficas durante 2008 en la región de la BTS (Bahía Todos Santos y Bahía Salsipuedes) a bordo del B/O Francisco de Ulloa del CICESE. La primera (BTS II) se realizó del 15 al 19 de enero, la segunda (BTS III) fue del 4 al 7 de abril, la tercera campaña (BTS IV) se realizó del 14 al 17 de agosto y la cuarta (BTS V) se llevó a cabo del 20 al 24 de noviembre. El número de estaciones muestreadas por campaña fue variable con un mínimo de 16 y un máximo de 25 para toda la red del proyecto BTS.

En el presente trabajo se reportan los resultados de una malla de muestreo que cubre el área de la Bahía de Todos Santos y de Bahía Salsipuedes con un número de 16 estaciones para los meses de abril, agosto y noviembre, para enero se consideraron solo 15 estaciones (Fig. 2). Se codificaron de acuerdo a su localización: "I" para las estaciones dentro y "E" para las estaciones fuera de la BTS, el número representa el transecto seguido por el lance de colecta y toma de datos correspondiente a cada transecto. La localización exacta de las estaciones por campaña se presenta en el anexo I. En cada estación se midieron variables hidrográficas mediante un perfilador CTD (conductivity, temperature, depth por sus siglas en inglés) y se recolectaron muestras de agua a diferentes profundidades por medio de botellas Niskin de 5 L acopladas a una roseta oceanográfica.

II.4.2.1. Variables hidrográficas: Temperatura y salinidad

En cada estación se obtuvieron perfiles continuos de la profundidad, temperatura y salinidad mediante un CTD (SBE9-11 plus fabricado por Sea-bird electronics). Los detalles de los datos recopilados y su análisis están documentados en García-Córdova *et al.* (2008).

II.4.2.2 Análisis de nutrientes

Se recolectaron muestras de agua a 0, 10 y 20 m de profundidad para al análisis de nutrientes inorgánicos (silicatos, fosfatos, amonio y nitratos+nitritos). Las muestras fueron colocadas en viales de plástico de 20 mL y se conservaron a -20 °C hasta su análisis. El análisis y la cuantificación de nutrientes se realizó mediante un autoanalizador de flujo segmentado Skalar San Plus II con canales para el análisis simultáneo de silicatos, fosfatos, amonio y nitratos+nitritos. El protocolo de análisis fue de acuerdo a Strickland y Parsons (1972). La precisión de las mediciones para los diferentes compuestos fue de 0.01 µM. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio del Dr. Aramis Olivos Ortiz, de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima.

II.4.2.3. Análisis de pigmentos del fitoplancton

De las muestras de agua recolectadas a 0, 10 y 20 m de profundidad se filtraron entre 400 a 1000 mL para el análisis de pigmentos del fitoplancton. El volumen filtrado dependió de la biomasa fitoplanctónica presente en las muestras. Se utilizaron filtros de fibra de vidrio de 25 mm de diámetro tipo GF/F (Whatman Co). Los filtros fueron envueltos en papel aluminio y se congelaron inmediatamente en nitrógeno líquido para evitar la degradación de los pigmentos. Se mantuvieron congelados a hasta su análisis por cromatografía líquida de alto desempeño (HPLC).

La extracción de pigmentos se realizó mecánicamente. Los filtros se colocaron en tubos eppendorf de 2.5 mL con tapa de rosca, se adicionaron perlas de sílice-zirconia y 1 mL de acetona al 100% fría. La disrupción mecánica se llevó a cabo mediante agitación por 10 segundos a 500 rpm con un Mini Bead Beater (Bisoppec Products Inc.). Posteriormente se realizaron otros dos periodos de agitación con

un periodo de enfriamiento entre cada uno de ellos. La limpieza del extracto se realizó mediante dos pasos de centrifugación a 13000 rpm por 2 min y posteriormente a 13000 rpm a 2 °C por 5 min. Una vez limpia la muestra se inyectó 20 μ L al sistema de HPLC previa adición de acetato de tetrabutilamonio (TBAA) 28 mM a la muestra (30 μ L por cada 100 μ L de muestra). Se utilizó el protocolo de separación de pigmentos propuesto por Van Heukelem y Thomas (2001) modificado de acuerdo a Almazan-Becerrill y García Mendoza (2008). Este protocolo separa a nivel de línea base a la clorofila a de la divinil clorofila a y a la zeaxantina de la luteína. El equipo que se utilizó es un HPLC modelo Shimadzu de la serie AV-10 equipado con una columna C8 de fase reversa marca ECLIPSE XDB de 150 x 4.6 mm y 3.5 μ m de tamaño de poro. La columna se mantuvo a 60 °C durante el análisis. El bombeo de la fase móvil fue mediante un de gradiente lineal (% B, min): 5%, 0 min; 5%, 5 min; 95%, 22 min; 95%, 27 min; 5%, 30 min. El solvente B fue metanol 100% y el A fue metanol mas (70:30) 28 mM de TBAA en agua (pH 6.5), como buffer modificador para la resolución de algunas clorofilas. La elusión de todos los pigmentos se midió con el detector de absorción configurado a 436 nm. El sistema se calibró con 16 estándares comerciales de pigmentos (DHI, Inc. Suecia) de acuerdo a Wright y Montoura (1997). El límite de detección para pigmentos depende del volumen filtrado y para este estudio fue de 0.01 μ g L⁻¹ de agua de mar filtrada.

II.4.2.4. Caracterización de la comunidad fitoplanctónica

En cada estación de muestreo, se recolectaron 200 mL de agua en la superficie y a 10 m de profundidad. Las muestras de agua se colocaron en botellas de plástico oscuras (Nalgene) y fueron fijadas con solución concentrada de Lugol-acetato la cual proporciona un pH adecuado para la conservación de los organismos (Throndsen, 1978). Las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente y en oscuridad hasta su análisis.

El análisis de la comunidad fitoplanctónica se realizó por el método de Utermöhl (1958) utilizando un microscopio invertido *Olympus* CK-2. Se utilizaron cámaras de sedimentación de 10 y 25 mL, considerando un tiempo de sedimentación de 3 horas por cada centímetro de altura de la cámara (Margalef, 1969). Se identificó y cuantificó cada una de las especies presentes revisando el fondo de la cámara por transectos hasta contar un mínimo de 400 células o bien se analizó el total de la cámara cuando las abundancias celulares fueron bajas. Se identificaron células de dinoflagelados y diatomeas hasta nivel de especie de acuerdo a Tomas (1997).

II.4.2.5. Cuantificación de AD en material particulado

El protocolo de obtención de muestras, extracción y limpieza para el análisis de AD en material particulado fue similar al seguido para la cuantificación de pigmentos del fitoplancton con la única diferencia de que se utilizó metanol al 50% en lugar de acetona durante el proceso de extracción. Posterior al proceso de extracción y limpieza de la muestra, el AD se cuantificó por medio de HPLC. Se utilizó una modificación del protocolo propuesto por Quilliam (2003) que separa a nivel de línea base al AD del triptófano. El tiempo de retención del AD fue de aproximadamente 8 min. Se utilizó un HPLC modelo Shimadzu de la serie AV-10 equipado con una columna C18 de fase reversa marca Zorbax-eclipse de 250 x 4.6 mm y 5 μm de tamaño de poro. Los solventes utilizados fueron agua más 0.01% ácido trifluoroacético o TFA (A) y acetonitrilo más 0.01% TFA (B). La elución del AD se midió con un detector de absorción configurado a 242 nm. El gradiente lineal de bombeo (1 mL min^{-1}) de solventes fue (% B, min): 10%, 0 min; 50%, 10 min; 50%, 12 min; 10%, 13 min. Se inyectaron 150 μL de muestra al sistema de HPLC. El límite de detección del AD depende del volumen filtrado y para este estudio fue de $0.01\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ de agua de mar filtrada.

II.4.3 Análisis de datos

Se utilizó el software Ocean Data View de distribución gratuita (<http://odv.awi.de/>) para el procesamiento de los datos y generación de mapas de distribución de propiedades hidrográficas en el área de estudio, la interpolación fue lineal en dirección latitud/longitud.

II.4.3.1. Criterios utilizados en el análisis estequiométrico de nutrientes

La relación estequiométrica entre el Si, N y P para las diatomeas es de 16:16:1 (Si: N: P) cuando los niveles de nutrientes no son limitantes para su crecimiento (Redfiel *et al.*, 1963 y Brzezinski, 1985). Cualquier variación en esta relación de nutrientes en su forma disuelta en la columna de agua puede ser interpretada como una limitación potencial, de N, P o Si para el crecimiento del fitoplancton (Hecky y Kilham, 1988; Dortch y Whitledge, 1992).

En este trabajo se aplicaran los mismos criterios utilizados por Se consideraron los criterios de Drocht y Whitledge (1992), Justic *et al.*, (1995) y Olivos-Ortiz *et al.*, (2002) para evaluar la limitación por nutrientes para el crecimiento fitoplanctónico. De acuerdo con estos autores, existe limitación por P si $\text{SiO}_2:\text{PO}_4 > 22$ y $\text{DIN}:\text{PO}_4 > 22$; el N es limitante cuando $\text{SiO}_2:\text{DIN} > 1$ y $\text{DIN}:\text{PO}_4 < 10$. Por último, el Si es limitante si $\text{SiO}_2:\text{PO}_4 < 22$ y $\text{SiO}_2:\text{DIN} < 1$.

II.5. Resultados

En el anexo II se presentan los resultados de las variables medidas en cada una de las estaciones de los cuatro cruceros oceanográficos. Se describe la distribución de propiedades hidrográficas y biológicas por campaña oceanográfica.

II.5.1 Distribución vertical de propiedades hidrográficas para los cruceros realizados

La temperatura promedio para la campaña de enero de 2008 fue de 13.32 °C. El rango fue de 3 grados con un máximo de 14.68 °C y mínimo de 11.91 °C. La salinidad presentó una distribución con poca variación hasta los 50 m, con un valor máximo de 33.68 y 33.43 como mínimo (Fig. 3b). Ya que la temperatura y salinidad presentaron una distribución vertical homogénea, la estratificación de la columna de agua (Fig. 3c) fue baja durante este mes.

En abril, en los primeros metros se presentó una capa de mezcla con una profundidad máxima de 10 m. En algunas estaciones la capa de mezcla fue mucho menor. La temperatura en esta capa fue muy variable por estación (ver distribución espacial de propiedades, sección II.5.2). Se detectó una termoclina bien definida en las estaciones que presentaron una temperatura superficial mayor de 13 °C. Por debajo de la termoclina se registró una temperatura de aproximadamente 10 °C para todas las estaciones, la cual fue la más baja observada dentro de la bahía para los diferentes muestreos realizados (Fig. 3d). Esto resultó en valores altos de la estratificación a los 10m de profundidad. Para este mes se registraron las salinidades más altas de todo el periodo estudiado (Fig. 3e).

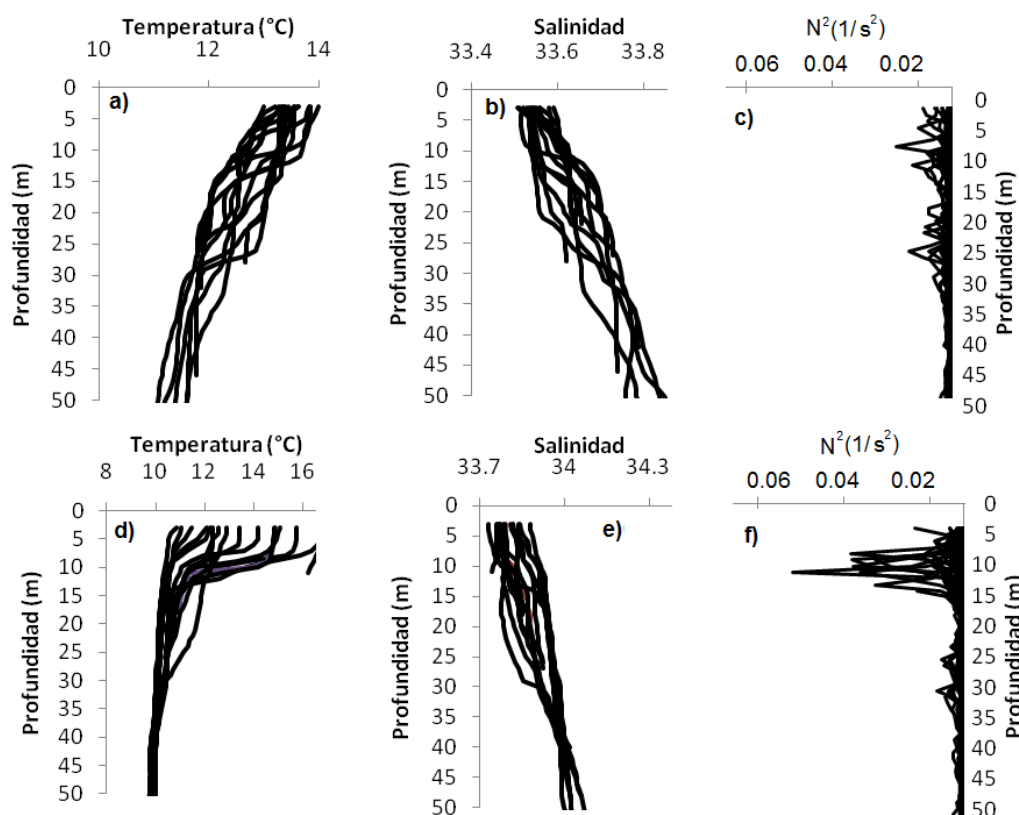


Figura 3. Distribución de temperatura (a, d), salinidad (b, d) frecuencia de Brunt-Vaisalla (c,f) hasta los 50 m de profundidad. Se presentan solamente las estaciones muestreadas dentro de la Bahía de Todos Santos. Los paneles a, b y c corresponden al mes de enero y los paneles d, e y f al mes de abril.

El promedio de temperatura para la campaña del mes de agosto fue de 17.91 °C, con un máximo de 22.83 °C y un mínimo de 12.53 °C. No se registró una capa de mezcla bien definida, ya que la columna estaba estratificada en los primeros 10m de profundidad (Fig. 4c). La temperatura disminuyó desde los 22 °C en la superficie hasta aproximadamente 14 °C en los primeros 15 m para la mayoría de las estaciones. Abajo de esta profundidad el gradiente vertical de la temperatura fue menor (Fig. 4a). Se detectaron las temperaturas más altas en esta época del año respecto al resto de los cruceros. En la mayoría de las estaciones se presentaron bajas salinidades con valor promedio de 33.50 (Fig.4b).

La temperatura promedio para noviembre fue de 16.16 °C, con un valor máximo de 17.90 °C en superficie y un mínimo 13.26 °C a los 50 m de profundidad. En este mes, la temperatura presentó una distribución similar a la de enero pero con valores más altos (Fig.4d). El promedio de salinidad fue de 33.41 y mínima de 33.38. Al igual que en enero, la salinidad y temperatura mostraron una distribución relativamente homogénea con la profundidad por lo que la estratificación presentó valores bajos en toda la columna de agua (Fig. 4e)

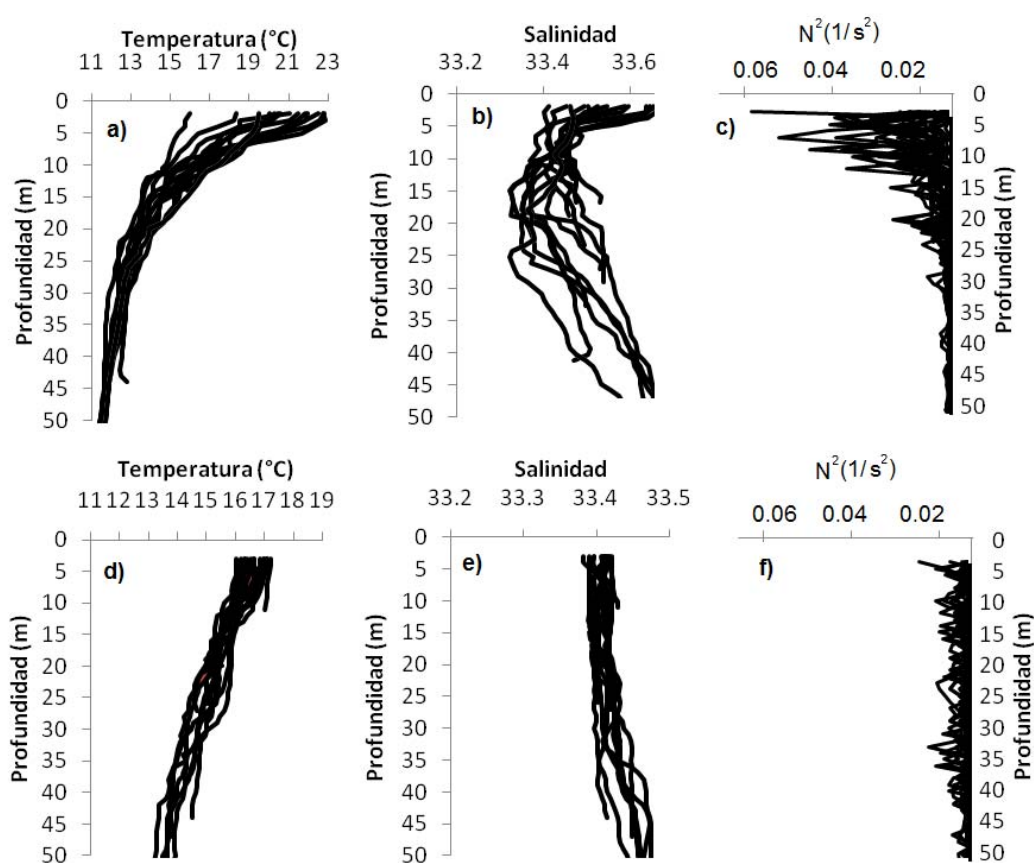


Figura 4. Distribución de temperatura (a, d), salinidad (b, d), frecuencia de Brunt-Vaisalla (c, f) hasta los 50 m de profundidad. Se presentan solamente las estaciones muestreadas dentro de la Bahía de Todos Santos. Los paneles a, b y c corresponden al mes de agosto y los paneles d, e y f al mes de noviembre

II.5.2. Distribución espacial de propiedades hidrográficas y biomasa fitoplanctónica de las 4 campañas oceanográficas del año 2008.

II.5.2.1 Distribución superficial de temperatura

Durante enero se presentó poca variación horizontal en la temperatura. Esta varió entre los 13.07 y 14.68 °C en toda la bahía (Fig. 5a). En abril las temperaturas superficiales presentaron un intervalo de 12.10 °C a 17.27 °C con un promedio superficial de 14 °C. La distribución de temperatura durante la campaña de abril registró una gran variación horizontal presentándose un claro gradiente de norte a sur. Las temperaturas más bajas se presentaron en la Bahía Salsipuedes en la parte noreste de la zona de estudio mientras que la temperatura máxima se registró en la estación cercana al Arroyo del Gallo con un valor de 17.27 °C (Fig. 5b).

Para agosto se presentaron temperaturas superficiales en el intervalo de 15.98 a 22.77 °C con un promedio de 20.44 °C. La distribución de esta variable en la superficie en el interior de la bahía presentó poca variación en la parte sur de la BTS registrándose temperaturas entre los 20 a 22 °C. La temperatura más baja se presentó en la estación I4.1 (15.98 °C) ubicada frente a Punta San Miguel. La temperatura máxima de 22.77 °C se registró enfrente de Arroyo del Gallo (fig. 5c).

La distribución superficial de temperatura registró poca variación horizontal para la campaña realizada en noviembre ya que el intervalo de temperatura fue menor que en los periodos anteriores. Se presentaron temperaturas entre los 16.4 °C y 17.85 °C, con un promedio de 16.72°C (Fig. 5d).

Resumiendo, se presentó poca variación horizontal de temperatura en enero y noviembre en comparación con abril y agosto. Abril fue el mes donde se registró una máxima variación horizontal en la zona de estudio. Agosto se caracterizó por presentar temperaturas más altas que el resto de los meses muestreados al

interior de la BTS. Las temperaturas más bajas se registraron en Bahía Salsipuedes durante el mes de abril (primavera).

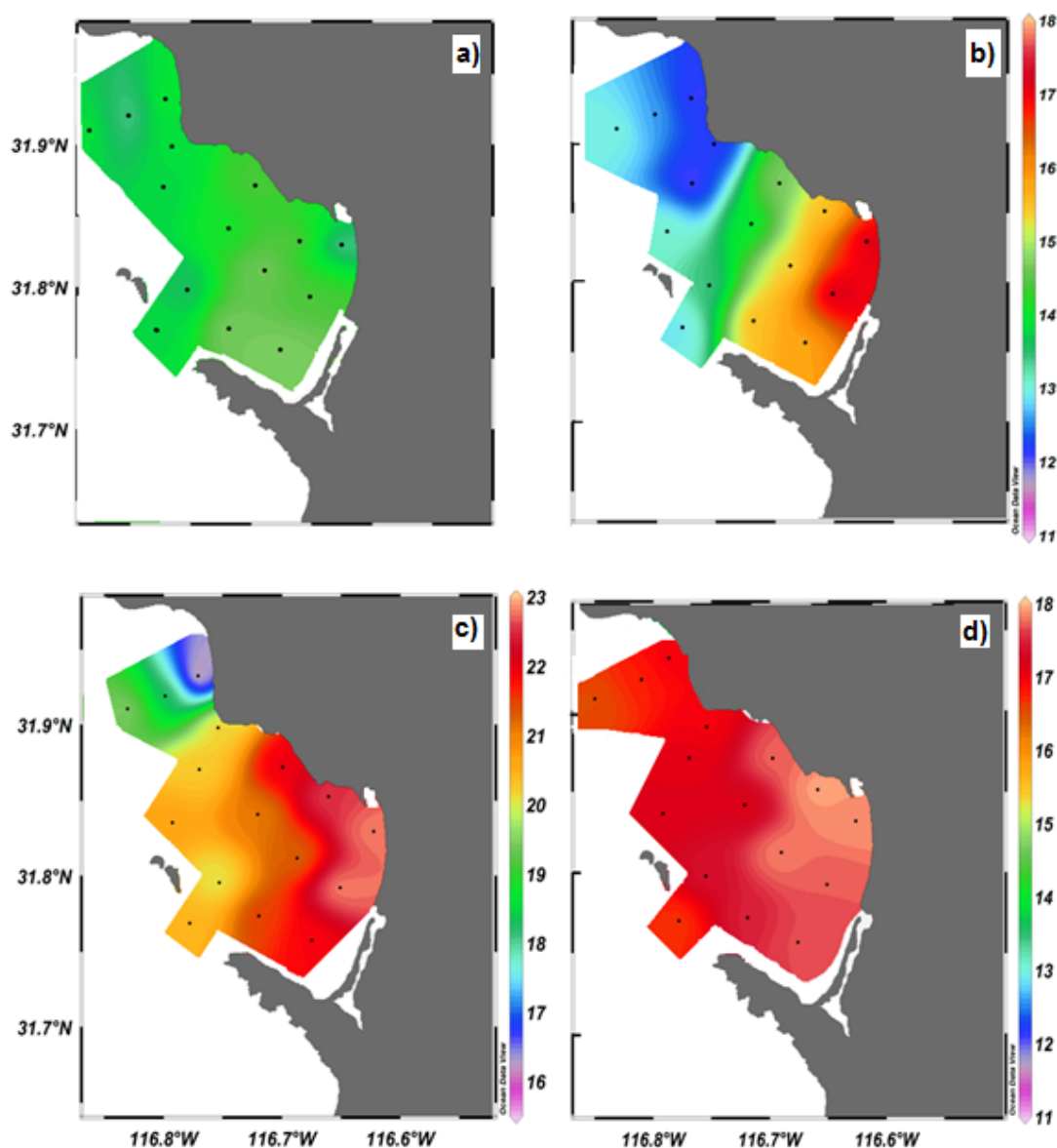


Figura 5: Distribución superficial de temperatura (°C) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas realizadas en (a) enero (b) abril (c) agosto (d) y noviembre del 2008.

II.5.2.2 Distribución superficial de salinidad

En enero la distribución de la salinidad en superficie fue uniforme (Fig. 6a). Los valores mínimos y máximo de esta variable fueron de 33.50 y 33.59, respectivamente. En las estaciones localizadas enfrente del Estero de Punta Banda e Isla de Todos Santos fue donde se registraron los valores más altos de salinidad coincidiendo con las menores temperaturas registradas para este muestreo.

Al igual que en enero, en abril la distribución de la salinidad fue bastante uniforme, presentándose un valor máximo 33.94 y un mínimo de 33.7, con un promedio 33.7. Se registraron los valores mayores en la bahía de Bahía Salsipuedes y los valores mas bajos de salinidad se detectaron en el interior de la BTS (Fig.6b).

En la campaña de agosto se registró una mayor variación en la distribución horizontal de salinidad superficial en comparación a los demás meses muestreados. El promedio de salinidad para este periodo fue de 33.55, detectándose una salinidad máxima de 33.70 en la estación localizada enfrente de estero de Estero de Punta Banda (11.3) y mínima de 33.40 en las estaciones de San Miguel y Bahía Salsipuedes (Fig. 6c).

En noviembre la distribución superficial salinidad fue muy uniforme (Fig. 3d). El valor mínimo y máximo de esta variable fue de 33.42 y 33.46, respectivamente.

Por lo tanto, la distribución horizontal de la salinidad fue bastante uniforme en todos los meses. Sin embargo, se detectó una mayor variación estacional de salinidad para el área de estudio. Las salinidades más altas se registraron en abril mientras que en noviembre se presentan los valores menores. Particularmente el mes de abril se presentaron valores de salinidad de hasta 33.94, los cuales son relativamente altos comparados con los demás meses.

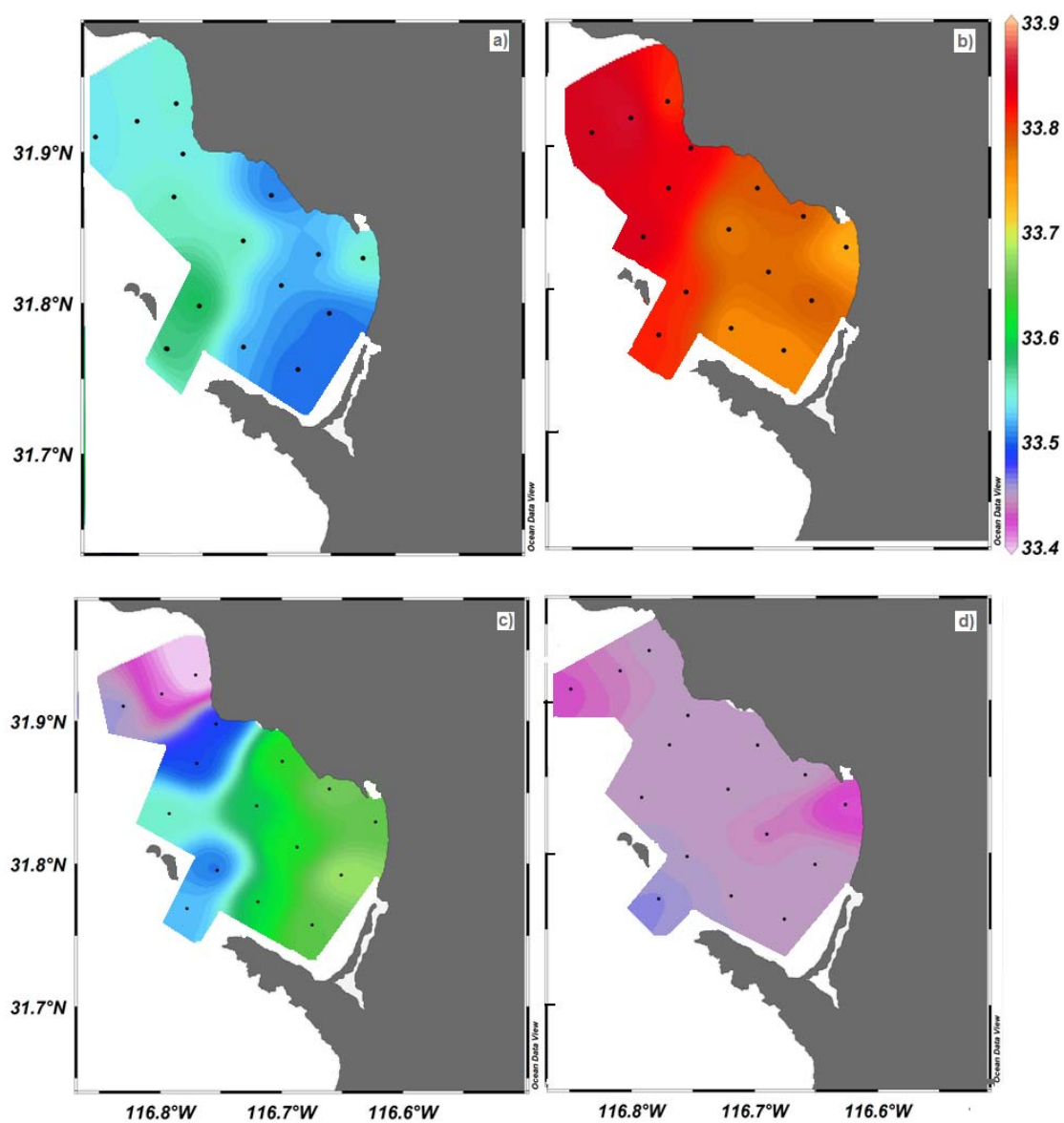


Figura 6: Distribución superficial de salinidad en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas realizadas en (a) enero (b) abril (c) agosto y (d) noviembre del 2008.

II.5.2.3 Distribución superficial de nutrientes inorgánicos

La distribución superficial de nitratos más nitritos (NO_3+NO_2) en la región de la BTS, presentó una variación horizontal con valores de 3.23 a 10.63 μM para el mes de enero del 2008 (Fig. 7a). Las concentraciones menores (aproximadamente 4 μM) se presentaron en la parte noroeste de la BTS. En contraste, las concentraciones más altas de NO_3+NO_2 se detectaron en las estaciones I1.5 (8 μM) y I3.6 (10.63 μM), ubicadas cerca de la Isla de Todos Los Santos y Rincón de Ballenas, respectivamente. En el área de la Bahía Salsipuedes se presentó una concentración de NO_3+NO_2 de aproximadamente 6 μM y se observó poca variación.

La distribución superficial de NO_3+NO_2 presentó la mayor variación horizontal en abril, con un intervalo de concentración de 0.05 a 19.66 μM (Fig. 17b). La distribución de estos nutrientes fue opuesta a la distribución de temperatura, registrándose las concentraciones más altas en la región de la Bahía Salsipuedes y Punta San Miguel. En esta área se registró la concentración máxima para este periodo con un valor de 19.66 μM . Los valores más bajos se presentaron en la estación I2.3 en el área de Rincón de Ballenas localizada en la parte suroeste de la zona de la BTS.

Durante agosto se presentó poca variación horizontal de la distribución superficial de NO_3+NO_2 . Se detectó un intervalo de concentración de 0.04 a 3.2 μM (Fig. 7c). Se presentaron la concentración más alta en la región del Puerto de Ensenada (3.2 μM). Los valores más bajos fueron cercanos a 0.01 μM y se registraron en la parte suroeste de la BTS.

Para la campaña de noviembre, la distribución superficial de NO_3+NO_2 presentó una gran variación horizontal con un intervalo de 0.01 a 7.4 μM (Fig. 7d). Se registraron concentraciones menores en la parte noreste de la zona de estudio (aproximadamente 0.8 μM) y sureste de la BTS (0.2 μM). Las concentraciones

más altas de NO_3+NO_2 se detectaron en la parte más alejada de la costa en la Bahía Salsipuedes en las estaciones I4.3 ($5.23 \mu\text{M}$) y E4.3 ($7.43 \mu\text{M}$).

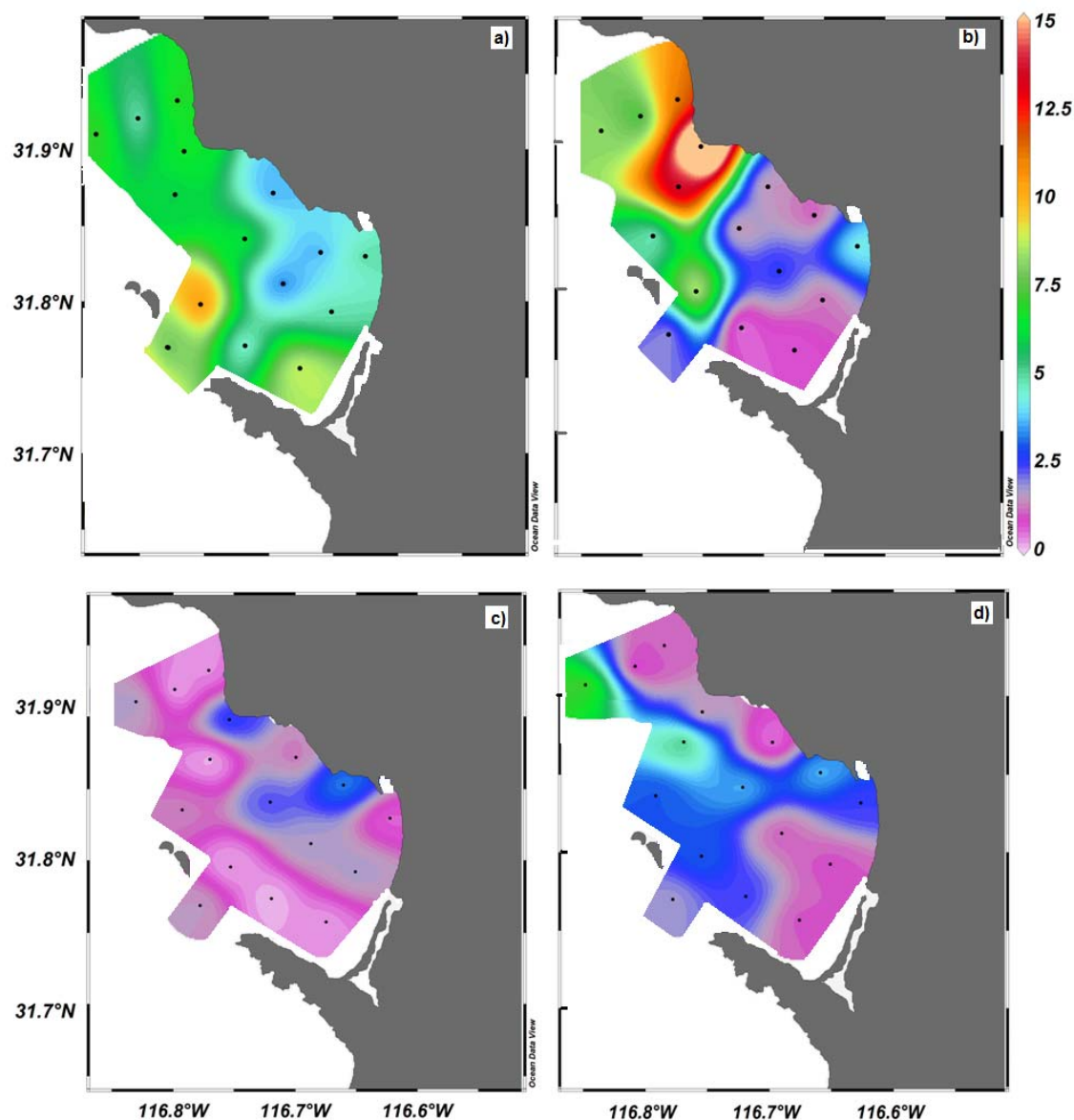


Figura 7: Distribución superficial de nitratos (NO_3+NO_2 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas realizadas en (a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre del 2008.

La distribución superficial de silicatos en enero fue similar a la de NO_3+NO_2 presentándose una variación horizontal considerable. Las concentraciones más

bajas se presentaron en la parte noroeste de la Bahía de Todos Santos y los valores superficiales más altos se presentaron en las estaciones I1.5 (8.1 μM) y I3.6 (10.13 μM). El intervalo de concentración de silicatos para enero fue de 1.31 a 10.13 μM (Fig. 8a). El área donde se presentaron los valores más bajos tanto de NO_3+NO_2 y silicatos (parte central de la bahía) coincidió con el área donde se registraron temperaturas relativamente más altas para este periodo de muestreo (Fig. 8a).

En abril se observó la máxima variación horizontal de la distribución superficial de silicatos en comparación a las otras campañas de muestreo. Las concentraciones detectadas fueron de 0.22 hasta 9.05 μM , presentando un patrón de distribución similar al de NO_3+NO_2 . Las concentraciones menores se presentaron en la región suroeste de la BTS en la estación I2.5 con valores de 0.22 μM (Fig. 8b). Se detectaron concentraciones altas de silicatos en Bahía Salsipuedes donde se presentaron temperaturas bajas y salinidad alta.

En agosto la distribución superficial de silicatos presentó un intervalo de 0.92 a 4.16 μM (Fig. 8c). Las concentraciones menores se presentaron en la parte noroeste de la BTS. Enfrente de Punta San Miguel la concentración de silicatos fue relativamente alta, coincidiendo con valores de temperatura y salinidad bajos. En contraste, en el área del Arroyo del Gallo donde también se registraron concentraciones altas de silicatos (3.67 μM) la temperatura y salinidad presentaron valores altos.

En noviembre la distribución superficial de silicatos presentó poca variación horizontal. Las concentraciones menores se presentaron en la parte central de la BTS y en la estación cercana al Puerto del Sauzal. La concentración más alta de este nutriente se detectó en la estación E4.3 localizada en Bahía Salsipuedes. El intervalo de concentración de silicatos en superficie fue de 2.12 μM a 4.58 μM (Fig. 8d). El área donde se presentaron los valores más bajos tanto de NO_3+NO_2

como de silicatos (parte central de la bahía) coincidió con el área donde se observaron temperaturas relativamente altas para este periodo de muestreo (Fig. 8d).

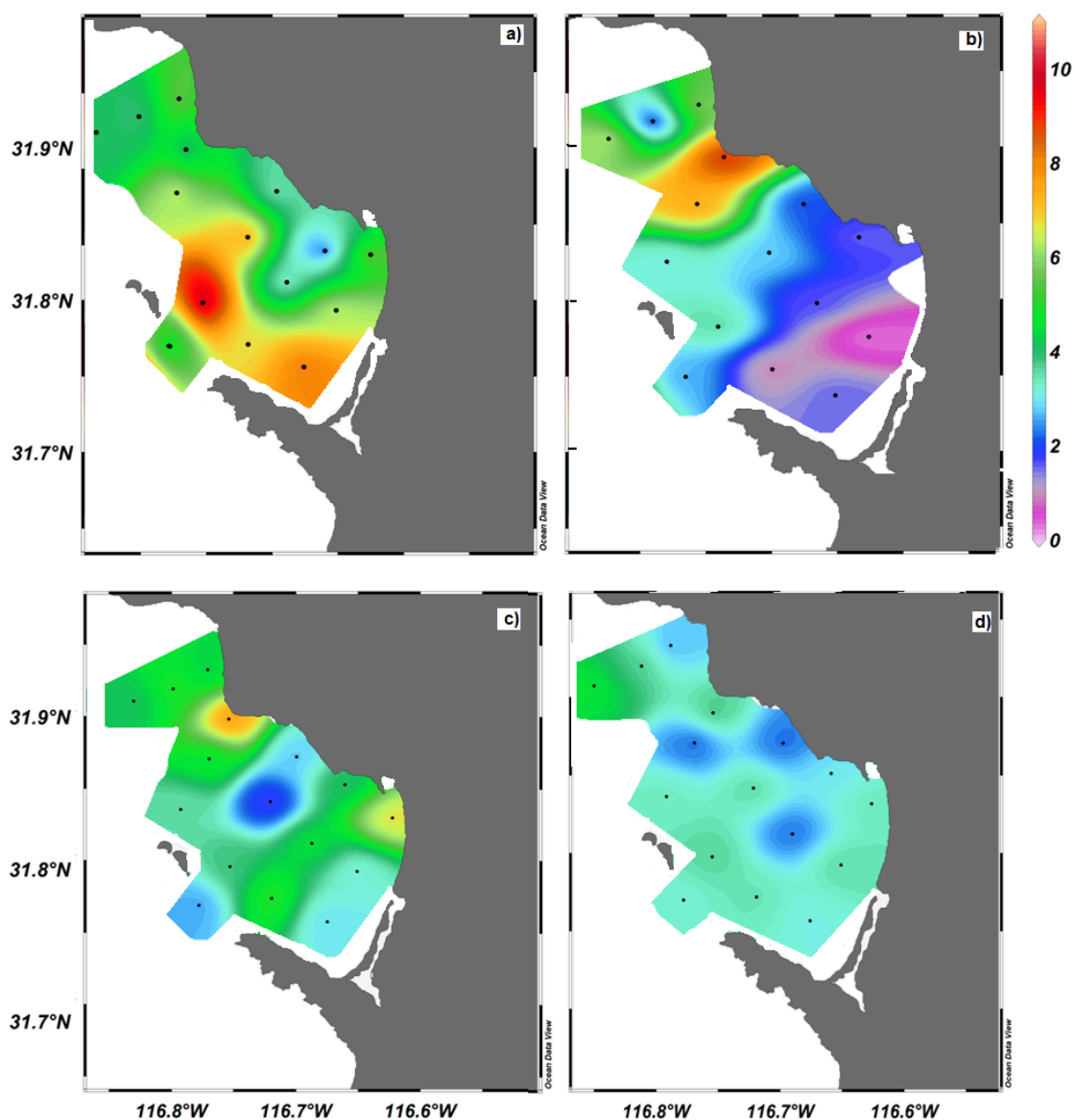


Figura 8: Distribución superficial de silicatos (SiO_2 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas en a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre del 2008.

La distribución superficial de fosfatos presentó muy poca variación horizontal en enero registrando una concentración promedio de $0.76 \mu\text{M}$ con un valor mínimo de $0.06 \mu\text{M}$ en la estación I4.1 y una máximo de $0.87 \mu\text{M}$ en la estación I2.1. Las concentraciones más altas se presentaron en el exterior de la BTS en Bahía Salsipuedes, en la estación localizada entre Estero Punta Banda, las Islas de Todos Los Santos y en la parte central de la bahía (Fig. 9a).

En abril se observó que la distribución de los fosfatos presentó la mayor variación horizontal, presentándose en promedio una concentración de $0.51 \mu\text{M}$. Similar a la distribución de otros nutrientes (NO_3+NO_2 , SiO_2), en la estación enfrente de Punta San Miguel se registraron los valores más altos de PO_4 ($6.06 \mu\text{M}$). En la estación enfrente del Arroyo del Gallo en el interior de la BTS también se registró una concentración relativamente alta de fosfatos ($3.42 \mu\text{M}$, Fig. 9b).

La distribución de los fosfatos para agosto presentó poca variación horizontal, registrándose un intervalo de $0.01 \mu\text{M}$ a $2.72 \mu\text{M}$, con una concentración promedio de $0.91 \mu\text{M}$. Las estaciones con las concentraciones más altas de fosfatos fueron: I2.1 ($2.52 \mu\text{M}$) y I4.1 ($2.72 \mu\text{M}$), ubicadas en la región noreste de la Bahía de Todos Santos (Fig. 9c). Las concentraciones más altas tanto de amonio como de fosfatos se presentaron en estas mismas estaciones. La estación I2.1 se ubicó cerca del Puerto de Ensenada y la I4.1 se localizó enfrente de Punta San Miguel.

En la campaña de noviembre la distribución superficial de fosfatos también presentó muy poca variación horizontal, con una concentración promedio de $0.59 \mu\text{M}$ y un valor mínimo de 0.01 y máximo de $2.26 \mu\text{M}$. En todo el interior de la BTS se registró una concentración baja de este nutriente. Las concentraciones mayores de fosfatos se presentaron al exterior de la BTS en la región de Bahía Salsipuedes (fig. 8d). Al igual que la distribución del amonio la concentración de fosfatos (Fig. 9d) fue más alta en las estaciones alejadas de la costa y hacia el exterior de la BTS.

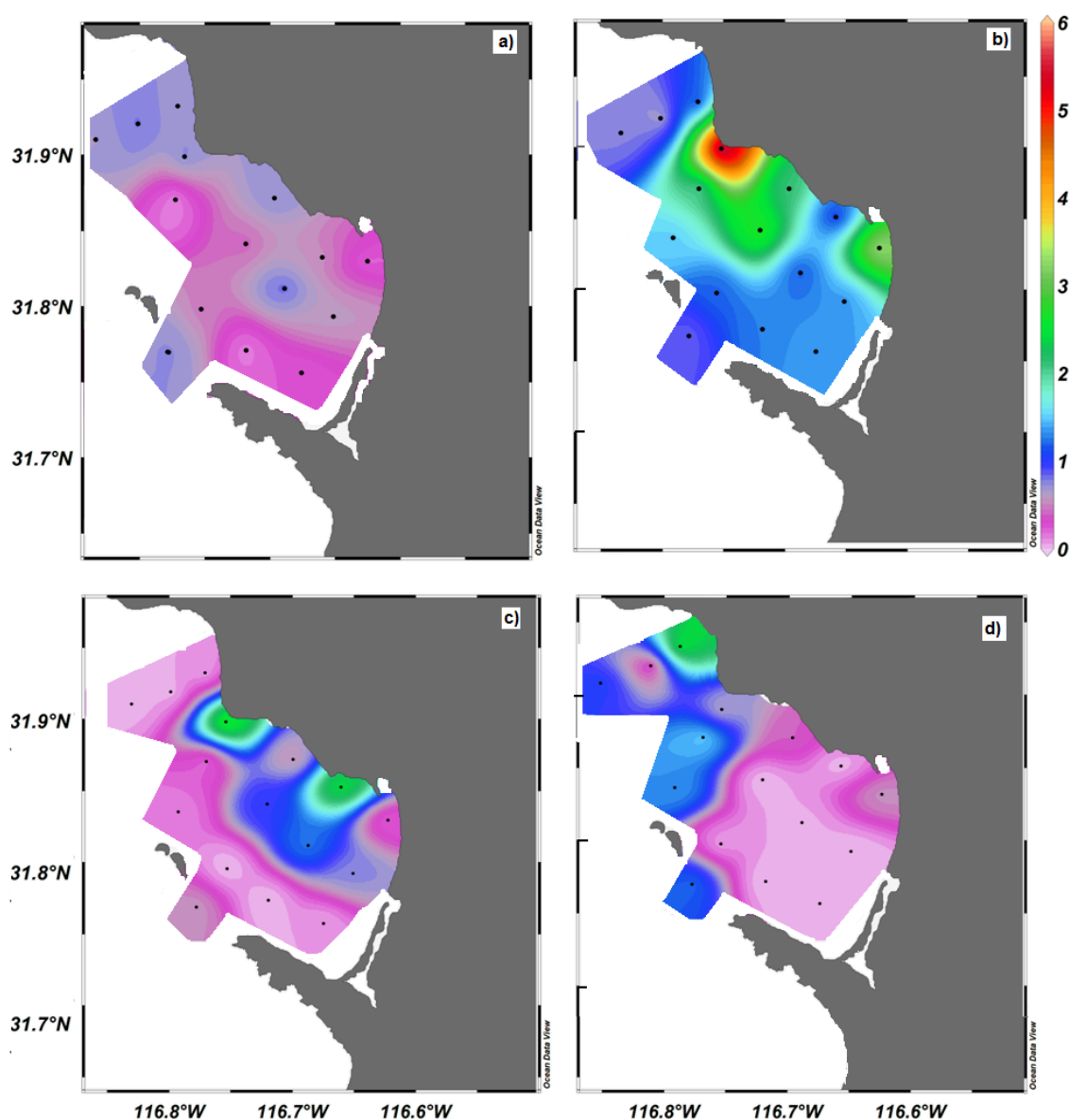


Figura 9: Distribución superficial de fosfatos (PO_4 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas en a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre.

Al igual que los NO_3+NO_2 y silicatos, la distribución superficial de amonio (NH_4) presentó poca variación horizontal durante el mes de enero. Se detectaron concentraciones bajas en esta campaña de muestreo. Los valores superficiales mínimo y máximo de NH_4 se presentaron en las estaciones I1.3 (0.37) y I2.5 (1.05

μM), respectivamente. Las concentraciones más altas se detectaron cerca de la costa noroeste de la región de estudio desde Bahía Salsipuedes hasta cerca del Puerto de Ensenada. Asimismo, en la parte central de la BTS se detectaron concentraciones altas cercanas a $1 \mu\text{M}$ de NH_4 (Fig. 10a).

En abril el valor mínimo y máximo de la concentración de NH_4 superficial se detectó en las estaciones I5.3 ($1.96 \mu\text{M}$) y I4.1 ($4.55 \mu\text{M}$), respectivamente. Esta última estación se encuentra enfrente de Punta San Miguel y representa una condición particular ya que la distribución superficial de NH_4 presentó poca variación dentro de la BTS con concentraciones alrededor de $2 \mu\text{M}$. En la parte norte de la zona de estudio se presentaron valores menores a $1 \mu\text{M}$ (Fig. 10b).

En agosto la distribución superficial de NH_4 presentó poca variación horizontal, exceptuando a las estaciones I2.3 ($3.15 \mu\text{M}$), ubicada fuera del Puerto Ensenada, y en la I4.1 ($3.75 \mu\text{M}$) ubicada frente a Punta San Miguel, donde se registraron los valores más altos. La concentración superficial más baja se presentó en la estación I3.6 ($1.52 \mu\text{M}$) ubicada cerca de las Islas de Todos Los Santos y la concentración promedio fue de $2.5 \mu\text{M}$ (Fig. 10c).

En noviembre la distribución superficial de NH_4 presentó una gran variación horizontal. La concentración superficial mínima y máxima de NH_4 se registró en las estaciones de Rincón de Ballenas ($0.89 \mu\text{M}$) y Bahía Salsipuedes ($5.22 \mu\text{M}$), respectivamente. Las concentraciones más altas se presentaron enfrente de Punta San Miguel y en la Bahía Salsipuedes (Fig. 10d).

Enero y agosto presentan poca variación horizontal de amonio en comparación con abril y noviembre. Las concentraciones más altas de amonio se registraron en Punta San Miguel y Bahía Salsipuedes en noviembre (otoño), enero presentó en general concentraciones bajas.

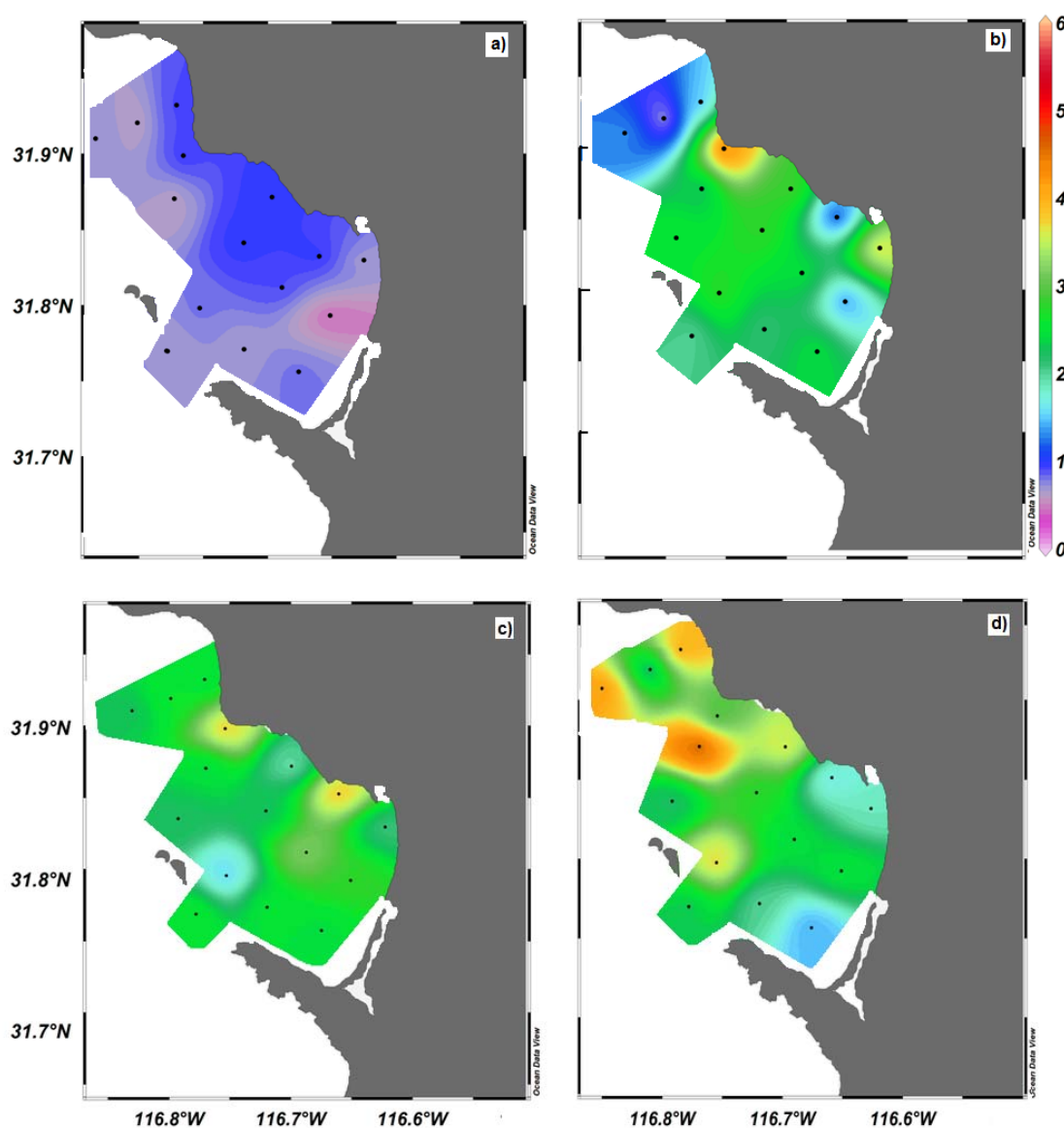


Figura 10: Distribución superficial de amonio (NH_4 ; μM) en el área de estudio durante 4 campañas oceanográficas en a) enero (b) abril (c) agosto (d) noviembre.

II.5.2.4 Distribución superficial de clorofila *a* (Chla), pigmentos marcadores de grupos fitoplanctónicos y ácido domoico en material particulado

La concentración de Chla como proxy de la biomasa fitoplanctónica presentó la máxima variación horizontal en abril en comparación con enero, agosto y noviembre (Fig. 11 y 12). Las más altas concentraciones se registraron en Arroyo

del Gallo ($3.08 \mu\text{g L}^{-1}$) en abril (primavera) y las concentraciones más bajas Chla se presentaron en agosto (verano). En la zona de Bahía Salsipuedes se encontraron las concentraciones de Chla más bajas en todos los meses muestreados. Para abril las altas concentraciones de NO_3+NO_2 , $\text{Si}(\text{OH})_4$ y NH_4 detectadas enfrente de Punta San Miguel no se vieron reflejadas en una alta biomasa fitoplanctónica en esta área. En enero y agosto se presentó muy poca variación horizontal de Chla. La distribución horizontal de esta variable fue similar a la distribución de amonio y opuesto a la de NO_3+NO_2 para en enero (Fig. 7a). Para agosto la distribución de Chla fue similar a la distribución de $\text{Si}(\text{OH})_2$ y PO_4 . En noviembre la distribución de Chla fue opuesta a la de todos los nutrientes analizados (Fig. 7d, 8d, 9d, 10d).

Para reconocer si la acumulación de la biomasa fitoplanctónica fue causada por la presencia de algún grupo fitoplanctónico en particular, la distribución de la concentración de peridina (Per) y fucoxantina (Fuc), como pigmentos huella de los dinoflagelados y las diatomeas respectivamente, se graficó junto a la distribución de Chla en las figuras 11 y 12. Se observa que la concentración de Per y Fuc, presentaron un patrón de distribución similar al de la Chla para enero (Fig. 11) en contraste con agosto (Fig. 12) donde no se presentó ninguna similitud en la distribución. En abril y noviembre se observó una similitud entre la distribución de Chla y Fuc (Fig. 11d y 12c). Esto nos indica que en enero la comunidad fitoplanctónica está definida por presencia simultánea de los dinoflagelados (con una máxima abundancia de 84193 cel L^{-1}) y las diatomeas (con una máxima abundancia de 21900 cel L^{-1}) y no está dominada por un solo grupo. Estos dos grupos fueron importantes en la acumulación de la biomasa fitoplanctónica en estas fechas de muestreo. En contraste en abril y noviembre la acumulación de biomasa estuvo asociada con la presencia de diatomeas principalmente. En agosto la distribución de Chla no presentó ninguna similitud con la Fuc y Per (Fig. 12). Esto indica que existió la presencia otros grupos aparte de los dinoflagelados y diatomeas que contribuyeron a la biomasa fitoplanctónica.

Para todos los meses muestreados en superficie se detectaron otros pigmentos como prasinoxantina (Prasi), marcador de las Prasinofitas; violaxantina (Viol), presente en las Clorofitas y Prasinofitas; hexanoil-Fucoxantina (H-Fuco), pigmento marcador de las Primnesiofitas; aloxantina (Allo), pigmento marcador de Criptofitas; zeaxantina (Zeax), pigmento de mayor abundancia en Cianofitas; Clorofila *b* (Chla *b*), pigmento presente en Prasinofitas y Clorofitas y *B*-caroteno. Las concentraciones absolutas de los pigmentos analizados se presentan en el anexo V.

En agosto se presentó la abundancia más baja de diatomeas y dinoflagelados en comparación con enero, abril y noviembre. En estos meses estuvieron presentes diferentes géneros, principalmente *Navícula spp*, y *Chaetoceros spp*. La abundancia así como diversidad de dinoflagelados fue muy baja en todo el año, encontrándose a *Ceratium sp* (37,473 cel L⁻¹) como el género más abundante en enero. *Prorocentrum sp* y *Scripsella trochoidea* fueron abundantes para noviembre. En abril y noviembre se presentaron las mayores abundancias de organismos del género *Pseudo-nitzschia*, En abril se presentaron abundancias de 102,000 Cels L⁻¹, 42,583 Cels L⁻¹ y 28,591 Cels L⁻¹ en la parte suroeste de la bahía cerca de las Islas de Todos Los Santos y Estero Punta Banda. En enero la abundancia máxima fue de 2920 cel L⁻¹ cerca del Puerto del Sauzal. En noviembre la abundancia máxima se localizó en el Arroyo del Gallo con 56,000 cel L⁻¹.

Se identificaron al menos dos especies diferentes de *Pseudo-nitzschia*. Se presento un morfotipo que por sus características de tamaño y morfología es similar al holotipo *P. australis*. El segundo morfotipo corresponde a una especie que presenta un tamaño más pequeño que el holotipo *P. australis*. De los organismos identificados como *Pseudo-nitzschia* el morfotipo asignado como *P. australis* fue el que se presentó en mayor abundancia. En lo que se refiere a la toxina AD en enero no se detectó en el material particulado (pDA) en contraste

con abril, agosto y noviembre. Abril (primavera) fue el mes donde se detectó la concentración más alta de AD ($0.4 \mu\text{g AD L}^{-1}$; Fig.11d), en la estación cercana a las Islas de Todos Los Santos (I3.6). En agosto la concentración detectada de AD fue baja, registrando un valor máximo de $0.08 \mu\text{g AD L}^{-1}$ en las estaciones I3.1 e I4.3 (Fig.12 b). En noviembre las concentraciones más altas de pDA en superficie se presentaron en las estaciones cercanas a Arroyo del Gallo ($0.23 \mu\text{gAD L}^{-1}$), Rincón de Ballenas ($0.21 \mu\text{g AD L}^{-1}$), Puerto de Ensenada ($0.22 \mu\text{gADL}^{-1}$) y frente al Estero de Punta Banda ($0.21 \mu\text{gADL}^{-1}$) (Fig. 12d).

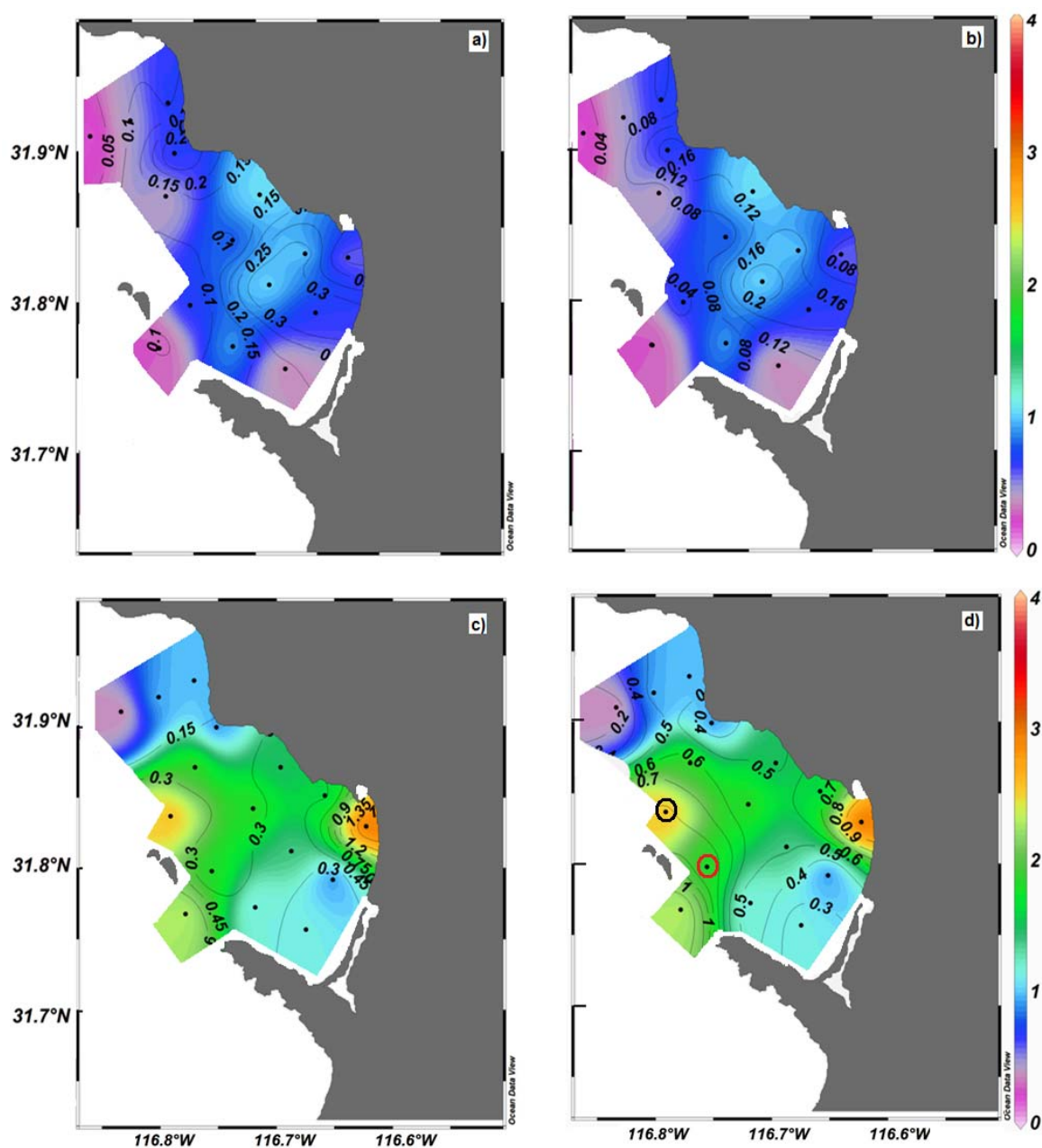


Figura 11. Distribución superficial de clorofila a (patrón de colores) durante la campañas oceanográficas de enero (a,b) y abril (c,d,) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinin (a, c) y fucoxantina (b,d) representadas por la isolíneas en las gráficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculos negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).

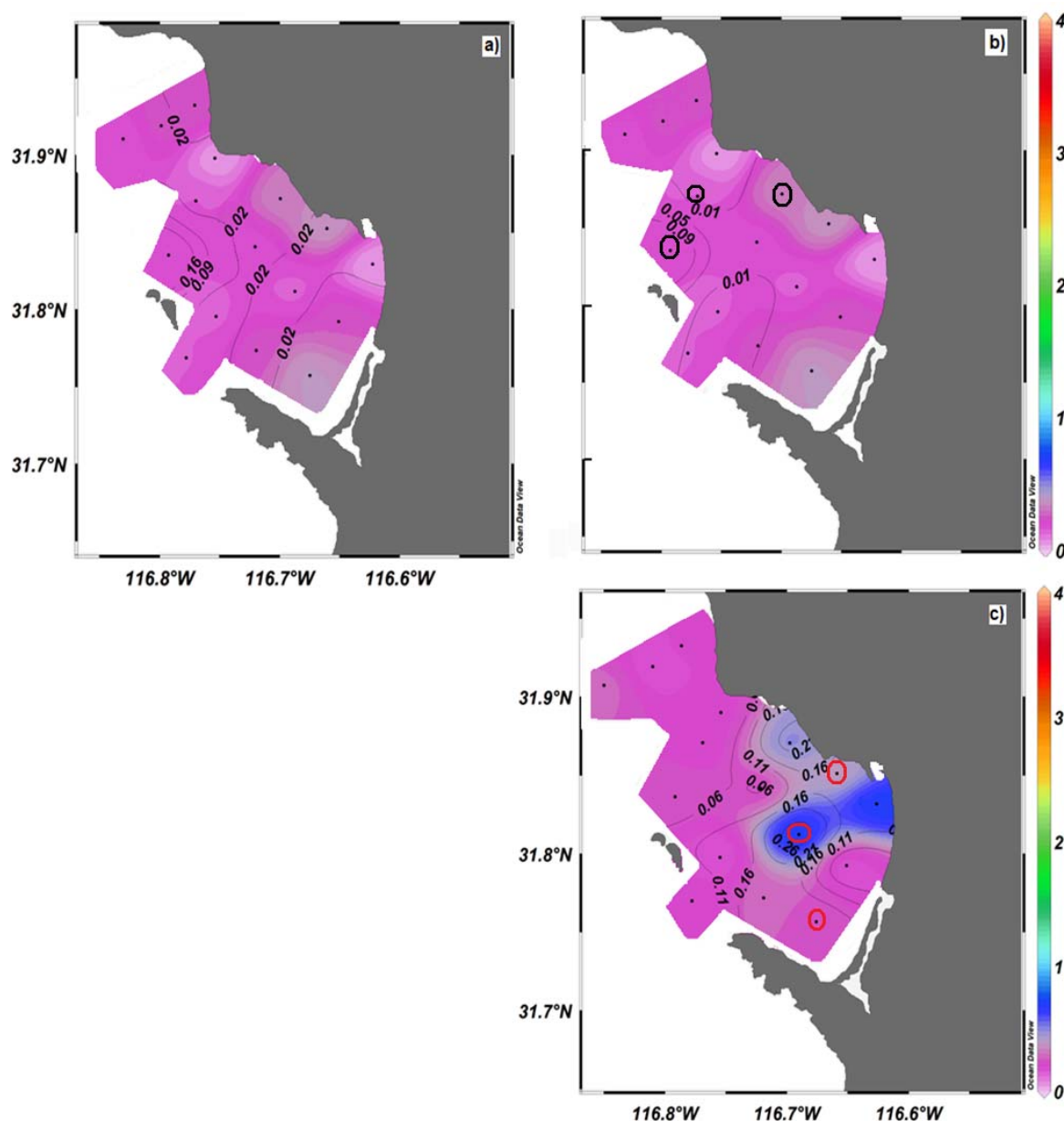


Figura 12. Distribución superficial de clorofila a (patrón de colores) durante las campañas oceanográficas de agosto (a) y noviembre (b,c) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinin (a) y fucoxantina (b,c) representadas por la isolíneas en las graficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculo negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).

II.5.2.5 Distribución de clorofila a (Chla), pigmentos marcadores de grupos fitoplanctónicos y ácido domoico en material particulado a 10 m de profundidad

En máximo de Chla subsuperficial, cuando existe, se presenta generalmente en los 8 m y los 10 m en la región de la BTS (García-Mendoza *et al.*, 2009). Para analizar si existió una acumulación de biomasa subsuperficial y presencia de especies tóxicas en profundidad, se analizó la distribución de la Chla a 10 m de profundidad. Asimismo, se caracterizó la comunidad que se presenta a esta profundidad para conocer si los géneros presentes en la superficie están también a 10m (Fig. 13 y 14). En abril la distribución de la Chla a 10m (Figs.13 y 14) se presentó un máximo de Chla a 10 m de profundidad (Fig. 13). En enero y noviembre así como en agosto la distribución de Chla a a 10 m de profundidad no fue muy diferente a la superficial. En abril se detectó la concentración más alta de Chla en comparación con enero, agosto y noviembre (Fig.13 y 14).

En el mes de enero se detectó una concentración de Chla de $1.05 \mu\text{g L}^{-1}$ en la estación I3.1 donde se registraron abundancias de $6,100 \text{ cel L}^{-1}$ de dinoflagelados, representados principalmente por *P. micans* y *C. furca*. Las diatomeas en esta estación presentaron abundancias de $1,400 \text{ cel L}^{-1}$ representadas principalmente por *Cylindrotheca closterium* y *Navicula sp.* En la estación I1.1 ubicada frente al Arroyo del Gallo se presentó una concentración de Chla de $0.22 \mu\text{g L}^{-1}$ observándose un patrón de comportamiento diferente a las estaciones contiguas, tanto en superficie como a 10m (Fig. 12a y 13a). En las estaciones con menor concentración de Chla se observaron algunas especies que no se presentaron en superficie, como los dinoflagelados *Ceratium tripos* y *Dinophysis sp.* y *Pseudo-nitzschia sp.*, sin embargo este último género presentó abundancias no mayores a 1000 cel L^{-1} .

En abril se registró una concentración de Chla de $3.75 \mu\text{g L}^{-1}$ en la estación cercana a las Islas Todos Los Santos y de $3.37 \mu\text{g L}^{-1}$ en la estación cercana a

Rincón de Ballenas. Se encontró una similitud en la distribución de Chla y Per en la mayor parte de la BTS, lo que indica que la acumulación de biomasa fitoplanctónica estuvo asociada con la presencia de dinoflagelados (Fig.13a). Sin embargo, la distribución de Fuc indica que enfrente de Punta San Miguel y Bahía Bahía Salsipuedes las diatomeas contribuyeron significativamente a la biomasa fitoplanctónica (Fig. 13c y 13d). Esto se corroboró con el análisis de la composición de especies de las muestras, donde se encontró que para la estación E4.3 de Bahía Salsipuedes *Chaetoceros* (408,800 cel L⁻¹) y *Navicula* (58,400 cel L⁻¹) fueron los géneros más abundantes.

En agosto las concentraciones de Chla más bajas se dieron a los 10 m de profundidad con excepción de la estación más al noroeste de Bahía Salsipuedes, donde la concentración de Chla fue de 0.94 µg L⁻¹. Dentro de la BTS la concentración más alta de Chla a 10 m (0.46 µg L⁻¹) se registró en Rincón de Ballenas y cerca del Puerto de Ensenada. Se detectó una abundancia de diatomeas de 27,981 cel L⁻¹ en bahía de Bahía Salsipuedes. Asimismo, en las estaciones ubicadas cerca de la Isla de Todos Los Santos y Puerto del Sauzal la abundancia de este grupo fue relativamente alta. Se encontró una abundancia máxima de de 24,381 cel L⁻¹ de *Pseudo-nitzschia* en la estación cercana al Puerto del Sauzal. Otro género importante que estuvo presente en la BTS fue *Navicula* con 4,700 cel L⁻¹. *Pseudo-nitzschia sp* se detectó en varias estaciones para este periodo de muestreo. Dentro de la BTS la distribución de Per fue similar a la de la Chla, lo que indica que la biomasa fitoplanctónica estuvo asociada con la presencia de dinoflagelados (Fig. 14a y 14b) en esta zona. Esto fue bastante evidente en la estación I2.5 ubicada en la parte central de la BTS donde la concentración de Per (0.153 µg L⁻¹) es similar a la de la Chla (Fig. 14a y 14b). En bahía de Bahía Salsipuedes cerca de la costa se observó una distribución similar de Chla y Fuc, por lo que las diatomeas fueron el grupo más importante en estas áreas (fig. 13b).

Para noviembre el promedio de concentración de Chla a 10 m fue de $0.37 \mu\text{g L}^{-1}$ con un máximo de $0.96 \mu\text{g L}^{-1}$ detectado en la estación I2.3. Esta estación se localizó en la parte central de la BTS (Fig. 13). La estación cercana al Puerto de Ensenada (I2.3, Fig. 14c y 14d) no presentó un comportamiento similar a las estaciones contiguas. En esta estación la concentración de Chla y abundancia celular fue similar en superficie y a 10 m de profundidad con una abundancia de dinoflagelados de $23,456 \text{ cel L}^{-1}$ y de $245,600 \text{ cel L}^{-1}$ para el grupo de diatomeas. En esta estación (I1.1) el grupo de diatomeas estuvo mayormente representado, al igual que en superficie, por *Chaetoceros*, *Navicula* y *Pseudo-nitzschia*. Este último género fue el de mayor abundancia ($38,000 \text{ cel L}^{-1}$). El grupo de dinoflagelados estuvo representado por *Prorocentrum sp* y *Scropsella trochoidea*.

Se presentaron organismos del género *Dinophysis* en muy bajas abundancias en el mes de enero y noviembre. Para la región de estudio las especies con potencial tóxico más abundantes fueron *Pseudo-nitzschia* spp. A 10 m de profundidad se detectó un menor número de células del género *Pseudo-nitzschia* en comparación a muestras de superficie. Se registró AD en las estaciones donde se presentó una abundancia relativa alta de este género. En abril solo se detectó AD en material particulado en la estación I3.6 ($0.128 \mu\text{g AD L}^{-1}$) (Fig.13d), a pesar de que se registró abundancias relativamente altas en las estaciones I2.3 ($30,822 \text{ cel L}^{-1}$), I3.6 ($36,085 \text{ cel L}^{-1}$) y I4.6 ($42,583 \text{ cel L}^{-1}$). El AD en agosto se detectó en la estación I3.1 ($0.04 \mu\text{g AD L}^{-1}$), I4.6 ($0.03 \mu\text{g AD L}^{-1}$) y E4.2 ($0.05 \mu\text{g AD L}^{-1}$) (Fig. 14a). Por último en noviembre se detectó pDA en bajas concentraciones en las estaciones del Puerto de Ensenada (I2.1, $0.02 \mu\text{g AD L}^{-1}$), en la estación de Rincón de Ballenas (I1.3, $0.05 \mu\text{g L}^{-1}$) y en la estación que se ubica entre Estero de Punta Banda e Isla de los Todos Los Santos ($0.06 \mu\text{g AD L}^{-1}$, fig 23b). Solamente en dos estaciones del mes de noviembre se presentaron concentraciones arriba de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ a 10 m. Se detectó $0.13 \mu\text{g AD L}^{-1}$ enfrente del Arroyo del Gallo y $0.22 \mu\text{g AD L}^{-1}$ en la estación cercana al Puerto del Sauzal. En estas estaciones se presentó la mayor abundancia de *Pseudo-*

nitzschia para el mes de noviembre. En la estación I1.1 (Arroyo del Gallo) la abundancia fue de 38,000 cel L⁻¹ y de 47,000 cel L⁻¹ en la estación I2.1 (Puerto del Sauzal) (Fig.14d).

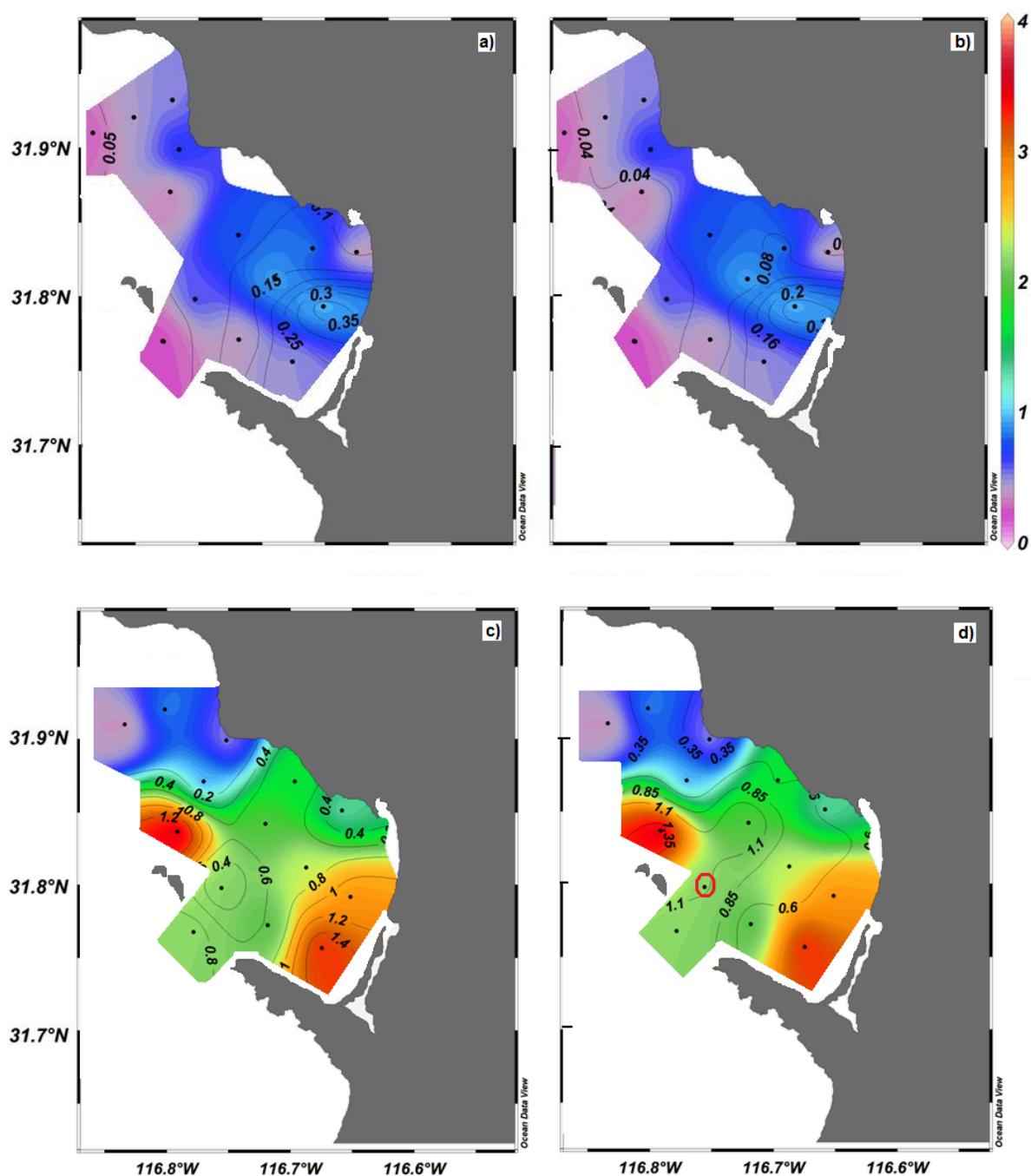


Figura 13. Distribución de clorofila a 10 m (patrón de colores) durante la campañas oceanográficas de enero (a,b) y abril (c,d,) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinin (a, c) y fucoxantina (b,d) representadas por la isolíneas en las gráficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculos negros representan concentraciones mayores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de $0.1 \mu\text{g AD L}^{-1}$).

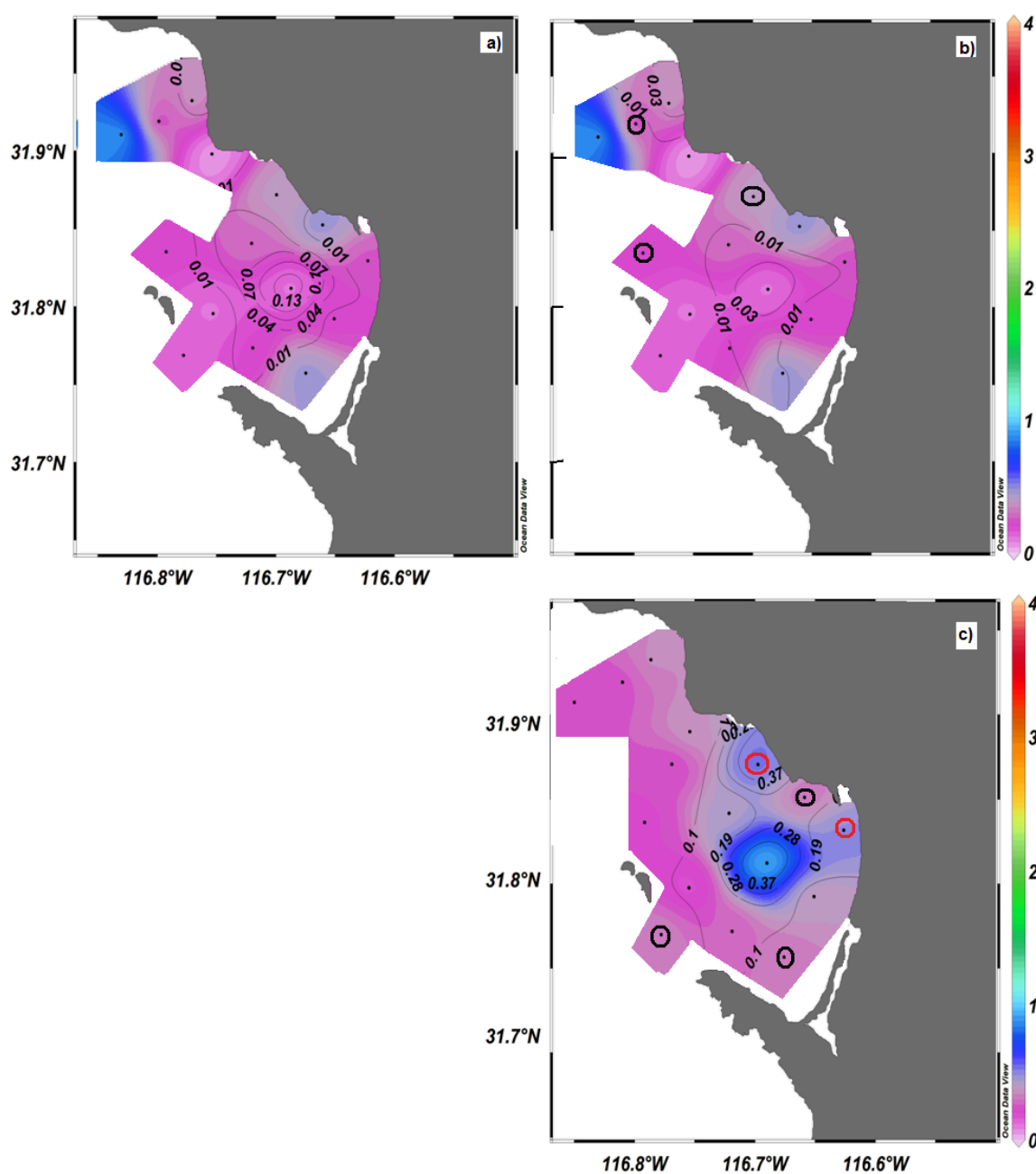


Figura 14. Distribución de clorofila 10m (patrón de colores), durante las campañas oceanográficas de agosto (a) y noviembre (c) del 2008. Superpuesta se presenta la distribución de la concentración de peridinin (a) y fucoxantina (b,c) representadas por la isolíneas en las graficas. La concentración de los tres pigmentos se expresa en $\mu\text{g L}^{-1}$. Las estaciones encerradas en círculos fue donde se detectó ácido domoico en material particulado (los círculo negros representan concentraciones mayores de 0.1 $\mu\text{g AD L}^{-1}$ y los círculos rojos concentraciones de AD menores de 0.1 $\mu\text{g AD L}^{-1}$).

II.5.3 Relación entre la concentración de AD (pAD) y la abundancia de *Pseudo-nitzschia*.

Se encontró una correlación alta ($r=0.90$) entre la concentración de AD y la abundancia total de organismos del género *Pseudo-nitzschia sp* (Fig.15) ya que esta correlación fue mucho más alta que la encontrada entre la abundancia de *P. australis* y la concentración de AD ($r=0.14$).

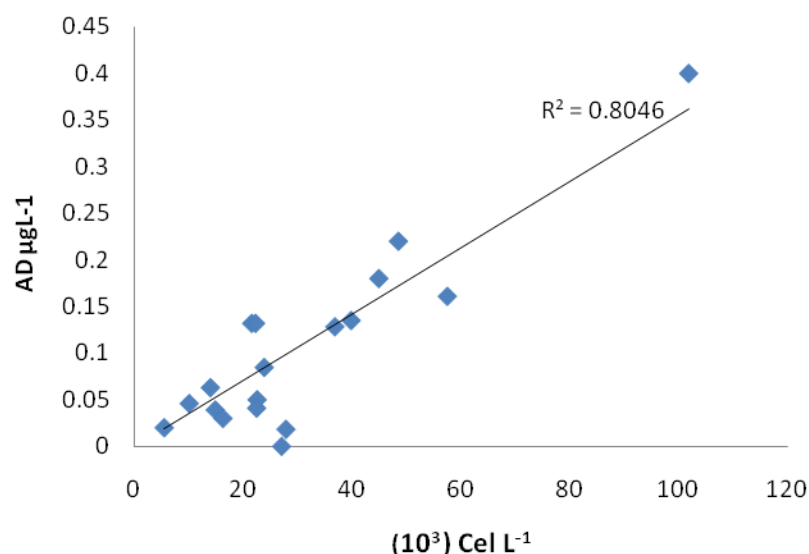


Figura 15. Relación del ácido domoico particulado y la abundancia de los organismos del género *Pseudo-nitzschia*

II.5.4. Relación de temperatura vs nutrientes.

Se exploró la relación temperatura contra nutrientes para las diferentes fechas de muestreo con el fin de identificar procesos de fertilización en la zona de estudio. Se observaron que en las campañas de enero y abril, se detectaron concentraciones altas de $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ a temperaturas por debajo de los 14 °C (Fig.

16). Se presentaron un par de datos donde la concentración de este nutriente es de aproximadamente $5 \mu\text{M}$ con una temperatura de 17°C (Fig. 16a). Estas concentraciones relativamente altas de NO_2+NO_3 se presentaron en la estación más cercana a la boca del Puerto de Ensenada. En los meses de enero y abril, se registraron las concentraciones más altas de nitratos, silicatos, amonio y fosfato ya que se presentaron las temperaturas más bajas del año 2008 en estas épocas de muestreo (Fig. 16).

La mayoría de las mediciones para el mes de agosto siguen la relación entre el NO_3+NO_2 y temperatura descrita anteriormente; sin embargo, se detectaron concentraciones relativamente altas de NO_3+NO_2 a temperaturas arriba de los 16°C (Fig. 16a). Asimismo, se detectaron concentraciones de $2.5 \mu\text{M}$ con temperaturas de aproximadamente 22.5°C para esta temporada. Estas concentraciones altas de NO_2+NO_3 se presentaron en la parte suroeste de la BTS cerca de la costa y enfrente del estero de Estero de Punta Banda (Fig. 16a). Por último, para el mes de noviembre la concentración de NO_2+NO_3 no sigue la relación descrita entre estas variables para la zona sur de California. Se registraron concentraciones relativamente altas de NO_2+NO_3 a temperaturas mayores de los 15°C .

Respecto al resto de los macronutrientes, se observa que la concentración de silicatos aumenta al disminuir la temperatura por debajo de los $14\text{-}15^\circ\text{C}$ (similar a la relación NO_2+NO_3 y temperatura). A temperaturas mayores, la concentración de silicatos es baja, y en contraste con los NO_2+NO_3 donde el valor mínimo está cerca del nivel de detección de este nutrientes, el nivel mínimo de silicatos es de alrededor de $2 \mu\text{M}$ (Fig. 16b). Por otra parte, la concentración de fosfatos tiende a aumentar cuando se presentan temperaturas bajas, pero el nivel de dispersión de los datos es mayor que el observado en las relaciones de NO_2+NO_3 y silicatos contra la temperatura. Por último, no se observa una tendencia clara entre la temperatura y concentración de amonio, el único patrón reconocible es que en el

mes de enero la concentración de este nutriente es menor que en las otras temporadas de muestreo.

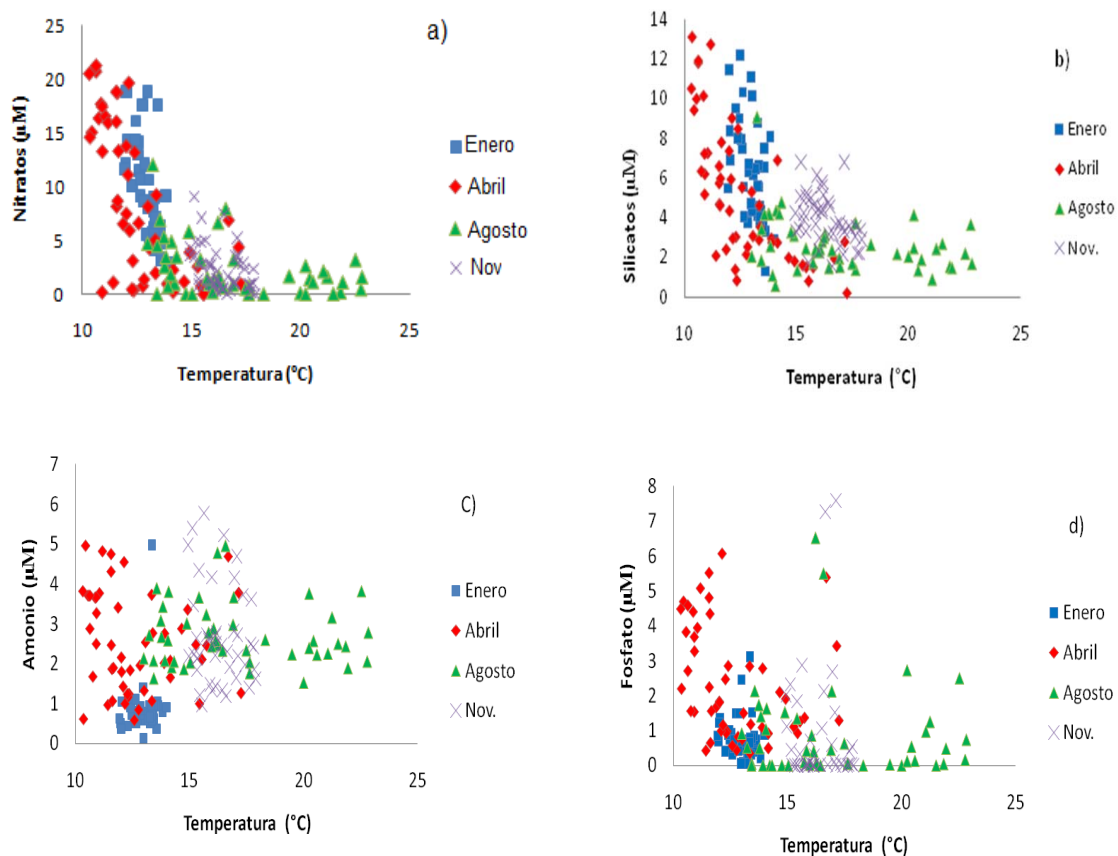


Figura 16. Relación de la temperatura (0-20m) con a) nitratos, b) silicatos, c) amonio y d) fosfatos para diferentes épocas de muestreo en el 2008.

II.5.5 Relaciones estequiométricas entre las concentraciones de macronutrientes medidas en diferentes temporadas del 2008

El análisis de la concentración de los diferentes macronutrientes contra la temperatura puede indicar qué especie química puede ser limitante para el crecimiento fitoplanctónico. Por ejemplo, cuando la temperatura es mayor a los 14 °C puede existir limitación por $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ para el crecimiento fitoplanctónico en nuestra región. Sin embargo, aun cuando el $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ no se presentó en concentraciones limitantes, otra especie química puede estar afectando la acumulación de la biomasa fitoplanctónica. Se realizó un análisis de las relaciones estequiométricas entre los macronutrientes medidos en el área con el fin identificar cuál de ellos fue potencialmente limitante para el crecimiento fitoplanctónico en las fechas de muestreo. Este análisis se basa en la composición elemental de fitoplancton descrita por Redfield *et al.*, (1963) y Brezinski (1985) para diatomeas. De acuerdo a estos autores la relación estequiométrica en estos organismos entre el Si:N:P es de 16:16:1. La concentración de estos elementos disueltos en aguas profundas (no crecimiento del fitoplancton) guardan la misma proporción, por lo que cualquier desviación de esta relación donde existe actividad fototrófica se puede interpretar como una limitación potencial de N, Si o P para el crecimiento fitoplanctónico (Olivos *et al.*, 2002). De acuerdo a esto, se analizaron las relaciones estequiométricas de las concentraciones de Si, N (como $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$) y P medidas para la región de la Bahía de Todos Santos de las cuatro temporadas de muestreo. Se consideraron los criterios de Droett y Whitley (1992), Justic *et al.*, (1995) y Olivos-Ortiz *et al.*, (2002) para evaluar la limitación por nutrientes para el crecimiento fitoplanctónico. De acuerdo con estos autores, existe limitación por P si $\text{SiO}_2:\text{PO}_4 > 22$ y $\text{DIN}:\text{PO}_4 > 22$; el N es limitante cuando $\text{SiO}_2:\text{DIN} > 1$ y $\text{DIN}:\text{PO}_4 < 10$. Por último, el Si es limitante si $\text{SiO}_2:\text{PO}_4 < 22$ y $\text{SiO}_2:\text{DIN} < 1$.

El diagrama de dispersión de las razones $\text{DIN}:\text{PO}_4$ contra $\text{SiO}_2:\text{DIN}$ indica que el nitrógeno se presentó en concentraciones que no limitaban el crecimiento fitoplanctónico para las diferentes fechas de muestreo (cuadrante inferior derecho

Fig. 17b). Se detectaron solamente algunos puntos donde el DIN pudo ser limitante principalmente para el mes de abril. Se identificó una posible limitación por nitrógeno en estaciones localizadas en la parte suroeste y parte central de la BTS. En contraste con los compuestos nitrogenados, el sílice fue el compuesto que probablemente limitó el crecimiento fitoplanctónico (diatomeas) en la bahía durante las diferentes temporadas de muestreo en el 2008. El Si se presentó en concentraciones potencialmente limitantes en más del 60% de los casos para las diferentes fechas de muestreo (cuadrante inferior izquierdo, Fig. 17a). Especialmente en el mes de agosto y abril se presentó la mayor densidad de puntos muestreados donde el Si pudo ser limitante (cuadrante inferior izquierdo, Fig. 17a). Por otra parte, los fosfatos no se presentaron en concentraciones limitantes en las diferentes épocas del año exceptuando el mes de noviembre. En este mes, la mayoría de los puntos de muestreo de las diferentes estaciones presentaron una relación $\text{SiO}_2:\text{PO}_4$ mayor de 16 y $\text{DIN}:\text{PO}_4$ mayor de 22, lo que indica una posible limitación del crecimiento fitoplanctónico por fosfatos (cuadrante superior derecho en Fig. 17c).

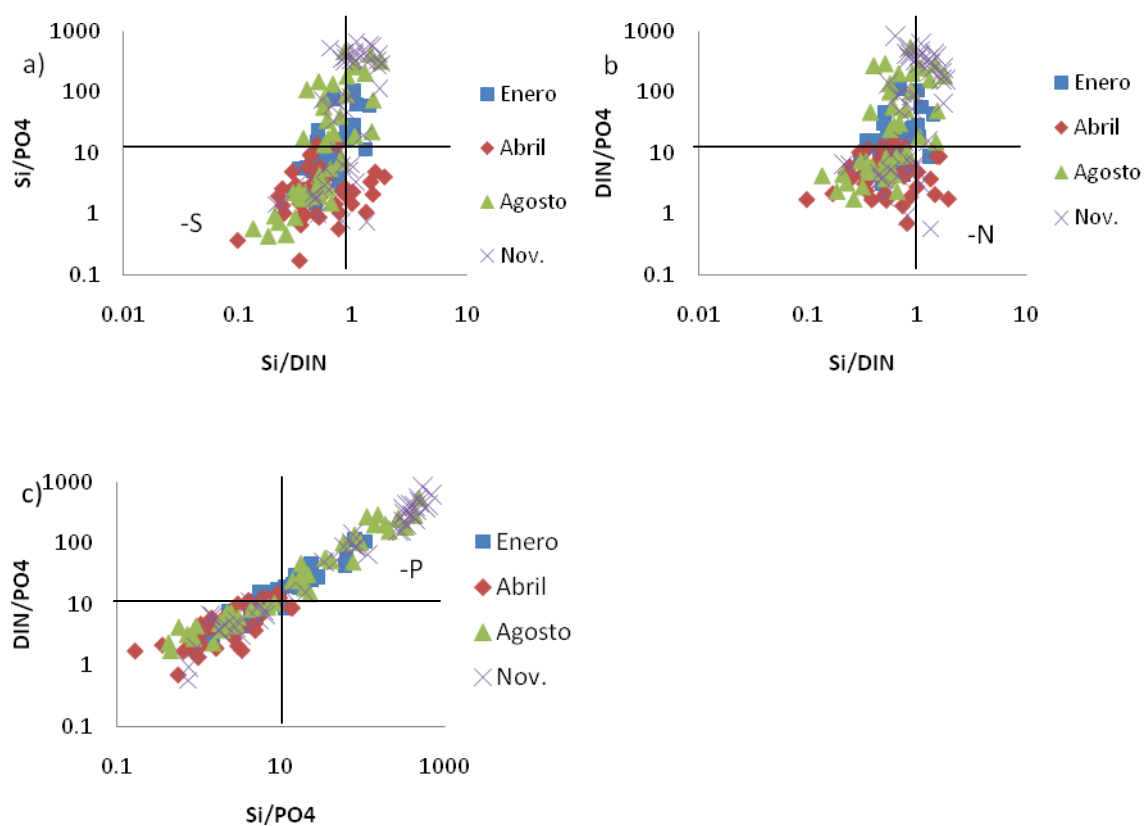


Figura 17. Relaciones estequiométricas entre los diferentes macronutrientes para las diferentes estaciones del año en la zona de estudio, durante el 2008. Se consideraron solamente datos de entre 0 y 20 m de proximidad para este análisis. Las líneas negras representan los criterios de limitación de nutrientes para el crecimiento del fitoplancton.

II.6. Discusión

Se realizaron cuatro campañas oceanográficas con el fin de caracterizar las condiciones ambientales en la BTS durante diferentes épocas del año (2008) y conocer las características de la comunidad fitoplanctónica en respuesta a estas condiciones. El trabajo se centró en la descripción de la abundancia de especies del género *Pseudo-nitzschia* con potencial tóxico. Los resultados del análisis de las propiedades hidrográficas muestran diferencias considerables en las condiciones ambientales para cada temporada de muestreo. La variabilidad de estas condiciones en la región probablemente puede estar asociada a cambios temporales que se presentan a nivel de mesoescala y a la respuesta local asociada posiblemente a condiciones particulares de circulación y procesos de remineralización que ocurren dentro de la BTS.

Temperatura y salinidad

La temperatura y la salinidad en la BTS y su distribución vertical fueron diferentes durante los meses del año muestreados. La columna de agua hasta los 50 m de profundidad estuvo completamente mezclada en enero y noviembre. Para el mes de abril se observó una columna con una pycnoclina muy marcada a los 10m de profundidad y en agosto una columna estratificada en los primeros 15 m de profundidad. Para el mes de abril se presentó una termoclina más definida con respecto a los demás meses analizados (Fig. 5b). Se observó que las temperaturas más bajas, aproximadamente 12 °C, se presentaron en abril probablemente producto del afloramiento de agua subsuperficial, mientras que las más altas se presentaron en agosto, donde se registró un máximo de 22.8 °C en la BTS. El agua con baja salinidad que es transportada por la CC, proveniente del subártico, se presentó en la BTS en el mes de noviembre, registrándose una salinidad de 33.4 (Fig. 5c). En el mes de abril se presentó agua con salinidad alta (Fig. 6b). En este mes, las aguas de la CU probablemente tienen una influencia significativa sobre las propiedades observadas en la BTS. Estas aguas que

proviene de los primeros 100 m de profundidad afloran a la superficie y entran a la bahía (Gómez- Valdez 1983).

En abril y agosto la región enfrente de Punta San Miguel es un área de transición donde se observa la influencia de agua fría proveniente de la Bahía Salsipuedes y agua más cálida que se presenta dentro de la BTS. Esto es consistente con el estudio realizado por García-Mendoza *et al.* (2009). Probablemente esta es una zona donde existen un aporte constante de nutrientes asociados a las surgencias en Bahía Salsipuedes. Probablemente el aporte de silicatos en esta zona favorece el crecimiento del fitoplancton y en específico diatomeas que pueden desarrollarse como florecimientos algales al interior de la bahía.

Nutrientes

A excepción del amonio, las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos más altas se registraron cuando se presentaron temperaturas por debajo de los 14 °C en los meses de enero y abril (Figs. 9a y 9b). Estas condiciones probablemente estuvieron asociadas a una mayor intrusión a la bahía de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes debido a la presencia de la AESs en esta época, acarreadas a la superficie por las surgencias registradas en abril. El 2008 correspondió a surgencias primaverales particularmente intensas, lo cual puede explicar las bajas temperaturas observadas. Las concentraciones más bajas de PO_4 , NO_3+NO_2 y SiO_2 , se presentaron en los meses de agosto y noviembre (Figs. 7c, 7d, 8c, 8d y 10c y 10d), posiblemente asociado a una mayor estratificación de la columna de agua y consumo de los mismos por el fitoplancton.

Se ha reportado que en las aguas frente a la costa del noroeste de Baja California las concentraciones de PO_4 entre los 0.75 a 1.50 μM son indicadoras de aguas de surgencia (González-Morales y Gaxiola-Castro, 1991, Espinosa-Carreón *et al.* 2001). Estas concentraciones se observaron en superficie para el área de Punta

San Miguel y Bahía Salsipuedes en abril (Fig. 8d) y para Punta San Miguel en agosto (fig. 8c).

La temperatura y la concentración de nitratos están relacionadas para la región sur de California. Las temperaturas menores de los 14 °C presentan una relación negativa con los nitratos (Zentara y Kamykoswky, 1997). A temperaturas mayores de 14 °C la concentración de NO_3 es mínima y difícilmente mayor a $1\mu\text{M}$ (Zentara y Kamykoswky, 1997, Espinosa-Carreón *et al.*, 2001). En este estudio se encontró que en la BTS, el nitrógeno inorgánico disuelto (DIN) no se presentó en concentraciones potencialmente limitantes para las diferentes fechas de muestreo. Los valores relativamente altos de DIN con las temperaturas altas se pueden explicar debido a la actividad de remineralización que podría estar ocurriendo dentro de la bahía y en el estero de Estero de Punta Banda. Galindo *et al.*, (1984) reportaron una acumulación de nutrientes de origen antropogénico en el centro de la bahía. En verano se registra cierto patrón de circulación al interior de la bahía que hace que el agua permanezca más tiempo a la mitad de ella, lo cual favorece la remineralización probablemente a un aumento de la actividad bacteriana.

El fosfato no se presentó en concentraciones que representaran una limitación para el crecimiento del fitoplancton para los meses de enero y abril. Sin embargo, para los meses de agosto y principalmente noviembre, los fosfatos se presentaron en concentraciones potencialmente limitantes en comparación a los otros macronutrientes. Para el mes de agosto de 1994, Valdez-Holguín *et al.* (1998) reportaron una concentración de fosfatos superficiales de aproximadamente $0.26\mu\text{M}$ y una temperatura superficial del agua entre los 15°C y 20°C para la BTS. En el presente estudio también se encontraron bajas concentraciones de fosfatos para este mes con temperaturas similares (Fig. 8c). La concentración baja de fosfatos que se presentó durante los meses de agosto y noviembre puede estar relacionada con un consumo de los mismos durante los periodos de mayor acumulación de biomasa fitoplanctónica (abril). En los meses de verano el aporte

de fosfatos es menor y esto provoca que su disponibilidad regule la productividad de la región (Espinosa-Carreón *et al.*, 2001). De acuerdo al régimen estacional de la BTS, el mayor aporte de fosfatos debe de presentarse en invierno cuando existe una precipitación pluvial mayor. Por lo tanto, la productividad anual de la BTS puede depender del aporte de este nutriente durante los meses de lluvia. La correlación de la duración e intensidad de los florecimientos algales de dinoflagelados y la cantidad de precipitación en la zona parece indicar esto (Peña-Manjarrez, 2009).

Por otro lado, las concentraciones de silicatos entre de 0 a 20 m de profundidad fueron probablemente limitantes para el crecimiento de diatomeas en diferentes fechas de muestreo. Probablemente esta fue la razón de la baja acumulación de organismos de este grupo durante el 2008 y en específico de especies con potencial tóxico. Específicamente, García-Mendoza *et al.*, (2009) asoció el florecimiento de *P. australis* del abril del 2007 a una concentración relativamente alta de silicatos en la zona de la Bahía Salsipuedes. Se reportó que esta especie se acumula cuando se presenta una razón de $\text{SiO}_2:\text{NO}_3$ mayor que 1.5. Por otro lado, se ha reportado que los florecimientos de especies de *Pseudo-nitzschia* se presentan cuando existen concentraciones de 8 – 22 μM NO_3 , 2.4 – 35 μM SiO_2 , 0.2 – 2 μM PO_4 , (Scholin *et al.*, 2000); Trainer *et al.*, 2000) Estas concentraciones de nutrientes están asociadas a condiciones típicas de surgencia en la costa oeste de California (Trainer *et al.*, 2000, Trainer *et al.*, 2002).

Abundancia celular y biomasa fitoplanctónica Clorofila (Chla a)

Para el mes de enero (invierno) la abundancia de los dinoflagelados fue muy similar al de las diatomeas. El género con mayor abundancia de este último grupo fue *Chaetoceros* sp. En los sistemas templados, la alta turbulencia y mezcla en la columna de agua y una irradiancia menor que otras épocas del año limita el crecimiento fitoplanctónico en invierno. En abril se detectó la mayor concentración

de células de *Pseudo-nitzschia* sp asociado probablemente a condiciones de surgencia intensa que se detectaron en el área de Bahía Salsipuedes.

Para el mes de agosto los dinoflagelados fueron más abundantes que las diatomeas en contraste con el mes de noviembre donde este último grupo estuvo más representado en la comunidad fitoplanctónica. En ambos meses el género *Pseudo-nitzschia* estuvo presente; sin embargo, para el mes de agosto su abundancia fue baja con excepción de las abundancias registradas en las estaciones I3.1, I4.6, I4.3 y E4.2 (Fig.14b), al noroeste de BTS. En noviembre la mayor concentración se presentó en la parte sureste de la BTS (Fig. 14c). No se encontró una relación entre la temperatura y la presencia de *Pseudo-nitzschia*, en particular para *P. australis*. Se ha reportado que dentro de este género hay especies que se pueden desarrollar a temperaturas mayores a los 14 °C (Trainer *et al.*, 2000). En el presente trabajo se detectaron organismos de este género en otoño, a temperaturas por arriba de los 14 °C.

En el mes de abril se detectaron las concentraciones más altas de Chla. Los valores altos para este mes se presentaron principalmente en la zona sur de la BTS. La distribución de los fosfatos presentó una distribución opuesta a la Chla. Mateos (2010) sugiere la entrada de una corriente intensa por la parte norte de la BTS, que sale por la entrada sur, mientras que al interior se observa una corriente anticiclónica débil en las capas superficiales y un giro ciclónico de poca intensidad frente al Estero de Punta Banda. De acuerdo a este patrón de circulación el tiempo de residencia del agua debe de ser mayor en la parte sur de la BTS, por lo que la acumulación de biomasa puede estar relacionada a esto. Un tiempo de residencia del agua mayor puede estar ocasionaría una estabilidad de las condiciones ambientales que permitiría la incorporación de nutrientes y el crecimiento de fitoplancton.

En verano se presentaron concentraciones de silicatos que pudieron ser limitantes para el crecimiento fitoplanctónico, lo cual pudo ser la causa de una acumulación baja de fitoplancton para este periodo. En agosto se registraron las concentraciones promedio de Chla más bajas de este estudio. Los organismos fitoplanctónicos necesitan una cantidad de nutrientes específica para su crecimiento, reproducción y supervivencia en la columna de agua; por ejemplo, las diatomeas requieren de silicio disuelto (Si) y nitrógeno inorgánico disuelto (DIN) en una proporción de aproximadamente 1:1 (Redfield *et al.*, 1963; Brzezinski, 1985). Esta relación no se encontró en agosto por lo que el crecimiento de diatomeas probablemente estuvo limitado en este mes.

La concentración de clorofila relativamente baja ($0.96 \mu\text{g L}^{-1}$ en promedio) registrada en noviembre puede estar asociada a la circulación presente en este mes y a una limitación del crecimiento fitoplanctónico probablemente asociada a una concentración relativamente baja de fosfatos. Durante otoño la circulación en la bahía se caracteriza por agua proveniente de la región noroeste de la bahía que, al llegar al centro, se desvía hacia fuera de la BTS por el área del Estero de Punta Banda, otra porción es retenida por las Islas de Todos Los Santos, de donde es dirigida hacia el interior de la BTS (Mateos, 2010). Este proceso para esta época puede generar un mayor tiempo de retención de la masa de agua dentro de la BTS por lo que existe mayor probabilidad de que un nutriente (fosfatos en este caso) limite al crecimiento fitoplanctónico.

Con relación a las especies tóxicas presentes en la BTS, se detectaron especies del género *Pseudo-nitzschia* en enero (invierno), pero no se detectó AD, por su baja abundancia. En abril las condiciones ambientales fueron favorables para que existiera una mayor abundancia de *Pseudo-nitzschia* en comparación a otras épocas del año, sin embargo el AD no se detectó en todas las estaciones donde se registró una abundancia alta de *Pseudo-nitzschia*. Esta toxina se detectó principalmente en estaciones donde se presentaron organismos identificados

como *P. australis*. En el 2007 esta especie fue la responsable de la acumulación de AD en la región de la BTS (García-Mendoza *et al.*, 2009). En el muestreo de agosto (verano), con las más altas temperaturas en comparación a las demás épocas del año, se detectó AD en material particulado en área el San Miguel y Bahía Salsipuedes, aquí se presentaron las temperaturas más bajas del área de estudio durante esta época de muestreo. Se observaron temperaturas cercanas a los 15-16 °C mientras que al interior de la BTS la temperatura fue de 22 °C (Fig. 5c). En noviembre las concentraciones más altas de AD se presentaron en superficie (Fig. 5d). Estas, a diferencia del mes de agosto, se detectaron al interior de la BTS donde se registraron temperaturas entre los 17 y 18 °C. La mayor concentración de AD se detectó frente al Arrollo del Gallo (Fig.14c).

En general, para los diferentes muestreos la concentración más alta de AD se detectó cuando se presentó una abundancia alta de *P. australis*. La concentración más alta que se registró fue de 0.4 µgAD L⁻¹ asociada a una concentración de 40,000 Cel L⁻¹ de *P. australis*. Sin embargo, probablemente esta no es la única especie tóxica presente en la región. Existió una correlación mayor entre la concentración de células totales de *Pseudo-nitzschia* y el pAD (Fig. 15) que la relación entre esta variable y abundancias de *P. australis* solamente. Por lo tanto, probablemente otras especies produjo esta toxina en la región.

Capítulo III. Concentración de ácido domoico en la sardina de Pacífico (*Sardinops sagax*) capturada en la región norte de Baja California durante 2008.

III.1 Introducción

En la Corriente de California las diatomeas pueden llegar a dominar la comunidad fitoplanctónica en zonas costeras donde se presentan eventos de surgencias. Las especies que están más adaptadas a las condiciones ambientales asociadas a surgencias son las formadoras de cadenas de los géneros *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* y *Thalassiosira* (Venrick, 2003).

Los peces planctófagos como sardinas, anchovetas, y otras especies pelágicas pequeñas son abundantes en regiones de surgencia costera (Crawford, 1987). El género *Pseudo-nitzschia* al formar florecimientos densos puede ser una fuente importante de alimento para estos peces. Por lo tanto, los peces planctófagos son un vector importante para la transferencia del AD hacia los niveles tróficos superiores. Por ejemplo en las costas Portuguesas las diatomeas son especialmente abundantes durante los meses de primavera (Moita, 2001). En la Bahía de Monterey en California, se ha reportado que las anchovetas han sido el vector de transferencia del AD hacia los pelícanos cafés (*Pelecanus occidentalis*) (Work *et al.*, 1993) y lobos marinos (*Zalophus californianus*) causando la muerte masiva de estos (Scholin *et al.*, 2000). Fritz *et al.* (1992) reportaron que durante un evento de intoxicación se encontró a *P. australis* con una abundancia máxima de 4×10^4 cel L⁻¹ en los estómagos de la anchoveta nortea *Eugraulis mordax*, y menciona que una segunda especie de *Pseudo-nitzschia* podría producir AD a niveles suficientes para causar un evento tóxico. Asimismo, Lefebvre *et al.* (2002) demostró que existe una buena relación entre la concentración de AD en vísceras de sardina y anchoveta y la presencia de especies tóxicas en el medio, por lo que

al igual que Garrison et al (1992) consideraron a estos especímenes como buenos indicadores de la presencia de florecimientos tóxicos. En Portugal en el 2000 se encontró que la sardina (*Sardina pilchardus*) acumuló una concentración alta de AD al mismo tiempo que se detectó esta toxina en moluscos (Vale y Sampayo, 2001).

El género *Pseudo-nitzschia* está presente en las aguas del Pacífico norte de Baja California (Hernández-Becerril, 1998; Gómez-Aguirre et al., 2004, García-Mendoza et al., 2009); sin embargo, existe poca información sobre la distribución de *Pseudo-nitzschia* y concentración AD. El primer caso reportado de un evento de intoxicación de AD en aguas mexicanas fue en la Península de Baja California Sur en 1996 donde se produjo una mortandad de aves marinas (Sierra-Beltrán et al., 1997). Aunque no se identificó la especie responsable de la producción del AD, si se logró detectar AD en los estómagos de las sardinas. Posteriormente en la Bahía de La Paz se identificó a *Pseudo-nitzschia fraudulenta* como especie responsable de la acumulación de AD en esta zona (Garate-Lizárraga et al., 2006) y el en el 2007 se presentaron concentraciones elevadas de AD en la región de la BTS debido a la presencia de *P. australis*. Aun no se conoce cuál es la variación temporal de la concentración de AD en la costa oeste de Baja California.

La concentración de AD y presencia de especies tóxicas en vísceras de sardina y anchoveta son indicadores de la presencia de estas en el medio (Lefebvre et al. 2002, Garrison et al., 1992). En la mayoría de los casos, los FAN se presentan un en un área geográfica pequeña. Por ejemplo, en el florecimiento de *P. australis* del 2007, la mayor abundancia celular se detectó en Bahía Salsipuedes (García-Mendoza et al., 2009). Por lo tanto, muchas veces un FAN tóxico pude no detectarse ya que existe la limitación de realizar muestreos continuos de fitoplancton y cubrir al mismo tiempo una área geográfica extensa. Con el objetivo de conocer la variabilidad temporal de la presencia de especies productoras de AD en la región, se analizó la concentración de AD en el contenido estomacal de

sardinas colectadas cada 15 días aproximadamente en la región de la Bahía de Todos Santos.

III.2 Objetivo

Caracterizar la variabilidad temporal de la presencia de AD y especies productoras de esta toxina durante el 2008 en la zona de pesca (Rosarito a San Quintín) de la flota sardinera de Ensenada.

III.2.1 Objetivos particulares

Conocer las temporadas con mayor probabilidad de ocurrencia de ácido domoico en la región.

Relacionar la presencia de AD con especies de *Pseudo-nitzschia* identificadas en vísceras de sardina.

III.3 Materiales y Métodos

Se cuantificó la concentración de AD en tejido visceral de sardina y se analizó el contenido estomacal de organismos en muestras colectadas cada quince días en el periodo de enero a diciembre del 2008. En diferentes puntos de la región de Ensenada. Las muestras fueron proporcionadas por la Dra. Sharon Herzka del departamento de Oceanografía Biológica del CICESE como parte del proyecto “Aplicación de análisis isotópicos de los otolitos para la reconstrucción del historial térmico, origen natal y patrones de migración de la sardina del Pacífico (SEP-CONACyT)” a su cargo. No se pudo obtener la información de ubicación exacta de la extracción del producto, pero se sabe que la flota sardinera de Ensenada pesca en la región que va de San Quintín hasta Rosarito.

III.3.1 Muestras de sardina

Se obtuvieron 150 sardinas por fecha de muestreo de la planta ABC, S.A. de C.V. a cargo del Ing. Ragnar Gutiérrez, las cuales se separaron en bolsas de plástico y congelaron a -20°C en grupos de 8 especímenes. Se analizó el contenido de AD por triplicado en submuestras de aproximadamente 6 organismos.

III.3.1.1 Análisis del contenido estomacal de sardina

Se analizó el contenido estomacal en las sardinas que presentaron AD. Se mezcló el contenido estomacal de seis organismos y se colocó en tubos falcón de 15 mL añadiendo lugol-acetato. Se dividieron submuestras en tubos eppendorf y se colocaron en bolsas de plástico a temperatura ambiente. Se conservaron para identificar las especies presentes por microscopia óptica y microscopia electrónica de barrido (SEM).

III.3.2 Análisis del contenido de AD por medio de HPLC

III.3.2.1 Preparación de la muestra

El protocolo para la cuantificación de AD en víscera fue de acuerdo a Quilliam (2003). A seis organismos se les extrajo las vísceras (estómago, intestinos, vejiga, páncreas, hígado) y el material obtenido se colocó en tubos Falcón de 50 mL. Se utilizó un homogenizador de tejidos para obtener una masa homogénea. Se colectaron 4 g de esta masa en un tubo de centrifuga al que se le adicionó 16 mL de metanol al 50%. Se homogenizó esta mezcla nuevamente por 3 min. Posteriormente se pasó a un vortex por dos periodos cortos y se centrifugó a 5000 rpm durante 15 min. Se filtró 1 mL del sobrenadante a través de filtros de membrana de celulosa de 0.45 µm de tamaño de poro. Se guardó el filtrado en

tubos eppendorf de 1.5 mL a -20 °C hasta su análisis por HPLC. El límite de detección en sardina con este protocolo fue de 0.02 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

III.3.2.2 Protocolo de separación de AD

La cuantificación del AD fue de acuerdo al protocolo de Quilliam (2003). El equipo que se utilizó es un HPLC-UV modelo Shimadzu de la serie AV-10. Se utilizó una columna cromatografía C-18 de fase reversa marca SUPELCO de 150 mm y 4.6 mm de diámetro interno y 5 μm de tamaño de partícula. El bombeo de la fase móvil fue mediante un gradiente lineal (% B, min): 10%, 0 min; 50%, 10 min; 50%, 12 min; 10%, 13 min. El solvente B fue acetonitrilo con 0.1% TFA y el A fue 0.1% ácido trifluoroacético (TFA) en agua destilada desionizada. La elusión del AD se midió con el detector de absorción configurado a 246 nm y el sistema se calibró con un estándar de AD comercial (Sigma, Co.). El volumen de inyección de la muestra fue de 20 μmL .

III.3.3 Análisis del contenido estomacal por microscopia electrónica de barrido (SEM)

III.3.3.1 Preparación de muestras

La preparación se llevó a cabo de acuerdo al protocolo de Lundholm *et al.* (2002). Se extrajo vísceras de seis sardinas de las mismas fechas de captura donde se detectó un contenido alto de AD. Para la oxidación de la materia orgánica de las muestras se colocó en un matraz Erlenmeyer 10 mL de muestra con 2 mL de ácido sulfúrico al 30 % y 10 mL de permanganato de potasio saturado. Se mantuvo la muestra con esta mezcla por toda la noche. De este proceso se obtuvo un pellet y se le agregó H_2SO_4 concentrado hasta llegar a un $\frac{1}{4}$ de un tubo de ensayo, que resultó en una coloración rojo intenso. Posteriormente se aclara con ácido oxálico saturado (20 gr en 200 mL de agua destilada) agregando lentamente esta solución hasta que cambie de color. Por último, se lava la muestra con agua destilada varias veces por medio de centrifugación a 3500 rpm por 15 min. El

material obtenido se colocó sobre filtros de polycarbonato y placas portaobjetos, para recubrirlos posteriormente con oro en un equipo de preparación de muestras DESK IV. Finalmente las placas fueron observadas a 20-30 kV en un equipo JEOL JSM-6390LV. Se identificaron las especies de *Pseudo-nitzschia* de acuerdo a las características morfológicas descritas por Hasle et al. (1996), Hasle & Syvertsen (1997), Hasle y Lundholm (2005), Lundholm et al. 2002,2003, 2006, Lundholm & Moestrup, 2002.

III.3.3.2 Identificación de las especies del género *Pseudo-nitzschia*

Para la identificación se utilizaron caracteres morfológicos en los cuales son necesarios evaluar la presencia o ausencia de diversas estructuras como el nódulo central, número de fíbulas y estrías que se presentan en 10 μm , el número de líneas de poros, largo y ancho de la valva, estructura de las estrías en la valva número de filas de poroides y el número de poroides presentes en 1 μm (Hasle 1965). Asimismo se deben de reconocer los detalles de la estructura de las bandas intercalares.

III.4 Resultados

III.4.1 Variación temporal de la concentración de AD en vísceras de sardina para el año 2008

Las concentraciones mayores de AD se presentaron en muestras de sardina colectadas en enero, marzo y agosto (Fig. 18). En agosto se registró la concentración mayor de AD ($289.4 \mu\text{gAD gr víscera}^{-1}$) de todas la muestras colectadas durante el 2008. En enero se encontraron concentraciones altas ($192.9 \mu\text{gAD gr víscera}^{-1}$). En noviembre ($46.4 \mu\text{gAD gr víscera}^{-1}$) y diciembre del 2007 ($27.9 \mu\text{gAD gr víscera}^{-1}$) se registraron también concentraciones altas. En un par

de muestras de agosto en se detectó una concentración alta de AD en el contenido estomacal de las sardinas.

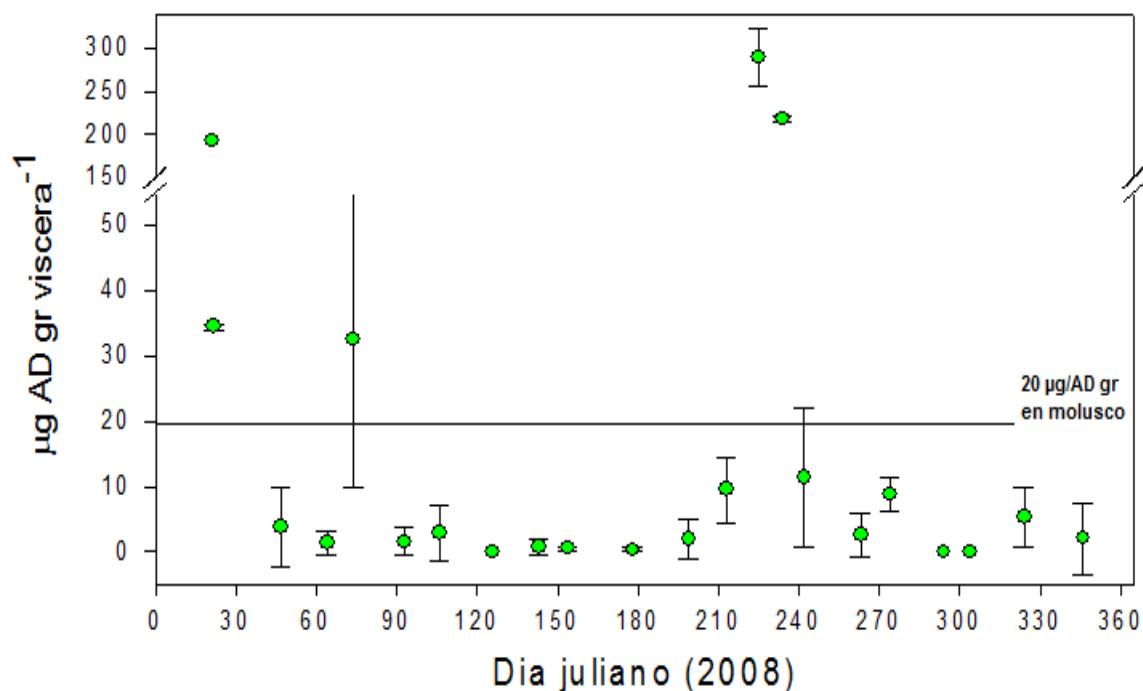


Figura 18.- Concentración de AD en víscera en sardina capturada de enero a diciembre del 2008 en la región norte de Baja California (San Quintín a Rosarito). Se presenta (línea continua) el valor máximo permitido de concentración de AD en moluscos.

Se analizó el contenido estomacal de sardinas que contenían AD para la identificación de las especies que pudieran estar asociadas a la acumulación de esta toxina. En todos los casos se detectó a *Pseudo-nitzschia australis* (Tabla II). En la muestra con la concentración más alta de AD se encontró a *P. australis* casi como especie única, alcanzando una abundancia relativa de 82.3% (Tabla II y Fig. 19).

Tabla I. Concentración de AD y especies de *Pseudo-nitzschia* presentes en muestras colectadas en la región norte de Baja California (San Quintín a Rosarito) durante 2008. Se presenta también el resultado de muestra colectada en verano del 2009.

Fecha	µgAD/g víscera	Desv.Std (n=6)	Especie asociada
Enero '08	192.99	-----	<i>P. australis</i> , <i>P. pungens</i>
Marzo '08	32.55	22.58	<i>P. australis</i>
Agosto '08	289.43	33.06	<i>P. australis</i>
Marzo '09	4.65	0.21	<i>P. australis</i> , <i>P. pungens</i>
Agosto '09	149.06	61.95	<i>P. australis</i>

Se analizó por microscopia óptica la abundancia relativa de diferentes grupos algales en las mismas muestras para AD. En este caso, se analizó solo una muestra de cada mes (por triplicado). Se detectó que especies del género *Pseudo-nitzschia* estuvieron presentes en muestras de diferentes meses del año. Esta especie presentó abundancias relativas variables y generalmente bajas (Fig. 19). Los meses con una mayor abundancia de especies de este género fueron marzo (20%) abril, julio (aproximadamente 10%) y agosto con un 82.3%. *P. australis* fue la especie con mayor abundancia en esta muestra (Tabla I).

La abundancia relativa de grupos del fitoplancton en vísceras de sardina indica que la dieta de las mismas es similar en la mayor parte del año. Se observó un aporte similar entre dinoflagelados y diatomeas en vísceras en la mayor parte del año. En los meses de mayo, septiembre y octubre se presenta un ligero incremento en la proporción de dinoflagelados en las vísceras. En el mes de agosto las diatomeas representaron la mayor proporción de organismos en las vísceras.

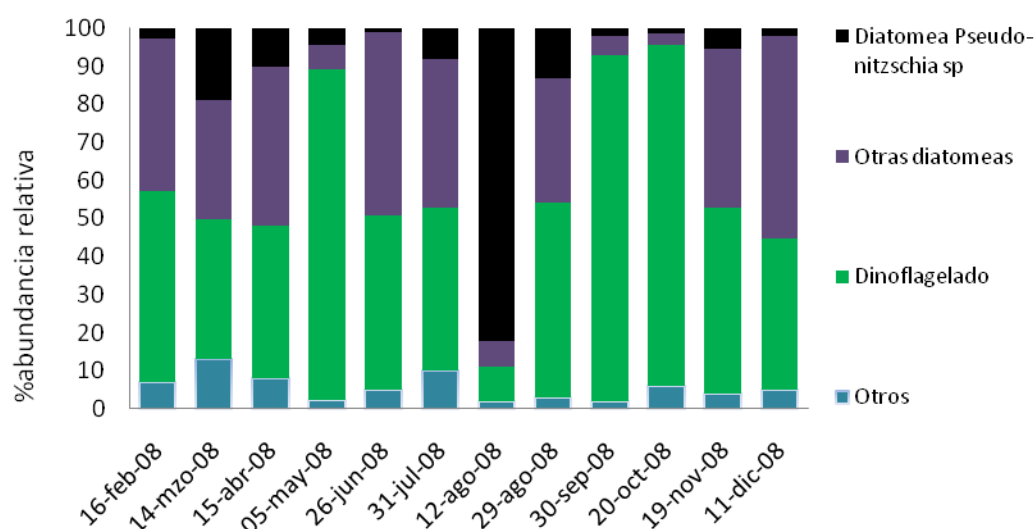


Figura 19. Abundancia relativa (%) de grupos fitoplanctónicos en víscera de sardina colectada en el norte de la Península de Baja California durante 2008.

III.4.2 Identificación de especies del género *Pseudo-nitzschia* sp en vísceras de sardina en la RNBC

Por medio del análisis de SEM se identificó a *P. australis* (Fig. 20) y a *P. pungens* (Fig. 30) en las muestras con contenido de AD. *Pseudo-nitzschia australis* se reconoce mediante microscopia de luz como la especie de mayor tamaño en comparación a otras especies de la región. Asimismo, se reconoce por el tipo de unión entre dos células en una misma cadena (1/4 de solapamiento entre células aproximadamente) y la terminación apical es ligeramente redondeada en el ápice. Sin embargo, es necesario el análisis en SEM para confirmar la identidad de esta y otras especies de *Pseudo-nitzschia*. *P. australis* posee dos filas de poroides grandes a cada lado de la estría, las estrías de las bandas intercalares están fuertemente silificadas, teniendo el mismo número de estrías que fíbulas (entre 13

a 16) en 10 μm (Fig. 20d). Asimismo, *P. australis* no presenta nódulo central y presentó un ancho de la frústula de 7.1 μm y una longitud de 107 μm (Fig. 20a).

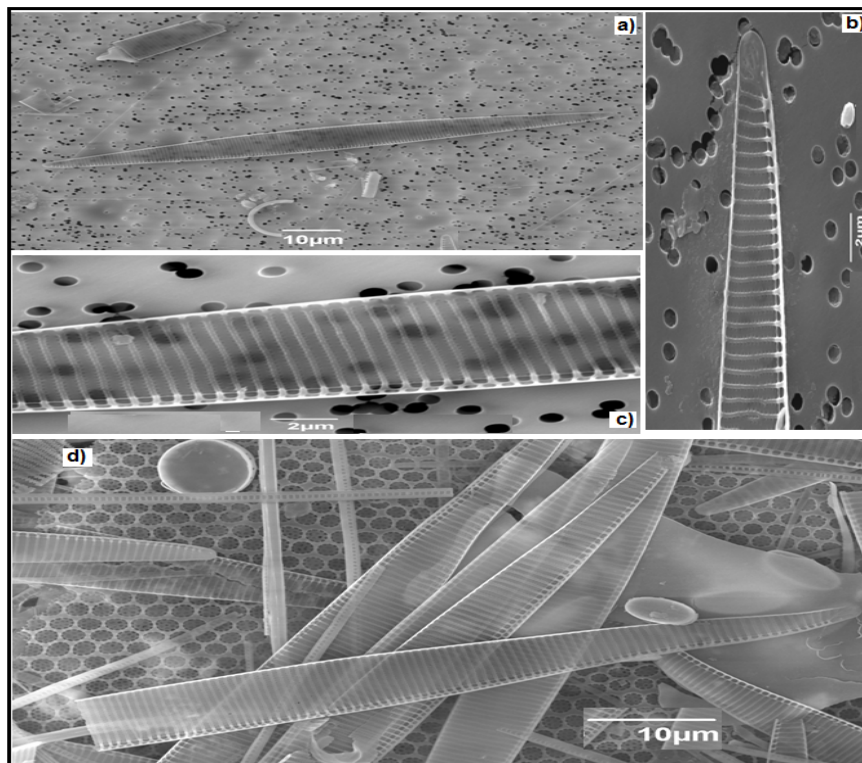


Figura 20. Fotografías por SEM de *Pseudo-nitzschia australis* de muestras de víscera de sardina colectadas en la región norte de Baja California. a) Organismo de *P. australis* completo (20kv, X 1,200). b) Punta de *P. australis* (20kv, X 7,500). c) Valva con estrías que muestran las dos filas de poroides en una distribución regular (20kv, X 7,000). d) Conjunto de *P. australis* arriba de un *Coscinodiscus sp* 20kv, X 1,900.

Pseudo-nitzschia pungens posee características morfológicas muy similares a *P. multiseriata*, por lo que son fácilmente confundidas por microscopia de luz. El análisis por SEM reveló que la especie identificada como *P. pungens* tiene dos filas completas de poros y se logra apreciar en ciertos segmentos de la valva una fila incompleta y ausencia de nódulo central (Fig. 21a), posee 4 líneas de poroides por 1 μm . El ancho de la frústula fue de 3.5 μm , el largo no se logró medir ya que

el material estaba muy dañado y no se logró encontrar frústulas completas para poder realizar esta medición.

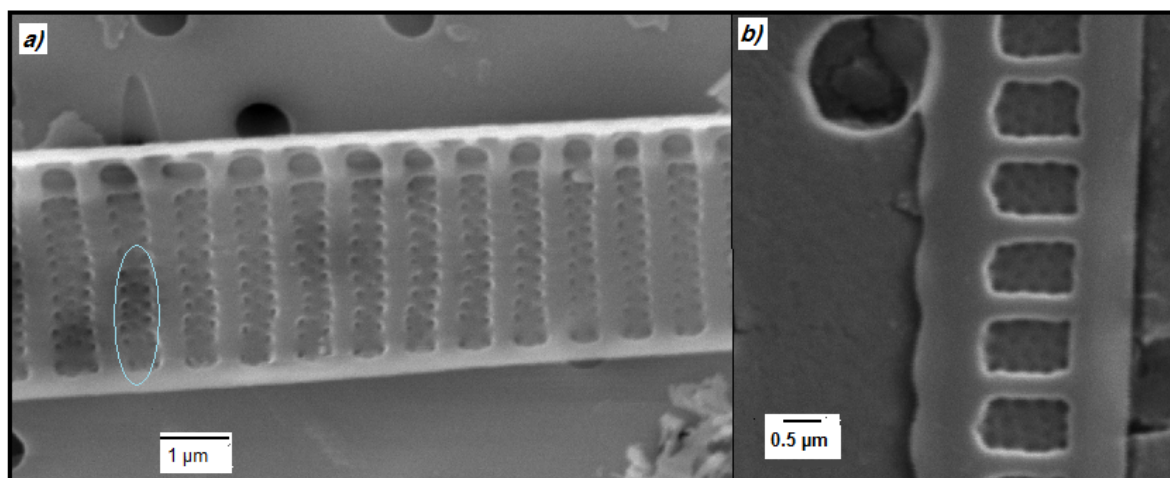


Figura 21.- Fotografías por SEM de *Pseudo-nitzschia pungens* de muestras de víscera de sardina colectadas en la región norte de Baja California. Vista de la valva interna de *P. pungens*. Figura a) *P. pungens* 3.5µm ancho (escala 1 µm), 2 (2.5) líneas de poros. b) Banda intercalar de *P. pungens* (escala 0.5 µm).

III.5 Discusión

Los peces pelágicos son importantes en la transferencia del AD a niveles tróficos superiores (Lefebvre et al. 1999, 2002, Scholin et al. 2000). La sardina es el pez más abundante dentro de la Corriente de California (Baumgartner et al. 1992) y su monitoreo brinda una información sobre el medio ambiente en que vive.

Durante el verano (julio y agosto) del 2008 se presentaron las concentraciones mayores de AD en vísceras de sardina y la mayor abundancia relativa de *Pseudo-nitzschia*. Asimismo, se identificaron dos especies tóxicas en las vísceras. También se detectaron muestras positivas en primavera y en invierno. La primavera es la época donde existe la ocurrencia de FAN asociados a *P. australis* según lo reportado en latitudes más al norte (Fritz et al., 1992, Fryxell et al., 1997) y los descrito para la región de la BTS (García-Mendoza et al. 2009). Es importante destacar es que en invierno también se detectaron muestras positivas y específicamente en enero del 2008 se presentaron muestras con una concentración alta de AD. No existen reportes de la presencia de florecimientos de diatomeas tóxicas para invierno. Es necesario evaluar si la presencia de la toxina en esta temporada fue un fenómeno aislado o se presenta regularmente. El 2007 fue un año particular ya que especial en cuanto a que se presentó una cantidad importante de eventos de AD en las costas de California. No habían presentado eventos tan intensos como los registrados en primavera del 2007. En la Bahía de Monterey (170 km al norte de la zona de estudio) se registraron abundancias máximas de 500×10^3 de *Pseudo-nitzschia* (<http://calpreempt.ucsc.edu/2007HABevent.htm#Toxin>), asimismo se presentaron altas abundancias (250×10^3) en la BTS en abril del 2007 (García-Mendoza et al., 2009). En este estudio se la abundancia máxima registrada fue de $62,000 \text{ cel L}^{-3}$.

Aunque los resultados del análisis de especies de *Pseudo-nitzschia* en vísceras de sardina no son representativos del fitoplancton en la región, estos sugieren que el

número de especies potencialmente productoras de AD es bajo. Solo se identificaron dos especies reportadas como productoras de AD en muestras positivas de sardina y de estas *P. australis* se encuentra asociada en la mayoría de los casos a la acumulación de esta toxina. El fitoplancton dentro del SCC se caracteriza por un predominio numérico de las diatomeas del género *Pseudo-nitzschia* durante la primavera y verano, asociado con la ocurrencia de eventos de surgencia (Moita, 2001). Esto es consistente con los resultados obtenidos en los conteos de los estómagos de la sardina (*Sardinops sagax*). Existió una abundancia relativa mayor de diatomeas en primavera (marzo y abril) y verano (julio y agosto) (Fig.25).

Las concentraciones más altas de AD y las muestras positivas de vísceras de sardinas en los meses de enero, marzo y agosto del 2008 estuvieron asociadas casi exclusivamente a *P. australis*. Esta especie es más abundantemente en las temporadas de primavera y principios de verano para la parte Sur de California (Lange *et al.* 1994).

III.6 Conclusiones

Durante abril y noviembre del 2008 *Pseudo-nitzschia* fue parte de la comunidad fitoplanctónica al interior de la Bahía de Todos Santos.

P. australis fue la principal especie asociada a la presencia de AD en el material particulado de la región de BTS.

No fue posible identificar las condiciones ambientales que favorecen la acumulación de *Pseudo-nitzschia* ya que en los periodos de muestreo no se detectó un florecimiento de especies de este género.

Otro género con potencial tóxico que se presentó al interior de la BTS fue *Dinophysis sp* con abundancias mayores en enero y noviembre.

Se encontraron concentraciones de AD en material particulado al interior de la Bahía de Todos Santos en primavera y otoño.

Se identificó a *P. australis* y *P. pungens* en muestras de víscera de sardina con contenido de AD.

III.7. Referencias

Álvarez-Borrego, J. y S. Álvarez-Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperatura in two costal lagoons. *CalCOFI Rep.* 33:188-197.

Bargu S., C.L. Powell., S.L. Coale., M. Busman, G.J. Doucette y M.W. Silver. 2002. Krill: a potential vector for domoic acid in marine food webs. *Mar Ecol Prog Ser* 237:209–216

Bates, S.S., C.J. Bird., A. S.W. de Freitas, R. Foxall., M. Gilgan., L. A. Hanic., G. R. Johnson., A. W. McCulloch., P. Odense., R. Pocklington., M. A. Quilliam., P. G. Sim., J. Smith., D. V. S. Rao., E. C.C. Todd., J. A. Walter., y J. L. C. Wright. 1989. Pennate diatom *Nitzschia Pungens* as the primary source of domoic acid, a toxic in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46, 1203-1215.

Bates, S.S., D.L Garrison y R.A Horner.1998. Bloom dynamics and physiology of domoic-acid-producing *Pseudo-nitzschia* species. In *Physiological ecology of harmful algal blooms*, D.M. Anderson, A.D. Cembella, and G.M. Hallegraeff (eds.), Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 267–292.

Bates, S. S., 2000. Domoic acid producing diatoms: Another genus added!. *J. Phycol.* 36:978-985.

Bates, S.S. and Trainer V.L., 2006. The Ecology of Harmful Diatoms. In: Granéli E. and J. T.Turner,. *Ecology of Harmful Algae. Ecological Studies*, Vol. 189. Springer-Verlag, 402 p

Baumgartner, T. R., A. Soutar, y V. Ferreira-Bartrina. 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and northern anchovy populations over the past two millennia from sediments of the Santa Barbara Basin, California. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 33:24–40.

Bird, C. J., R. K. Boyd., D. Brewer., A. C. Craft y A. S. W. de Freitas. 1998. Identification of domoic acid as the toxic agent responsible for the PEI contaminated mussel incident. *Atlantic Research Laboratory Technical Report* 56, 86 pp.

Bougis, P. 1976. *Marine Plankton Ecology*. North-Holland. Nertherlands, 355p.

Busse, L.B., Venrick, E.L., Antrobus, R., Miller, P.E., Vigilant, V., Silver, M.W., Mengelt, C., Mydlarz, L., Prezelin, B.B., 2006. Domoic acid in phytoplankton and fish in San Diego, CA, USA. *Harmful Algae* 5, 91–101.

Brzezinski, M.A. 1985. The Si:C:N ratio of the marine diatoms: interspecific variability and the effect of some environmental variables. *J. Phycol.*, 21:347- 357.

Carlucci AF, Eppley RW, Beers JR. 1986. Introduction to the Southern California Bight. In: Eppley RW (ed.), *Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies: Plankton Dynamics of the Southern California Bight*. Springer-Verlag, New York, pp. 1–12.

Chang, F.H., W.F. Vincent y P.H. Woods. 1992. Nitrogen utilization by size-fractionated phytoplankton assemblages associated with an upwelling event off Westland, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 26, 287–301.

Chang, F.H., J.M. Bradford-Grieve., W.F. Vincent y P.H. Woods. 1995. Nitrogen uptake by the summer size-fractionated phytoplankton assemblages in the Westland, New Zealand upwelling system. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 29, 147–161.

Chavez, F.P. 1995. A comparison of ship and satellite chlorophyll from California and Peru. *J. Geophys. Res.* 100: 24855-24862.

Chavez, F.P., 1996. Forcing and biological impact of onset of the 1992 El Niño in central California. *Geophys. Res. Lett.* 23: 265-268.

Chereskin, T.K y M. Trunnell. 1996. Correlation scales, objective mapping, and absolute geostrophic flow in the California Current. *J. Geophys. Res.* 101: 22619–22629 pp.

Colombo, R., L. P., 1986. Contribución al conocimiento de los cambios estacionales del fitoplancton de la Bahía de Chamela. Tesis de Maestría en Ciencias. Fac. Ciencias. UNAM. 154 p.

Crawford, R. J. M. 1987. Food and population variability in five regions supporting large stocks of anchovy, sardines, and horse mackerel. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 5:735–757.

Degerlund M y Eilertsen H.A. 2009. Main Species characteristics of Phytoplankton Spring Blooms in NE Atlantic and Arctic Waters (68-80° N). *Estuaries and coasts* (2010) 33:242-269.

Dortch, Q y T.E. Whittedge. 1992. Does nitrogen or silicon limit phytoplankton production in the Mississippi River plume and nearby regions? *Cont. Shelf Res.*, 12: 1296-1309.

Durazo, R. y T. Baumgartner. 2002. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997–1999. *Progr. Oceanogr.* 54: 7–31, doi:10.1016/S0079–6611(02)00041–1.

Durazo, R. (2009) Climate and upper ocean variability off Baja California, México: 1997–2008. *Prog. Oceanogr.*, 83, 361–368.

Durazo, R., Ramírez, A. M., Miranda, L. E. et al. Climatología hidrográfica de la Corriente de California frente a Baja California. In Durazo, R. and Gaxiola, G. (eds), *Dinámica del Ecosistema Pelágico frente a Baja California, 1997–2007*. Published by Instituto Nacional de Ecología (INE)/ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior (CICESE), México, 20 pp. (in press).

Eppley, R.W. 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fish. Bull.* 70:1063-1085.

Espinosa-Carreón TL., G. Gaxiola-Castro., J.M. Robles-Pacheco y S. Nájera-Martínez. 2001. Temperature, salinity, nutrients and chlorophyll a in coastal waters of the Southern California Bight. *Cienc. Mar.* 27: 397–422.

Estrada, M. y D. Blasco. 1985. Phytoplankton assemblages in coastal upwelling areas. En: Bas, C., R. Margalef y P. Rubies (Eds.). *International Symposium on the Upwelling Areas off Western Africa. (Vol1)*. Barcelona, pp. 379-402.

Falkowski, P.G. 1994. The role of phytoplankton photosynthesis in global biogeochemical cycles. *Photosynthesis Research* 39, 235-258.

Fritz, L., M.A. Quilliam, J.L.C. Wright, A.M. Beale y T.M. Work. 1992. An outbreak of domoic acid poisoning attributed to the pennate diatom *Pseudo-nitzschia australis*. *J. Phycol.* 28: 439-442.

Fryxell, G.A., M.C. Villac y L.P. Shapiro. 1997. The occurrence of the toxic diatom genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) on the West Coast of the USA, 1920-1996: A review. *Phycologia*. 36: 419-437.

Galindo- Bect., M.S. J.A. Segovia-Zavala e I. Rivera. 1984. Contenido de materia orgánica en sedimentos superficiales de la Bahía de todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*, 10 (3): 93-102 (10).

Garate-Lizárraga, I., C.J. Band-schmidt, D.J. López-Cortés, J.J. Bustillos-Guzmán, y K. Erler 2006. Bloom of *Pseudo-nitzschia fraudulenta* in bahía de La Paz, Gulf of California (June-July 2006). *Harmful Algae News*. 33:6-7.

García- Córdova J, J. M. Robles-Pacheco, P. Pérez- Brunius, J. Candela- Pérez y M. López- Mariscal. 2008. Datos de CTD de la región de la Bahía de Todos Santos. Baja California. Reporte Técnico de CICESE.

García- Mendoza, E., D. Rivas., Olivos-Ortiz, A., Almazan-Becerril, A., Castañeda-Vega, C. y Peña-Manjarrez. 2008. A toxic *Pseudo-nitzschia* bloom in Todos Santos Bay, Northwestern Baja California, México. *Harmful Algae*.

Garrison D.L., S.M. Conrad., P.P. Eilers y E.M. Waldron. 1992. Confirmation of domoic acid production by *Pseudo-nitzschia australis* (Bacillariophyceae) cultures. *Journal of Phycology* 28: 604-607.

GEOHAB. 2001. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, Science Plan. P. Gilbert y G. Pitcher (Eds.). SCOR y IOC, Baltimore y Paris, 86 pp.

GEOHAB. 2005. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms, GEOHAB Core Research Project: HABs in Upwelling Systems. G. Pitcher, T. Moita, V. Trainer, R. Kudela, P. Figueiras, T. Probyn (Eds.) IOC and SCOR, Paris and Baltimore. 82 pp.

Gómez-Aguirre, S., S. Licea y S. Gómez. 2004. Blooms of *Pseudo-nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) and other phytoplankton species at Mazatlan Bay Mazatlán, México. *Rev. Biol. Trop.* 52, 69–73.

Gómez-Valdez J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. *Cienc. Mar.* 9: 75–86.

González-Morales, A.T y G. Gaxiola-Castro. 1991. Variación día a día de las características físicoquímicas, biomasa y productividad primaria del fitoplancton en una zona de surgencia costera de Baja California. *Cienc. Mar.* 17(3): 21–37.

Glibert P.M., S. Seitzinger., C.A. Heil., J.M. Burkholder., M.W. Parrow., L.A. Codispoti., V. Kelly .2005. The role of eutrophication in the global proliferation of harmful algal blooms. *Oceanography* 18:198–209.

Graham, W.M., J.G. Field., D.C., Potts. 1992. Persistent “upwelling shadow” and their influence on zooplankton distributions. *Mar. Biol.* In press.

Granados-Guzmán, A., R. Hidalgo-Gonzalez y S. Alvarez-Borrego. 1995. Variabilidad temporal de la temperatura en la Isla Todos Santos y San Jerónimo,

Baja California, durante mayo de 1992 a marzo 1993. Informe técnico CTECT9501. *Comunicaciones académicas. Serie Ecología*. CICESE. 24 pp.

Hallegraeff, G.M., B.L. Munday, D.G. Baden y P. L. Whitney. 1998. *Chaetonnella marina* (Raphidophyte) bloom associated with mortality of cultured bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) in South Australia, p. 93-96. En: B. Reguera, J. Blanco, Ma. L. Fernández y T. Wyatt (Eds.). *Harmful algae*. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.

Hasle, G. R., 1965. Nitzschia and Fragilariopsis species studied in the light and electron microscopes. II. The group Pseudo-nitzschia. Skrifter Utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo I. Mat.-Naturv. Klasse Ny serie 18:1-45.

Hasle, G. R., 1994. Pseudonitzschia as a genus distinct from Nitzschia (Bacillariophyceae). *Journal of Phycology* 30, 1036-1039.

Hasle, G. R y E.E. Syvertsen. 1996. Marine diatoms. In: Tomas, C. (Ed.), *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, San Diego, pp. 5-385.

Hasle, G. R. and E.E. Syvertsen. 1997. Marine diatoms. In: Tomas, C.R. (Ed.), *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, San Diego, pp. 307-324.

Hasle, G. R. 2002. Are most of the domoic-acid producing species of the diatom genus Pseudonitzschia cosmopolites? *Harmful Algae* 1, 137-146.

Hasle, G. R y N. Lundholm. 2005. Pseudo-nitzschia seriata f. obtusa (Bacillariophyceae) raised in rank based on morphological, phylogenetic and distributional data. *Phycologia*. 44: 608-619.

Hernández-Becerril, D. U., 1998. Species of the planktonic diatom genus Pseudonitzschia of the Pacific coast of Mexico. *Hydrobiologia* 379, 77-84.

Hickey, B.M. 1998. Coastal oceanography of western North America from the tip of Baja California to Vancouver Island. En: Robinson AR, Brink KH (Eds.), *Coastal Segment, The Sea*, Vol 11. Wiley, New York, pp. 345-391.

Hoagland, P., Scatasta S. 2006. The economic Effects of Harmful Algal Blooms. *Ecological studies*, vol.189. Edna Graneli and Jefferson T. turner (Eds). *Ecology of Harmful Algae*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Holmes, R.W., P.M. Williams y R. W. Eppley. 1967. Red water in la Jolla Bay, 1964-1966. *Limnol. Oceanogr.* 12:503-512.

Hutchings, L., G.C. Pitcher, T.A. Probyn y G. W. Bailey. 1995. The chemical and biological consequences of coastal upwelling. En: Summerhayes, C.P., K.C. Emeis, M.V. Angel, R.L.Smith y B. Zeitschel (Eds.). *Upwelling in the oceans; Modern Processes and Ancient records*. Wiley, New York, pp. 65-81.

Justic, D., N.N.Rabalais., R.E. Turner y Q. Dortch. 1995. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: Stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 40: 339-356.

Kudela, R.M., W.P. Cochlan and R.C. Dugdale. 1997. Carbon and nitrogen uptake response to light by phytoplankton during an upwelling event. *J. Plankton. Res.* 19: 609-630.

Lange, C.B., F.M.H. Reid y M. Vernet. 1994. Temporal distribution of the potentially toxic diatom *Pseudonitzschia australis* at a coastal site in Southern California. *Mar Ecol Prog Ser* 104:309–312.

Larkin, S. L. y C. M. Adams. 2007. Harmful Algal blooms and Coastal Business: Economic Consequences in Florida. *Soc. Nat. Resour.* 20:849-859.

Lefebvre KA, C.L. Powell., M. Busman., G.J. Doucette., P.D.R. Moeller., J.B. Silver, P.E. Miller., M.P. Hughes., S. Singaram., M.W. Silver y R.S. Tjeerdema. 1999. Detection of domoic acid in northern anchovies and California sea lions associated with an unusual mortality event. *Natural Toxins* 7:85–92.

Lefebvre KA., M.W. Silver., S.L. Coale y R.S. Tjeerdema (2002a) Domoic acid in planktivorous fish in relation to toxic *Pseudo-nitzschia* cell densities. *Mar Biol* 140:625–631.

Lefebvre KA., S. Bargu., T. Kieckhefer y M.W. Silver (2002b) From sanddabs to blue whales: the pervasiveness of domoic acid. *Tóxico* 40:971–977.

Legendre, L., f. Rassoulzadegan y j. Michaud. 1999. Identifying the dominant processes (Physical versus biological) in pelagic marine ecosystems from field chlorophyll a and phytoplankton production. *J. Plankton Res.* 21: 1643-1658.

Linacre, P.L., Landry, R.M, Lara-Lara, R, Hernández-Ayón, M and Bazan-Guzmán C. Picoplankton dynamics during contrasting seasonal oceanographic conditions at a coastal upwelling station off Northern Baja California, México. *J. Plankton Research.* 32(4): 539-557.

Lynn, R. J., and J. J. Simpson (1987), The California Current system: The seasonal variability of its physical characteristics. *J. Geophys. Res.*, 92, 12,947– 12,966 pp.

Loureiro, S., A. Newton y J.D. Icely. 2005. Microplankton composition, production and upwelling dynamics in Sagres (SW Portugal) during the summer of 2001. *Sci. Mar.* 69: 323-341.

Lundholm, N., N. Daugbjerg y Ø. Moestrup. 2002. Phylogeny of the Bacillariaceae with emphasis on the genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) based on partial LSU rDNA. *European Journal of Phycology* 37, 115-134.

Lundholm, N. y Ø. Moestrup. 2002. The marine diatom *Pseudo-nitzschia galaxiae* sp. nov. (Bacillariophyceae): morphology and phylogenetic relationships. *Phycology*. 41(6): 594-605.

Lundholm, N., Ø. Moestrup, G.R. Hasle y K. Hoef-Emden. 2003. A study of the *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima/cuspidata* complex (Bacillariophyceae): What is *P. pseudodelicatissima*? *J. Phycology*. 39: 797-813.

Lundholm, N., Ø. Moestrup, Y. Kotaki, K. Hoef-Emden, C. Scholin y P. Miller. 2006. Inter- and intraspecific variation of the *Pseudo-nitzschia delicatissima* complex (Bacillariophyceae) illustrated by rRNA probes, morphological data and phylogenetic analyses. *J. Phycology*. 42: 464-481.

Mateos, E, S.G. Marinone, A. Parés-Sierra. 2009. Toward the numerical simulation of the summer circulation in Todos Santos Bay, Ensenada, B.C. México. *El Servier. Ocean Modelling* 27: 107-112.

Mateos, E. 2010. Modelación de la circulación costera estacional en la región norte de Baja California y sur de California y de la Bahía y de Todos Santos. Tesis de Doctorado. CICESE.

MacIsaac, J.J., R.C. Dugdale., R.T. Barber., D. Blasco y T.T. Packard. 1985. Primary production cycle in an upwelling center. *Deep-Sea Research* 32, 503–529.

McClatchie, S., R. Goericke., Koslow, J. A. et al. (2008) The state of the California Current, 2007–2008: La Niña conditions and their effects on the ecosystem. *CalCOFI Rep.*, 49, 39–76.

Mancilla, P.M y Martinez, G.M. 1991. Variación estacional de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de todos Santos, BC, México (marzo de 1986 a junio de 1987). *Rev. Invest. Cient.*, 2:33-45.

Margalef, R. 1969. Counting. En: R.A. Vollenweider, J.F. Talling y D.F. Westlake(Eds.). A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments including a chapter on bacteria. London International Biological Programme. (IBP Handbk 12), Blackwell Scient. Publ., Oxford. 7-14 pp.

Moita, M.T. 2001. Estrutura, variabilidade e dinâmica do fitoplâncton na Costa de Portugal Continental. Ph.D. Thesis, University of Lisbon, Portugal, 272 pp.

Mos. L. 2001. Domoic acid: a fascinating marine toxin. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 9: 79–85.

Moestrup, Ø y N. Lundholm., 2007. IOC Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae Diatoms. <http://www.bi.ku.dk/ioc/group1.asp>.

Olivos-Ortiz A., A.M. Maso y J. Camp. 2002. Continental runoff of nutrients and their possible influence over stoichiometric ratios (DIN:P:Si) in the northeastern Mediterranean waters of Spain (Catalan Sea). *Ciencias Marinas*. 28(4):393-406.

Palma, S., Mouriño, H., Silva, A., Barão, M. I y Moita, M. T. 2010. Can Pseudo-nitzschia blooms be modeled by coastal upwelling in Lisbon Bay. *Harmful Algae*. 9 (2010) 294–303

Painting, S.J., M.I.Lucas., W.T. Peterson., P.C. Brown., L. Hutchings y B.A. Mitchell-Innes. 1993. Dynamics of bacterioplankton, phytoplankton and mesozooplankton communities during the development of an upwelling plume in the southern Benguela Current. *Marine Ecology Progress Series* 100, 35–53.

Peña-Manjarrez, J.L. 2001. Ecofisiología de dinoflagelados productores de mareas rojas en la Bahía de Todos Santos. Tesis de Maestría. CICESE.

Peña-Manjarrez, J.L., J. Helenes, G. Gaxiola y E. Orrellana. 2005. Dinoflagellate cysts and bloom events at Todos Santos Bay. *Cont. Shelf res.* 25:1375-1393.

Peña-Manjarrez, J.L. 2008. Ecología de dinoflagelados productores de florecimientos en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis de Doctorado. CICESE.

Peña-Manjarrez, J.L, Gaxiola-Castro, G y Helenes-Escamilla, J. 2009. Factores ambientales que influyen en la variabilidad de la producción de quistes de *Lingulodinium polyedrum* y *Scripsiella trochoidea* (Dinophyceae). *Ciencias Marinas*. 35 (1): 1-14.

Pérez-Brunius, P., M. López and J. Pineda, 2006. Hydrographic conditions near the coast of northwestern Baja California: 1997 to 2004. *Continental Shelf Research*, 26(8), 885-901.

Pérez-Brunius, P., M. López-mariscal, A. Parés-Sierra and J. Pineda-Aguilar. 2007. Comparison of upwelling indices off Baja California derived from three different wind data sources. *CalCOFI Rep.* 48:204-214.

Perl, T.M., L. Bedard, T. Kosatsky, J.C. Hockin, E.C.D. Todd and R.S. Remis. 1990. An outbreak of toxic encephalopathy caused by eating mussels contaminated with domoic acid. *New. Engl. J. Med.* 322: 1775-1780.

Pennington, J.T. y F.P. Chavez. 2000. Seasonal fluctuations of temperature, salinity, nitrate, chlorophyll and primary production at station H3/M1 over 1989-1996 in Monterey Bay, California. *Deep-Sea Res. II* 47:947-973.

Pingree, R.D., P.R. Pugh, P.M. Holligan y G.R. Foster. 1975. Summer phytoplankton blooms and red tides along tidal fronts in the approaches to the English Channel. *Nature*, 258: (5537), 672-677.

Pitcher, G. C y A. Cockcroft. 1998. Low oxygen, rock lobster strandings, and PSP. *Harmful Algae News*. 17:1-3.

Quilliam, M.A. 2003. Chemical methods for domoic acid the amnesic shellfish poisoning (ASP) toxin. In: Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D. (Eds.), *Manual on Harmful Marine Microalgae, Monographs on Oceanographic Methodology*, vol. 11 Intergovernmental Oceanographic Commission UNESCO), Paris, pp. 247–266 (Chapter 9).

Redfield, A. C., B. H. Ketchum y F. A. Richards. 1963 The influence of organisms on the composition of seawater. In *The Sea*, Vol. 2 (Hill, M. N., ed.). John Wiley, New York, pp. 26-77.

Reguera, R. B. 2003. Biología, autoecología y toxinología de las principales especies del género *Dinophysis* asociadas a episodios de Intoxicación Diarreogénica por Bivalvos (DSP). Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona.

Roden, G.I. 1971. Aspects of the transition zone in the Northeastern Pacific. *J. Geophys. Res.* 76: 739 3462–3475.

Schollin, C. A., F. Gulland., G. J. Doucette., S. Benson., M. Busman., F. P. Chavez., J. Cordaro., R. Delong., A. De Vogelaere., J. Harvey., M. Haulena., K. Lefebvre., T. Lipscomb., S. Loscutoff., L. J. Lowenstine., R. Marin., P.E. Miller., W. A. McLellan., P.D. R. Moeller., C. L. Powell., T. Roewles., P. Silvagni., M. Silver., T. Spraker., V. Trainer y F. M. Van Dolah. 2000. Mortality of sea lions along the central California coast linked to a toxic diatom bloom. *Nature* 403, 80-84.

Sierra-Beltrán, A.P., M Palafox-Urbe., L. Grajales-Montiel., A. Cruz-Villacorta y J.L. Ochoa. 1997. Sea bird mortality at Cabo San Lucas, Mexico: evidence that toxic diatom blooms are spreading. *Tóxico* 35, 447–453.

Slawyk, G., B. Coste & Y. Collos. 1997. Isotopic and enzymatic analyses of planktonic nitrogen utilization in the vicinity of Capes Sines (Portugal) during weak upwelling activity. *Deep-Sea Res.*, 44: 1-25.

Smayda, T. J. 1980. Phytoplankton succession. En: Morris, I. (Ed.) *The Physiological Ecology of Phytoplankton*. University of California Press. Berkeley, California. 493-570.

Smayda, T. J. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. En: Granéli, E., B. Sundström, L. Edler y D. M. Anderson (Eds.) *Toxic Marine Phytoplankton*. Elsevier, Amsterdam. 29-40 pp.

Smayda, T. J. 1997. Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnol. Oceanogr.* 43: 1137-1153.

Strickland J.D. and T.R. Parsons. (1972). "A practical handbook of sea water analysis". *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*. pp: 184.

Subba Rao, D. V., M. A. Quilliam y R. Pocklington. 1988. Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture. *Canadian journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45, 2076-2079.

Sunday, W.G., R.T. Barber y S.A. Huntsman. 1981. Phytoplankton growth in nutrient rich seawater, importance of copper-manganese cellular interactions. *J. Mar. Res.* 39, 567-585.

Sournia, A. 1995. Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean : An inquiry into biodiversity, p. 103-112. In: *Harmful Marine Algal Blooms*. Proc. 6th Int. conf. on Toxic Marine Phytoplankton. Lavoisier.

Talley LD. 1993. Distribution and formation of the North Pacific Intermediate Water. *J. Phys. Oceanogr.* 23: 517–537.

Takemoto, T y K. Daigo. 1958. Constituents of *Chondria armata*. *Pharm Soc Jpn* 6:578-580.

Thronsdon, J. 1978. Phytoplankton preservation and storage. En: A., Sournia. (Ed.). *Phytoplankton Manual*. UNESCO, Paris. 69-74 pp.

Thomas, C.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Florida Department of Environmental Protection Florida Marine Research Institute. 857 pp.

Trainer, V.L., N.G. Adams., B.D. Bill., C.M. Stehr., J.C. Wekell., P. Moeller., M. Busman y D. Woodruff. 2000. Domoic acid production near California coastal upwelling zones, June 1998. *Limnol Oceanogr.* 45:1818-1833.

Trainer, V. L., B. M. Hickey y Horner, R. A. 2002. Biological and physical dynamics of domoic acid production off the washington coast. *Limnology and Oceanography* 47, 1438-1446.

Trainer, V.L., B. M. Hickey y S.S.Bates. 2008.Toxic diatoms. In: P.J. Waish, S.L. Smith, L.E. Fleming, H. Solo- Gabriele, and W.H. Gerwick [eds.], *Oceans and human health: risks and remedies from the sea*. Elsevier Science Publishers, New York, p.219/237. (Expected publication: May 2, 2008)

Trasviña, A., M. Ortíz-Figueroa, H. Herrera, M. A. Cosio y E. González. 2003. `Santa Ana`winds and upwelling filaments off Northern Baja California. *Dynam. Atm. Oceans*. 37:113-129.

Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkmmoung der quantitiven phytoplankton-methodik. *Mitt.Internat. Verein. Limnol.* 9: 1-38.

Valdéz- Holguin, J.E., S. Alvarez-Borrego y B.G. Mitchell. 1998. Photosynthesis parameters of phytoplankton in the California current System. *CalCOFI Rep.* 39:148-158.

Vale, P. y M.A. Sampayo. 2001. Domoic acid in Portuguese shellfish and fish. *Tóxico*. 39: 893-904.

Van Heukelem, L. y C. S. Thomas. (2001). Computer-assisted high performance liquid chromatography meted development with applications to the isolation and analysis of phytoplankton pigments. *J. Chromatogr.* 910(1):31-49.

Venrick, E., Bograd, S., Checkley, D., Cummings, S., Durazo, R., Gaxiola-Castro, G., Hunter, J., Huyer, A., Hyrenbach, K.D., Lavaniegos, B.E., Mantyla, A., Schwing, F.B., Smith, R.L., Sydeman, W.J., Wheeler, P.A., 2003. The State of the California Current, 2002–2003: Tropical and Subarctic influences vie for dominance. *CalCOFI Reports* 44, 28–60.

Wilkerson, F.P., R.C. Dugdale, R.M. Kudela and F. P. Chavez. 2000. Biomass and productivity in Monterey Bay, California: Contribution of the large phytoplankton. *Deep-Sea Res.* II 47: 1003-1022.

Wekell, J.C, E.J. Gauglitz., H.J. Barnett., C.L. Hatfield., D. Simons y D Ayres. 1994. Occurrence of domoic acid in Washington state razor clams (*Siliqua patula*) during 1991–1993. *Natural Toxins* 2:197–205.

Werner D .1977. Introduction with a note on taxonomy. In:Werner D (ed) *The biology of diatoms*.University of California Press, Berkeley, pp 1–17

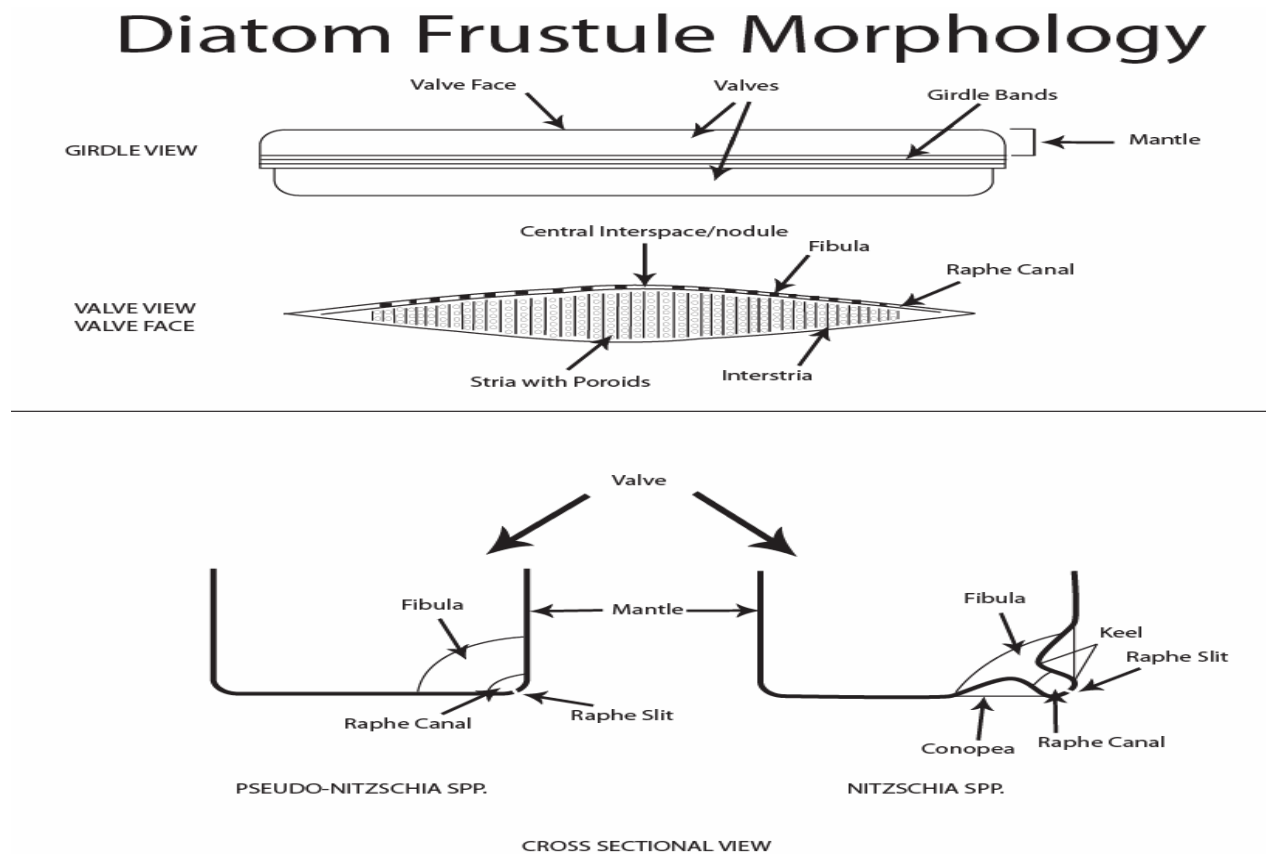
Work, T.M., A.M. Beale, L. Fritz, M.A. quilliam, M. Silver, K. Buck y J.L.C. Wriyth. 1993. Domoic acid intoxication of brown pelicans and cormorants in Santa Cruz, California. En: Smayda, T. J. Y. Shimizu (Eds.). *Toxic phytoplankton blooms in the sea*. Elsevier, New York. 3: 643-649.

Wright, J.L.C., R.K. Boyd., A.S.W. Defreitas., M. R.A. Falk., W.D. Foxall., M.V. Jamieson., A.W. Laycock., A.G. McCulloch., P. McInnes., V.P. Odense., M.A. Pathak., M.A. Quilliam., P.G. Ragan., P. Sim., J.A. Thibault., M. Walter., D.J.A. Gilgan., Richard y D. Dewar. 1989. Identification of domoic acid, a neuroexcitatory amino acid, in toxic mussels from eastern Prince Edward Island. *Can. J. Chem.* 67: 481-490.

Zentara, S.J. y Kamykowski, D. 1977. Latitudinal relation-ships among temperatura and selected plant nutrients along the west coast of north and south America. *J. mar Res.* 35: 321-337.

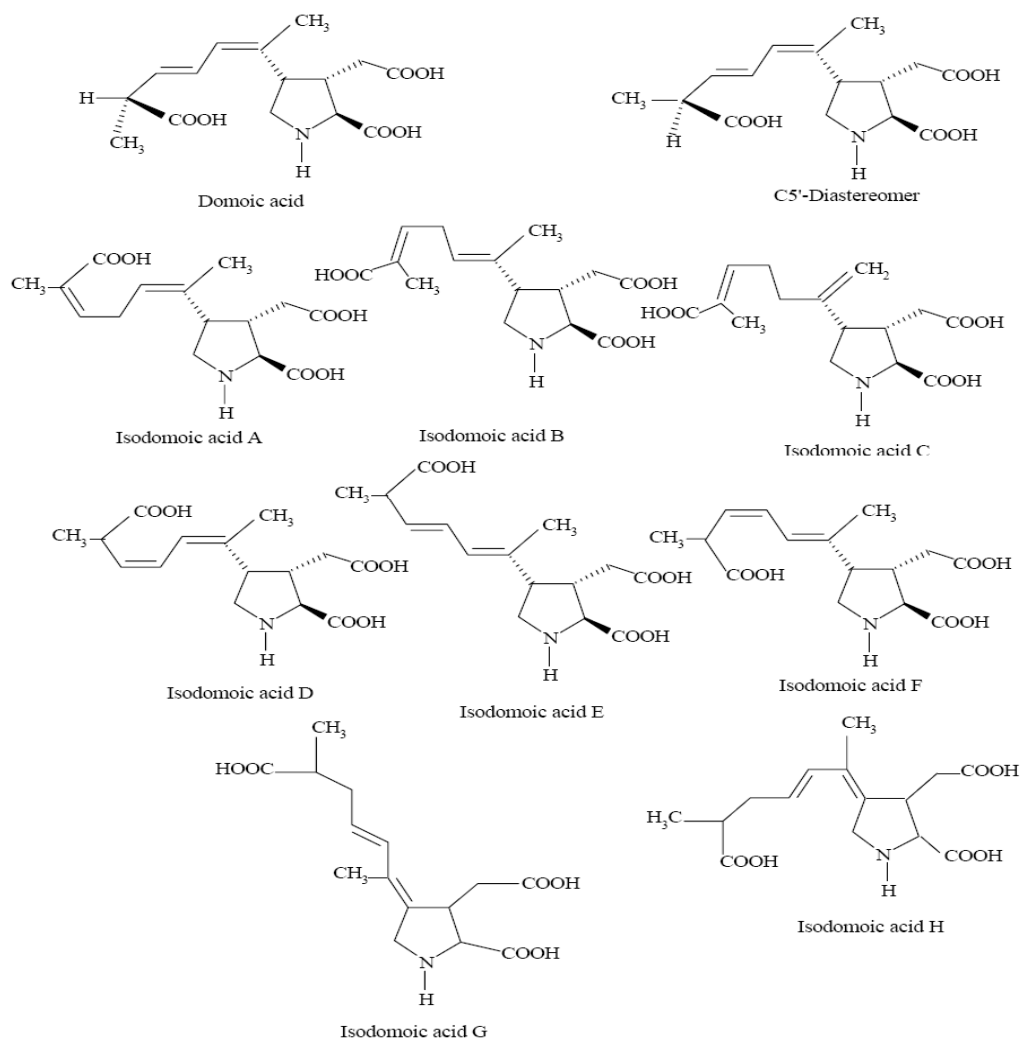
III. 8. Anexos

Anexo I: Diagrama que muestra la morfología de diatomeas a) vista de la frústula y el ancho cinturón de la válvula. B) Corte transversal del género *Pseudo-nitzschia*. y *Nitzschia* spp. para la comparación. Observe las diferencias en el rafe. Creado utilizando la información de Hasle y Syvertsen (1996).



Anexo II. Se presenta la estructura química del ácido domoico y sus isómeros.

Estructuras químicas del ácido domoico y sus isómeros



ANEXO III. Resultados generales de las variables y parámetros obtenidos durante el periodo de estudio en las 16 estaciones de trabajo. En la primera columna se indica el crucero y la fecha con las iniciales del nombre del crucero seguida con el número de mes y año, el nombre de las estaciones, la longitud (long) en ° N, latitud (Lat) en ° W, profundidad (P) en metros, Temperatura (T) en ° C, Salinidad (S), los nutrientes [NO₃+NO₂, NH₄, PO₄, Si (OH)₂] se expresan en µM, Peridinina (PER), Fucoxantina (FUC) y Chla a se expresan en µg L⁻¹, las abundancias de dinoflagelados (Dinos), otras diatomeas (Diató), *Pseudo-nitzschia australis* (*P. australis*), *Pseudo-nitzschia* spp (*P. spp*) se expresan en células por litro de agua de mar; y la concentración de ácido domoico presente en la columna de agua se expresa en µg/L⁻¹.

[illegible]

	I5.3	-116.778	31.769	0	13.28	33.58	6.15	0.5	0.74	4.11	0.1	0.028	0.496	600	4100	300	1000	0
	I5.3	-116.778	31.769	10	12.84	33.59	8.71	0.83	0.65	3.75	0.03	0.026	0.316	180	1060	200	300	0
	I5.3	-116.778	31.769	20	12.4	33.63	14.32	0.9	0.88	8.04	0.02	0.011	0.129	-----	-----	-----	-----	0
	I4.6	116.785	31.818	0	13.54	33.52	5.81	0.94	0.84	3.54	0.06	0.163	0.386	600	2900	300	800	0
	I4.6	116.785	31.818	10	13.25	33.51	7.77	0.94	0.68	4.22	0.07	0.238	0.621	1182	3337	834	834	0
	I4.6	116.785	31.818	20	13.01	33.56	7.96	0.72	0.66	4.34	0.09	0.393	0.668	-----	-----	-----	-----	0
	I4.3	-116.773	31.870	0	13.18	33.55	5.79	0.59	0.06	6.48	0.08	0.047	0.383	740	480	0	80	0
	I4.3	-116.773	31.870	10	12.85	33.56	11.98	0.85	0.42	6.31	0.09	0.031	0.303	280	580	20	120	0
	I4.3	-116.773	31.870	20	12.46	33.62	16.14	0.88	1	9.02	0.06	0.041	0.181	-----	-----	-----	-----	0
	I4.1	-116.766	31.898	0	13.44	33.54	6.57	0.95	0.78	3.82	0.35	0.213	0.697	5700	2620	0	700	0
	I4.1	-116.766	31.898	10	13.29	33.55	8.97	0.77	0.58	5.58	0.08	0.050	0.732	1020	580	0	20	0
	I4.1	-116.766	31.898	20	12.97	33.58	5.5	1.4	0.06	4.72	0.1	0.041	0.544	-----	-----	-----	-----	0
	E4.1	-116.771	31.932	0	13.33	33.55	6.86	0.9	0.67	5.57	0.07	0.019	0.681	11761	3001	487	487	0
	E4.1	-116.771	31.932	10	12.86	33.58	12.13	0.92	1.49	6.7	0.1	0.040	0.483	2900	2800	-----	-----	0
	E4.1	-116.771	31.932	20	12.02	33.69	18.86	0.36	1.23	8.38	0.1	0.074	0.236	-----	-----	-----	-----	0
	E4.2	-116.802	31.920	10	13.36	33.54	4.53	0.59	0.79	3.82	0.1	0.074	0.430	8660	4185	973	487	0
	E4.2	-116.802	31.920	20	12.65	33.6	10.72	1.1	0.73	4.04	0.06	0.023	0.242	-----	-----	-----	-----	0
	E4.3	-116.834	31.910	0	13.37	33.54	7.07	0.71	0.65	4.06	0.02	0.021	0.151	1100	1400	100	300	0
	E4.3	-116.834	31.910	10	13.27	33.53	5.664	0.66	0.34	5.58	0.03	0.014	0.267	220	280	0	0	0
	E4.3	-116.834	31.910	20	12.99	33.55	18.9	0.13	2.46	11.09	0.04	0.055	0.144	-----	-----	-----	-----	0
BTS0408	I1.1	-116.623	31.829	0	17.17	33.73	4.41	3.78	3.42	2.81	1.75	1.03	3.08	-----	-----	-----	-----	0
	I1.3	-116.652	31.792	0	17.27	33.79	0.96	1.27	1.29	0.22	0.16	0.29	0.82	83220	30173	5840	2433	0
	I1.3	-116.652	31.792	5	16.71	33.79	6.92	4.69	5.38	1.97	0.2	0.28	0.89	-----	-----	-----	-----	0
	I1.3	-116.652	31.792	10	15.2	33.81	-----	-----	-----	-----	1.08	0.56	2.82	117611	25550	5678	4461	0
	I1.5	-116.675	31.755	5	15.76	33.76	0.52	2.46	1.37	1.52	0.28	0.25	1.11	38400	7600	0	1800	0
	I1.5	-116.675	31.755	10	12.36	33.8	0.4	1.25	0.98	0.86	1.61	0.53	3.37	148433	49275	5678	4461	0
	I1.5	-116.675	31.755	15	10.93	33.83	13.3	3.27	3.27	6.23	0.13	1.22	1.36	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.1	-116.658	31.851	0	15.45	33.79	0.78	1	0.93	0.86	0.37	0.68	1.53	57913	36500	1947	7787	0
	I2.1	-116.658	31.851	10	13.9	33.78	1	2.02	1.09	2.98	0.24	0.58	1.26	50127	66673	3893	14600	0
	I2.3	-116.687	31.812	0	15.29	33.78	2.61	2.48	1.11	1.63	0.38	0.51	1.37	54993	67647	487	18980	0
	I2.3	-116.687	31.812	10	14.17	33.78	0.26	1.66	0.92	2.77	0.71	0.69	2.38	214944	61644	8922	21900	0
BTS0408	I2.3	-116.687	31.812	15	10.92	33.83	0.23	2.5	1.54	5.2	0.01	0.95	1.1	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.3	-116.687	31.812	20	10.77	33.85	16.38	1.68	1.56	6.37	1.16	0.86	1.29	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.5	-116.718	31.772	0	15.56	33.76	0.05	2.11	1.26	0.83	0.33	0.44	1.09	45017	70567	2433	26158	0
	I2.5	-116.718	31.772	5	14.93	33.76	3.92	3.36	1.91	1.83	0.31	0.4	1.13	-----	-----	-----	-----	0

	I2.5	-116.718	31.772	9	13.35	33.78	5.08	3.73	2.84	2.91	0.74	0.48	2.31	90844	31633	0	8111	-----
	I2.5	-116.718	31.772	13	11.06	33.82	16.56	3.77	3.94	7.29	0.1	0.57	0.78	----	-----	-----	-----	-----
	I3.1	-116.697	31.871	0	14.67	33.79	1.21	2.88	2.1	2	0.35	0.47	1.47	108527	41853	6327	15087	0
	I3.1	-116.697	31.871	5	14.17	33.77	2.29	2.08	0.5	6.92	0.51	0.53	1.65	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.1	-116.697	31.871	9	11.43	33.83	1.13	0.97	0.43	2.11	1.13	0.59	2.11	105242	35283	10950	13383	0
	I3.1	-116.697	31.871	12	10.87	33.85	17.71	3.66	4.4	10.17	0.11	0.48	0.86	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.3	-116.72	31.842	0	13.92	33.77	1.03	2.76	2.78	2.77	0.27	0.58	1.86	68620	55967	3893	16547	0
	I3.3	-116.72	31.842	6	13.36	33.77	2.01	1.07	0.35	4.64	0.35	0.75	1.65	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.3	-116.72	31.842	10	11.58	33.8	8.2	2.47	2.24	4.71	0.75	1.4	1.98	103173	0	3893	13140	0
	I3.3	-116.72	31.842	15	10.45	33.91	15.09	4.96	4.69	9.46	0.05	0.86	0.96	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.6	-116.756	31.798	0	13.4	33.81	9.25	2.77	1.18	3.56	0.14	0.83	1.79	21089	152489	40000	62000	0.4
	I3.6	-116.756	31.798	5	12.78	33.79	0.8	0.85	0.44	2.17	0.19	1.23	2.2	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.6	-116.756	31.798	10	11.61	33.78	18.75	1.87	4.34	4.64	0.16	1.09	2.11	30822	138700	12028	24057	0.128
	I3.6	-116.756	31.798	20	10.92	33.82	17.46	3.67	3.68	7.25	0.11	0.93	1.63	-----	-----	-----	-----	-----
	I5.3	-116.752	31.899	0	12.14	33.83	19.66	4.55	6.06	9.05	0.16	0.32	0.84	38528	24739	1622	2433	0
	I5.3	-116.752	31.899	5	11.19	33.84	15.96	4.83	5.07	12.77	0.28	0.34	0.98	-----	-----	-----	-----	0
	I5.3	-116.752	31.899	10	10.64	33.87	20.73	2.88	2.71	11.84	0	0.27	0.47	58887	19467	0	5840	0
	I4.6	-116.77	31.871	5	12.02	33.83	13.8	2.16	1.83	7.39	0.23	0.64	1.91	37960	109013	1947	3893	0
	I4.6	-116.77	31.871	10	10.56	33.9	20.95	3.71	3.82	10.02	0.01	0.42	0.87	5300	21700	700	500	0
	I4.6	-116.77	31.871	15	10.36	33.92	14.62	0.62	2.2	13.14	0	0.13	0.32	-----	-----	-----	-----	0
	I4.3	-116.791	31.836	0	13.08	33.84	4.31	2.54	1.5	3.1	0.46	0.82	2.57	25550	219000	3450	24533	0.018
	I4.3	-116.791	31.836	5	12.32	33.83	3.14	1.17	0.93	3.06	1.17	1.05	2.31	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.3	-116.791	31.836	9	11.88	33.83	3.14	1.17	0.93	2.42	1.48	1.53	3.75	55967	410017	13383	29200	0
	I4.3	-116.791	31.836	20	10.64	33.85	21.27	3.71	4.58	11.95	0.98	0.53	1.93	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.1	-116.778	31.767	0	12.84	33.81	1.43	1.96	0.82	2.56	0.76	1.31	2.3	21900	209267	7300	12978	0
	I4.1	-116.778	31.767	7	12.29	33.78	0.5	1.24	2.47	1.4	0.98	1.24	2.39	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.1	-116.778	31.767	12	12.03	33.79	7.52	1.8	1.81	4.37	0.87	0.98	1.98	17033	89060	1947	3893	0
	I4.1	-116.778	31.767	20	11.67	33.79	13.34	1.9	1.56	7.83	0.1	1.42	0.99	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.1	-116.771	31.932	0	12.1	33.8	11.13	1.43	0.99	5.96	0.03	0.59	0.99	12978	205211	6489	4867	0
	E4.1	-116.771	31.932	9	10.33	33.91	20.52	3.82	4.48	10.54	0.01	0.46	0.7	9733	68742	0	3042	0
	E4.2	-116.802	31.920	0	12.59	33.86	6.65	0.59	0.57	5.55	0.12	0.57	0.98	138700	143567	6083	7300	0
	E4.2	-116.802	31.920	7	11.57	33.87	18.84	4.75	5.51	5.76	0	0	0	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.2	-116.802	31.920	12	11.57	33.93	16.06	4.31	4.8	6.62	0	0.72	1.45	8517	203183	1217	6083	0
	E4.2	-116.802	31.920	20	11.55	33.94	-----	-----	-----	-----	0	0.58	1.33	5000	104590	200	1200	0
	E4.3	-116.834	31.910	0	13.02	33.84	8.18	1.33	0.75	5.33	0	0.12	0.25	800	2600	0	600	0
	E4.3	-116.834	31.910	7	12.41	33.83	13.21	1.84	2.85	8.51	0	0.24	0.19	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.3	-116.834	31.910	12	12.18	33.89	5.96	1	1.16	2.98	0	0.17	0.38	600	2300	0	500	0
	E4.3	-116.834	31.910	20	11.63	33.94	8.71	1.07	0.65	6.01	0	0.05	0.13	-----	-----	-----	-----	-----
BTS0808	I1.1	-116.623	31.829	0	22.78	33.65	0.449	2.06	0.16	3.68	0.023	0.01	0.025	2700	0	0	0	0

	I1.1	-116.623	31.829	10	16.06	33.46	1.367	2.88	0.86	2.46	0	0.01	0.243	420	100	0	20	0
	I1.3	-116.651	31.792	0	22.83	33.68	1.61	2.77	0.74	1.70	0	0.01	0.253	2200	600	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.792	10	15.42	33.42	3.22	3.65	1.35	2.48	0	0	0.194	1300	100	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.792	20	14.09	33.46	4.93	3.80	1.63	4.37	0	0	0.412	-----	-----	-----	-----	-----
	I1.5	-116.675	31.757	0	21.84	33.65	0.181	2.43	0.05	1.56	0	0.02	0.375	880	20	0	0	0
	I1.5	-116.675	31.757	10	16.27	33.44	1.62	2.47	0.07	3.19	0	0.01	0.462	2000	400	0	0	0
	I1.5	-116.675	31.757	10	13.75	33.47	5.332	3.07	1.73	4.21	0	0.01	0.539	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.1	-116.72	31.773	0	21.51	33.6	0.04	2.49	0.001	2.70	0.035	0.01	0.238	1200	0	0	0	0
	I2.1	-116.72	31.773	10	16.15	33.41	1.09	2.58	0.405	2.83	0.011	0.01	0.185	300	500	0	200	0
	I2.1	-116.72	31.773	20	13.78	33.38	2.59	2.66	0.501	4.20	0.097	0.01	0.250	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.3	-116.661	31.852	0	22.53	33.66	3.21	3.81	2.502	2.22	0.026	0.01	0.371	1100	100	0	0	0
	I2.3	-116.661	31.852	10	16.91	33.45	0.86	2.97	0.451	1.98	0	0	0.461	400	800	0	100	0
	I2.5	-116.687	31.811	0	21.24	33.62	1.62	3.15	1.25	2.46	0.031	0.01	0.132	800	200	0	0	0
	I2.5	-116.687	31.811	10	15.84	33.39	0.98	2.77	0.42	2.40	0.153	0.05	0.085	300	100	0	0	0
	I2.5	-116.687	31.811	20	14.23	33.47	1.02	1.90	0.001	4.23	0.161	0.01	0.889	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.1	-116.7	31.872	0	21.94	33.62	1.12	1.88	0.489	1.49	0	0.01	0.319	1200	24381	1600	22381	0.0846
	I3.1	-116.7	31.872	10	16.94	33.44	3.23	3.66	2.13	1.57	0.029	0.02	0.369	300	22703	1300	21283	0.0411
	I3.1	-116.7	31.872	20	14.89	33.47	5.85	3.00	1.52	3.13	0	0.01	0.968	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.3	-116.72	31.840	0	21.06	33.59	2.15	2.25	0.97	0.92	0.015	0.01	0.158	1300	0	0	0	0
	I3.3	-116.72	31.840	10	15.74	33.38	1.50	3.22	0.1	1.76	0.058	0.01	0.277	1300	200	0	0	0
	I3.3	-116.72	31.840	20	13	33.49	4.73	2.13	0.92	2.08	0.339	0	0.195	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.6	-116.753	31.795	0	20	33.5	0.09	1.52	0.001	2.07	0	0	0.137	2400	900	0	0	0
	I3.6	-116.753	31.795	10	16.45	33.41	6.97	3.88	2.13	1.51	0	0	0.092	3300	6900	0	300	0
	I3.6	-116.753	31.795	20	13.57	33.34	6.97	3.88	2.13	4.19	0	0.3	0.934	-----	-----	-----	-----	-----
	I5.3	-116.778	31.768	0	20.43	33.52	1.43	2.57	0.54	1.36	0	0.01	0.145	2000	1200	0	0	0
	I5.3	-116.778	31.768	10	16.58	33.44	7.99	4.94	5.50	2.39	0	0	0.117	200	1460	0	0	0
	I5.3	-116.778	31.768	20	14.06	33.35	1.83	2.58	1.03	0.6	0	0.01	0.966	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.6	-116.793	31.835	0	20.58	33.55	1.15	2.22	0.13	1.91	0.234	0.13	0.151	900	16683	1600	13383	0.039
	I4.6	-116.793	31.835	10	16.23	33.45	6.69	4.77	6.52	3.02	0	0	0.182	1100	19054	1982	14372	0.03
	I4.6	-116.793	31.835	20	13.84	33.37	3.46	3.42	1.41	2.59	0	0	0.951	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.3	-116.77	31.870	0	20.24	33.49	0.001	2.39	0.12	2.49	0	0	0.149	700	27981	1700	25381	0.084
	I4.3	-116.77	31.870	10	17.64	33.44	0.02	2.03	0.06	1.41	-----	-----	-----	820	1560	0	100	0
	I4.3	-116.77	31.870	20	13.44	33.32	4.53	1.63	0.06	3.45	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.1	-116.754	31.898	0	20.24	33.49	2.63	3.75	2.72	4.16	0	0	0.032	1200	200	0	0	0
	I4.1	-116.754	31.898	10	17.64	33.44	0.72	1.76	0.05	3.76	0	0	0.037	3400	0	0	0	0
BTS0808	I4.1	-116.754	31.898	20	14.33	33.41	3.53	2.05	0.001	4.80	0	0.01	0.426	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.1	-116.771	31.912	0	15.98	33.38	0.205	2.43	0.025	2.31	0.063	0.01	0.259	1300	100	0	0	0
	E4.1	-116.771	31.912	10	14.76	33.35	0.001	1.86	0.001	3.29	0.013	0.04	0.345	1400	1300	200	0	0
	E4.1	-116.771	31.912	20	13.24	33.42	12.12	2.71	0.52	9.09	0.02	0.04	0.857	-----	-----	-----	-----	-----

	E4.2	-116.799	31.919	0	18.32	33.41	0.001	2.59	0.001	2.66	0	0	0.245	160	0	0	0	0
	E4.2	-116.799	31.919	10	15.04	33.41	0.01	2.03	0.01	1.37	0	0	0.180	200	23783	1400	21283	0.05
	E4.2	-116.799	31.919	20	13.43	33.53	0.01	2.07	0.01	1.86	0.01	0.02	0.612	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.3	-116.83	31.910	0	19.49	33.46	1.68	2.23	0.028	2.20	0	0.01	0.144	420	20	0	0	0
	E4.3	-116.83	31.910	10	17.49	33.42	0.52	2.33	0.63	1.73	0	0.01	0.944	2100	3900	0	0	0
	E4.3	-116.83	31.910	20	13.93	33.37	0.71	2.07	0.01	1.11	0	0	0.265	-----	-----	-----	-----	-----
BTS1108	I1.1	-116.626	31.831	0	17.85	33.42	2.31	1.85	0.541	3.394	0	0.1257	0.703	1600	234561	1600	56000	0.161
	I1.1	-116.626	31.831	10	17.05	33.43	3.499	1.65	0.104	3.503	0	0.1167	0.487	23456	245600	1900	38000	0.135
	I1.3	-116.651	31.792	0	17.68	33.45	0.886	2.48	0.011	3.548	0	0.0196	0.142	1600	1400	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.792	10	16.04	33.41	0.85	2.51	0.038	3.01	0	0.0585	0.362	2300	6000	500	8500	0.046
	I1.3	-116.651	31.792	19	14.95	33.4	14.29	4.97	2.01	4.248	0	0.0118	0.518	-----	-----	-----	-----	-----
	I1.5	-116.676	31.756	0	17.63	33.45	0.892	1.4	0.01	3.081	0	0.1867	0.240	3008	138700	1356	20278	0.132
	I1.5	-116.676	31.756	10	16.66	33.41	-----	-----	-----	-----	0	0.084	0.309	1800	1300	0	100	0
	I1.5	-116.676	31.756	20	14.98	33.41	3.67	2.19	1.12	3.33	0	0.1226	0.340	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.1	-116.719	31.771	0	17.44	33.45	12.33	1.97	0.01	3.437	0	0.2932	0.272	2550	219000	1600	43383	0.18
	I2.1	-116.719	31.771	10	15.91	33.4	2.83	1.48	0.01	6.144	0	0.1095	0.255	900	600	0	0	0
	I2.1	-116.719	31.771	20	15.45	33.41	7.10	1.21	0.01	5.261	0	0.1267	0.162	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.3	-116.69	31.812	0	17.81	33.44	0.95	2.42	0.038	2.213	0	0.2932	0.728	1200	900	0	0	0
	I2.3	-116.69	31.812	10	16.42	33.41	0.41	2.46	0.018	4.803	0	0.4727	0.967	400	300	0	0	0
	I2.3	-116.69	31.812	20	15.2	33.42	4.82	2.24	0.021	6.803	0	0.276	0.343	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.5	-116.659	31.851	0	17.91	33.45	0.01	1.61	0.01	2.935	0	0.1508	0.376	2500	128500	2056	20278	0.132
	I2.5	-116.659	31.851	10	16.44	33.42	0.517	1.34	0.028	3.19	0	0.2152	0.285	2560	7500	4000	1500	0.02
	I3.1	-116.698	31.870	0	17.72	33.45	0.256	3.61	0.397	2.217	0	0.2261	0.489	800	300	0	0	0
	I3.1	-116.698	31.870	10	16	33.4	0.875	1.33	0.714	2.351	0	0.4489	0.532	1900	19900	1600	47000	0
	I3.1	-116.698	31.870	20	15.54	33.4	0.894	0.97	0.328	1.743	0	0.0558	0.338	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.3	-116.722	31.841	0	17.12	33.45	3.54	2.72	0.01	6.803	0	0.4489	0.214	2560	1300	0	0	0
	I3.3	-116.722	31.841	10	16.17	33.41	1.369	2.52	0.01	5.818	0	0.1026	0.417	1800	400	0	0	0
	I3.3	-116.722	31.841	20	15.33	33.42	0.857	2.13	0.01	3.903	0	0.0904	0.212	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.6	-116.755	31.797	0	17.35	33.45	2.921	3.72	0.048	3.592	0	0.12	0.154	1600	300	0	0	0
	I3.6	-116.755	31.797	10	16.15	33.42	2.069	1.43	0.01	4.454	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	I3.6	-116.755	31.797	20	15.44	33.42	4.834	2.20	0.07	5.059	0	0.0861	0.176	900	1700	0	0	0
	I5.3	-116.778	31.769	0	16.66	33.46	1.674	2.29	1.33	3.22	0	0.0641	0.195	900	300	0	20	0
	I5.3	-116.778	31.769	10	16.19	33.42	1.371	2.77	0.263	5.186	0	0.0672	0.326	1200	15000	4000	10000	0.063
BTS1108	I5.3	-116.778	31.769	20	15.86	33.42	2.531	2.58	0.014	4.303	0	0.0663	0.196	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.6	-116.792	31.836	0	17.13	33.45	2.838	2.19	1.2	3.347	0	0.0493	0.237	1900	100	0	0	0
	I4.6	-116.792	31.836	10	16.13	33.42	3.746	2.69	0.015	5.618	-----	-----	-----	3400	5800	1100	200	0
	I4.6	-116.792	31.836	20	15.77	33.41	2.782	2.77	0.01	4.63	0	0.0456	0.189	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.3	-116.769	31.870	0	17.08	33.42	5.238	4.69	1.52	2.133	0	0.038	0.204	1200	300	0	0	0

	I4.3	-116.769	31.870	10	16.61	33.45	0.01	1.19	2.125	1.578	0	0.0308	0.212	2500	800	0	600	0
	I4.3	-116.769	31.870	20	15.13	33.41	9.083	5.39	2.327	3.492	0	0.0716	0.212	-----	-----	-----	-----	-----
	I4.1	-116.754	31.89	0	16.95	33.45	1.12	2.81	0.59	3.781	0	0.0367	0.21	2200	3900	0	200	0
	I4.1	-116.754	31.89	10	15.85	33.41	1.215	2.63	0.044	3.689	0	0.0286	0.377	2200	7300	0	400	0
	I4.1	-116.754	31.89	20	15.32	33.4	1.401	2.64	0.01	4.255	0	0.0514	0.187	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.1	-116.787	31.932	0	16.97	33.45	1.043	4.15	2.26	2.585	0	0.0387	0.192	1300	500	0	20	0
	E4.1	-116.787	31.932	10	15.64	33.4	5.003	5.77	2.876	5.005	0	0.0526	0.350	800	900	0	100	0
	E4.1	-116.787	31.932	20	15.42	33.4	2.634	4.33	1.838	3.308	0	0.0414	0.228	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.2	-116.81	31.919	0	16.77	33.44	0.32	1.91	0.011	3.705	0	0.0252	0.146	600	200	0	40	0
	E4.2	-116.81	31.919	10	16.13	33.39	0.287	2.20	0.01	4.279	0	0.0139	0.230	1200	300	0	100	0
	E4.2	-116.81	31.919	20	15.33	33.4	2.788	1.84	0.01	4.86	0	0.0314	0.268	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.3	-116.85	31.907	0	16.51	33.43	4.23	5.22	1.066	4.587	0	0.0235	0.279	400	100	0	0	0
	E4.3	-116.85	31.907	10	15.98	33.39	1.164	4.17	0.094	4.45	0	0.0242	0.229	700	100	0	0	0
	E4.3	-116.85	31.907	20	15.18	33.4	3.489	3.46	0.442	5.105	0	0.0345	0.122	-----	-----	-----	-----	-----

Anexo IV. Resultados generales de las variables químicas y biológicas obtenidos durante el periodo de estudio en las 16 estaciones de trabajo. En la primera columna se indica el crucero y la fecha con las iniciales del nombre del crucero seguida con el número de mes y año, el nombre de las estaciones, la longitud (long) en ° N, latitud (Lat) en ° W, profundidad (P) en metros, relación de perdinina vs Chla a (PER/ Chla a), relación de fucoxantina vs Chla (FUC/Chla a), nutrientes [NO₃+NO₂, NH₄, PO₄, Si (OH)₂] se expresan en µM, Y las relaciones entre el nitrógeno inorgánico disuelto (DIN) con fosfatos y silicatos y por último la relación de silicato vs fosfato.

crucero	Est	Long.	Lat.	P (m)	Fuc/Chla a	Per/Chla a	NO3+NO2	NH4	DIN	PO4	SiO2	DIN/PO ₄	Si/DIN	Si/PO ₄
BTS0108	I1.1	-116.625	31.829	0	0.029	0.173	5.16	0.59	5.75	0.1	6.21	57.5	1.08	62.1
	I1.1	-116.625	31.829	10	0.059	0.363	17.63	0.58	18.21	1.49	-----	12.22	----	-----
	I1.3	-116.651	31.793	0	0.2751	0.566	4.72	0.37	5.09	0.58	6.57	8.77	1.29	11.32
	I1.3	-116.651	31.793	10	0.308	0.418	4.72	4.98	9.7	3.11	4.59	3.11	0.47	1.47
	I1.3	-116.651	31.793	18	0.337	0.674	10.04	0.44	10.48	0.41	9.53	25.56	0.90	23.24
	I1.5	-116.676	31.756	0	0.335	0.625	9.1	0.8	9.9	0.22	-----	45	----	----
	I1.5	-116.676	31.756	10	0.288	0.520	14.14	0.81	14.95	0.32	7.5	46.71	0.50	23.43
	I1.5	-116.676	31.756	20	0.036	0.078	14.42	1.05	15.47	1.34	6.93	11.54	0.44	5.17
	I2.1	-116.66	31.832	0	0.196	0.346	3.23	1.05	4.28	0.57	1.31	7.51	0.30	2.29
	I2.1	-116.66	31.832	10	0.107	0.106	12.98	1.09	14.07	0.91	7.93	15.46	0.56	8.71
	I2.3	-116.689	31.811	0	0.239	0.350	2.97	0.91	3.88	0.87	2.93	4.46	0.75	3.36
	I2.3	-116.689	31.811	10	0.036	0.140	17.58	0.62	18.2	1.51	----	12.05	-----	-----
	I2.3	-116.689	31.811	20	0.023	0.148	12.22	0.51	12.73	0.69	11.49	18.45	0.90	16.65
	I2.5	-116.718	31.771	0	0.059	0.112	4.12	0.66	4.78	0.11	6.65	43.45	1.39	60.45
	I2.5	-116.718	31.771	10	0.126	0.274	8.02	0.67	8.69	0.31	8.79	28.03	1.01	28.35
	I3.1	-116.697	31.871	0	0.201	0.330	3.42	0.95	4.37	0.73	3.34	5.98	0.76	4.57
	I3.1	-116.697	31.871	10	0.123	0.132	9.15	0.52	9.67	0.5	5.56	19.34	0.57	11.12
	I3.3	-116.719	31.841	0	0.208	0.319	6.38	0.96	7.34	0.39	7.51	18.82	1.02	19.25
	I3.3	-116.719	31.841	10	0.066	0.106	5.96	0.72	6.68	0.31	4.34	21.54	0.65	14
	I3.3	-116.719	31.841	20	0.113	0.237	11.63	0.62	12.25	0.85	5.5	14.41	0.44	6.47
	I3.6	-116.753	31.798	0	0.046	0.085	10.63	0.79	11.42	0.46	10.13	24.82	0.88	22.02
	I3.6	-116.753	31.798	10	0.442	0.102	11.47	0.63	12.1	0.61	10.32	19.83	0.85	16.91

	I3.6	-116.753	31.798	20	-----	-----	13.78	0.72	14.5	0.74	12.22	19.59	0.84	16.51
	I5.3	-116.778	31.769	0	0.056	0.201	6.15	0.5	6.65	0.74	4.11	8.98	0.61	5.55
	I5.3	-116.778	31.769	10	0.082	0.094	8.71	0.83	9.54	0.65	3.75	14.67	0.39	5.76
	I5.3	-116.778	31.769	20	0.085	0.155	14.32	0.9	15.22	0.88	8.04	17.29	0.52	9.13
	I4.6	116.785	31.818	0	0.422	0.155	5.81	0.94	6.75	0.84	3.54	8.03	0.52	4.21
	I4.6	116.785	31.818	10	0.383	0.112	7.77	0.94	8.71	0.68	4.22	12.80	0.48	6.20
BTS0108	I4.6	116.785	31.818	20	0.588	0.134	7.96	0.72	8.68	0.66	4.34	13.15	0.5	6.57
	I4.3	-116.773	31.870	0	0.122	0.208	5.79	0.59	6.38	0.06	6.48	106.33	1.01	108
	I4.3	-116.773	31.870	10	0.102	0.297	11.98	0.85	12.83	0.42	6.31	30.54	0.49	15.02
	I4.3	-116.773	31.870	20	0.226	0.331	16.14	0.88	17.02	1	9.02	17.02	0.52	9.02
	I4.1	-116.766	31.898	0	0.305	0.502	6.57	0.95	7.52	0.78	3.82	9.64	0.50	4.89
	I4.1	-116.766	31.898	10	0.068	0.109	8.97	0.77	9.74	0.58	5.58	16.79	0.57	9.62
	I4.1	-116.766	31.898	20	0.075	0.183	5.5	1.4	6.9	0.06	4.72	115	0.68	78.66
	E4.1	-116.771	31.932	0	0.027	0.102	6.86	0.9	7.76	0.67	5.57	11.58	0.71	8.31
BTS0108	E4.1	-116.771	31.932	10	0.082	0.207	12.13	0.92	13.05	1.49	6.7	8.75	0.51	4.50
	E4.1	-116.771	31.932	20	0.313	0.423	18.86	0.36	19.22	1.23	8.38	15.62	0.43	6.81
	E4.2	-116.802	31.920	10	0.172	0.232	4.53	0.59	5.12	0.79	3.82	6.48	0.74	4.83
	E4.2	-116.802	31.920	20	0.095	0.247	10.72	1.1	11.82	0.73	4.04	16.19	0.34	5.53
	E4.3	-116.834	31.910	0	0.139	0.132	7.07	0.71	7.78	0.65	4.06	11.96	0.52	6.24
	E4.3	-116.834	31.910	10	0.052	0.112	5.64	0.66	6.3	0.34	5.58	18.52	0.88	16.41
	E4.3	-116.834	31.910	20	0.381	0.277	18.9	0.13	19.03	2.46	11.09	7.73	0.58	4.50
BTS0408	I1.1	-116.623	31.829	0	0.334	0.568	4.41	3.78	8.19	3.42	2.81	2.39	0.34	0.82
	I1.3	-116.652	31.792	0	0.353	0.195	0.96	1.27	2.23	1.29	0.22	1.73	0.10	0.17
	I1.3	-116.652	31.792	5	0.314	0.224	6.92	4.69	11.61	5.38	1.97	2.15	0.170	0.36
	I1.3	-116.652	31.792	10	0.198	0.382	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	I1.5	-116.675	31.755	5	0.225	0.225	0.52	2.46	2.98	1.37	1.52	2.17	0.51	1.11
	I1.5	-116.675	31.755	10	0.157	0.477	0.4	1.25	1.65	0.98	0.86	1.68	0.52	0.87
	I1.5	-116.675	31.755	15	0.897	0.095	13.3	3.27	16.57	3.27	6.23	5.06	0.37	1.90
	I2.1	-116.658	31.851	0	0.444	0.241	0.78	1	1.78	0.93	1.53	1.91	0.85	1.64
	I2.1	-116.658	31.851	10	0.460	0.190	1	2.02	3.02	1.09	2.98	2.77	0.98	2.73
	I2.3	-116.687	31.812	0	0.372	0.277	2.61	2.48	5.09	1.11	1.63	4.58	0.32	1.46
	I2.3	-116.687	31.812	10	0.289	0.298	0.26	1.66	1.92	0.92	2.77	2.08	1.44	3.01
	I2.3	-116.687	31.812	15	0.863	0.009	0.23	2.5	2.73	1.54	5.2	1.77	1.90	3.37

	I2.3	-116.687	31.812	20	0.666	0.899	16.38	1.68	18.06	1.56	6.37	11.57	0.35	4.08
	I2.5	-116.718	31.772	0	0.403	0.302	0.05	2.11	2.16	1.26	0.83	1.71	0.38	0.65
	I2.5	-116.718	31.772	5	0.353	0.274	3.92	3.36	7.28	1.91	1.83	3.81	0.25	0.95
	I2.5	-116.718	31.772	9	0.207	0.320	5.08	3.73	8.81	2.84	2.91	3.10	0.33	1.02
	I2.5	-116.718	31.772	13	0.730	0.128	16.56	3.77	20.33	3.94	7.29	5.16	0.35	1.85
	I3.1	-116.697	31.871	0	0.319	0.238	1.21	2.88	4.09	2.1	2	1.94	0.48	0.95
	I3.1	-116.697	31.871	5	0.321	0.302	2.29	2.08	4.37	0.5	6.92	8.74	1.58	13.84
	I3.1	-116.697	31.871	9	0.279	0.535	1.13	0.97	2.1	0.43	2.11	4.88	1.00	4.90
	I3.1	-116.697	31.871	12	0.558	0.127	17.71	3.66	21.37	4.4	10.17	4.85	0.47	2.31
	I3.3	-116.72	31.842	0	0.311	0.145	1.03	2.76	3.79	2.78	2.77	1.36	0.73	0.99
	I3.3	-116.72	31.842	6	0.454	0.212	2.01	1.07	3.08	0.35	4.64	8.8	1.50	13.25
	I3.3	-116.72	31.842	10	0.707	0.378	8.2	2.47	10.67	2.24	4.71	4.76	0.44	2.10
	I3.3	-116.72	31.842	15	0.895	0.052	15.09	4.96	20.05	4.69	9.46	4.27	0.47	2.01
	I3.6	-116.756	31.798	0	0.463	0.078	9.25	2.77	12.02	1.18	3.56	10.18	0.29	3.01
	I3.6	-116.756	31.798	5	0.559	0.086	0.8	0.85	1.65	0.44	2.17	3.75	1.31	4.93
	I3.6	-116.756	31.798	10	0.516	0.075	18.75	1.87	20.62	4.34	4.64	4.75	0.22	1.06
	I3.6	-116.756	31.798	20	0.570	0.067	17.46	3.67	21.13	3.68	7.25	5.74	0.34	1.97
	I5.3	-116.752	31.899	0	0.380	0.190	19.66	4.55	24.21	6.06	9.05	3.99	0.37	1.49
BTS0408	I5.3	-116.752	31.899	5	0.346	0.285	15.96	4.82	20.78	5.07	12.77	4.09	0.61	2.51
	I5.3	-116.752	31.899	10	0.574	0	20.73	2.88	23.61	2.71	11.84	8.71	0.50	4.36
	I4.6	-116.77	31.871	5	0.335	0.120	13.8	2.16	15.96	1.83	7.39	8.72	0.46	4.03
	I4.6	-116.77	31.871	10	0.482	0.011	20.95	3.71	24.66	3.82	10.02	6.45	0.40	2.62
	I4.6	-116.77	31.871	15	0.406	0	14.62	0.62	15.24	2.2	13.14	6.92	0.86	5.97
	I4.3	-116.791	31.836	0	0.319	0.178	4.31	2.54	6.85	1.5	3.1	4.56	0.45	2.07
	I4.3	-116.791	31.836	5	0.454	0.506	3.14	1.17	4.31	0.93	3.06	4.63	0.71	3.29
	I4.3	-116.791	31.836	9	0.408	0.394	6.57	3.41	9.98	1.67	2.42	5.97	0.24	1.45
	I4.3	-116.791	31.836	20	0.274	0.507	21.27	3.71	24.98	4.58	11.95	5.45	0.47	2.61
	I4.1	-116.778	31.767	0	0.569	0.330	1.43	1.96	3.39	0.82	2.56	4.13	0.75	3.12
	I4.1	-116.778	31.767	7	0.518	0.410	0.5	1.24	1.74	2.47	1.4	0.70	0.80	0.56
	I4.1	-116.778	31.767	12	0.494	0.439	7.52	1.8	9.32	1.81	4.37	5.14	0.46	2.41
	I4.1	-116.778	31.767	20	1.434	0.101	13.34	1.9	15.24	1.56	7.83	9.76	0.51	5.02
	E4.1	-116.771	31.932	0	0.595	0.030	11.13	1.43	12.56	0.99	5.96	12.68	0.47	6.02
	E4.1	-116.771	31.932	9	0.657	0.014	20.52	3.82	24.34	4.48	10.54	5.43	0.43	2.35
	E4.2	-116.802	31.920	0	0.581	0.122	6.65	0.59	7.24	0.57	5.55	12.70	0.76	9.73

	E4.2	-116.802	31.920	7	-----	-----	18.84	4.75	23.59	5.51	5.76	4.28	0.24	1.04
	E4.2	-116.802	31.920	12	0.496	0	16.06	4.31	20.37	4.8	6.62	4.24	0.32	1.37
	E4.2	-116.802	31.920	20	0.436	0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	E4.3	-116.834	31.910	0	0.48	0	8.18	1.33	9.51	0.75	5.33	12.68	0.56	7.10
	E4.3	-116.834	31.910	7	1.26	0	13.21	1.84	15.05	2.85	8.51	5.28	0.56	2.98
	E4.3	-116.834	31.910	12	0.447	0	5.96	1	6.96	1.16	2.98	6	0.42	2.56
	E4.3	-116.834	31.910	20	0.384	0	8.71	1.07	9.78	0.65	6.01	15.04	0.61	9.24
BTS0808	I1.1	-116.623	31.829	0	0.4	0.92	0.449	2.055	2.504	0.162	3.678	15.45	1.46	22.70
	I1.1	-116.623	31.829	10	0.041	0	1.367	2.878	4.245	0.862	2.462	4.92	0.57	2.85
	I1.3	-116.651	31.792	0	0.039	0	1.61	2.776	4.386	0.743	1.704	5.90	0.38	2.29
	I1.3	-116.651	31.792	10	0	0	3.226	3.656	6.882	1.349	2.48	5.10	0.36	1.83
	I1.3	-116.651	31.792	20	0	0	4.931	3.802	8.733	1.631	4.374	5.35	0.50	2.68
	I1.5	-116.675	31.757	0	0.053	0	0.181	2.43	2.611	0.045	1.561	58.02	0.59	34.68
	I1.5	-116.675	31.757	10	0.021	0	1.62	2.471	4.091	0.078	3.195	52.44	0.78	40.96
	I1.5	-116.675	31.757	10	0.018	0	5.332	3.075	8.407	1.731	4.219	4.85	0.50	2.43
	I2.1	-116.72	31.773	0	0.042	0.147	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	I2.1	-116.72	31.773	10	0.054	0.059	0.039	2.494	2.533	0.01	2.708	253.3	1.06	270.87
	I2.1	-116.72	31.773	20	0.04	0.388	1.093	2.58	3.673	0.405	2.835	9.06	0.77	
	I2.3	-116.661	31.852	0	0.026	0.070	2.59	2.666	5.256	0.501	4.202	10.49	0.79	8.38
	I2.3	-116.661	31.852	10	0	0	3.212	3.811	7.023	2.502	2.221	2.80	0.31	0.88
	I2.5	-116.687	31.811	0	0.075	0.234	0.868	2.972	3.84	0.451	1.98	8.51	0.51	4.39
BTS0808	I2.5	-116.687	31.811	10	0.588	1.8	1.626	3.153	4.779	1.252	2.464	3.81	0.51	1.96
	I2.5	-116.687	31.811	20	0.011	0.181	0.98	2.776	3.756	0.428	2.407	8.77	0.64	5.62
	I3.1	-116.7	31.872	0	0.031	0	1.023	1.909	2.932	0.01	4.233	293.2	1.44	423.3
	I3.1	-116.7	31.872	10	0.054	0.078	1.12	1.886	3.006	0.489	1.499	6.14	0.49	3.06
	I3.1	-116.7	31.872	20	0.103	0	3.23	3.66	6.89	2.13	1.57	3.23	0.22	0.73
	I3.3	-116.72	31.840	0	0.063	0.094	5.851	3.006	8.857	1.527	3.134	5.80	0.35	2.05
	I3.3	-116.72	31.840	10	0.036	0.209	2.149	2.249	4.398	0.976	0.922	4.50	0.20	0.94
	I3.3	-116.72	31.840	20	0	1.738	1.505	3.223	4.728	0.1	1.763	47.28	0.37	17.63
	I3.6	-116.753	31.795	0	0	0	4.731	2.129	6.86	0.918	2.08	7.47	0.30	2.26
	I3.6	-116.753	31.795	10	0	0	0.09	1.523	1.613	0.01	2.077	161.3	1.28	207.7
	I3.6	-116.753	31.795	20	0.321	0	0.652	2.327	2.979	0.01	1.513	297.9	0.50	151.3
	I5.3	-116.778	31.768	0	0.068	0	6.971	3.884	10.855	2.136	4.189	5.081	0.38	1.96
	I5.3	-116.778	31.768	10	0	0	1.433	2.569	4.002	0.543	1.369	7.37	0.34	2.52

	I5.3	-116.778	31.768	20	0.010	0	7.998	4.949	12.947	5.501	2.394	2.35	0.18	0.43
	I4.6	-116.793	31.835	0	0.860	1.549	1.832	2.582	4.414	1.033	0.6	4.27	0.13	0.58
	I4.6	-116.793	31.835	10	0	0	1.149	2.221	3.37	0.137	1.909	24.59	0.56	13.93
	I4.6	-116.793	31.835	20	0	0	6.697	4.771	11.468	6.524	3.024	1.75	0.26	0.46
	I4.3	-116.77	31.870	0	0	0	3.466	3.427	6.893	1.411	2.596	4.88	0.37	1.83
	I4.3	-116.77	31.870	10	-----	-----	0.001	2.393	2.394	0.128	2.499	18.70	1.04	19.52
	I4.3	-116.77	31.870	20	-----	-----	0.028	2.035	2.063	0.066	1.413	31.25	0.68	21.41
	I4.1	-116.754	31.898	0	0	0	4.536	1.631	6.167	0.06	3.454	102.78	0.56	57.56
	I4.1	-116.754	31.898	10	0	0	2.637	3.756	6.293	2.728	4.164	2.34	0.65	1.52
	I4.1	-116.754	31.898	20	0.023	0	0.722	1.766	2.488	0.05	3.762	49.76	1.51	75.24
	E4.1	-116.771	31.912	0	0.038	0.243	3.532	2.051	5.583	0.01	4.804	558.3	0.86	480.4
	E4.1	-116.771	31.912	10	0.115	0.037	0.205	2.433	2.638	0.025	2.318	105.52	0.87	92.72
	E4.1	-116.771	31.912	20	0.046	0.023	0.001	1.866	1.867	0.01	3.292	186.7	1.76	329.2
	E4.2	-116.799	31.919	0	0	0	12.12	2.708	14.828	0.523	9.096	28.35	0.61	17.39
	E4.2	-116.799	31.919	10	0	0	0.001	2.596	2.597	0.01	2.667	259.7	1.02	266.7
	E4.2	-116.799	31.919	20	0.032	0.016	0.001	2.029	2.03	0.01	1.373	203.0	0.67	137.3
	E4.3	-116.83	31.910	0	0.069	0	0.001	2.073	2.074	0.01	1.867	207.4	0.90	186.7
	E4.3	-116.83	31.910	10	0.010	0	1.687	2.234	3.921	0.028	2.204	140.03	0.56	78.71
	E4.3	-116.83	31.910	20	0	0	0.522	2.334	2.856	0.631	1.732	4.52	0.60	2.74
BTS1108	I1.1	-116.626	31.831	0	0.178	0	0.713	2.076	2.789	0.01	1.115	278.9	0.39	111.5
	I1.1	-116.626	31.831	10	0.239	0	2.311	1.856	4.167	0.541	3.394	7.70	0.81	6.27
	I1.3	-116.651	31.792	0	0.138	0	3.499	1.649	5.148	0.104	3.503	49.5	0.68	33.68
	I1.3	-116.651	31.792	10	0.161	0	0.886	2.485	3.371	0.011	3.548	306.45	1.05	322.54
	I1.3	-116.651	31.792	19	0.022	0	0.85	2.512	3.362	0.038	3.009	88.47	0.89	79.18
	I1.5	-116.676	31.756	0	0.777	0	4.293	4.973	9.266	2.017	4.248	4.59	0.45	2.10
BTS1108	I1.5	-116.676	31.756	10	0.271	0	0.892	1.4	2.292	0.01	3.081	229.2	1.34	308.1
	I1.5	-116.676	31.756	20	0.360	0	3.67	2.19	5.86	1.12	3.33	5.23	0.56	
	I2.1	-116.719	31.771	0	1.077	0	12.329	1.969	14.298	0.01	3.43	142.98	0.24	343.76
	I2.1	-116.719	31.771	10	0.429	0	2.832	1.486	4.318	0.01	6.147	431.8	1.42	614.47
	I2.1	-116.719	31.771	20	0.782	0	7.104	1.208	8.312	0.01	5.26	831.2	0.63	526.12
	I2.3	-116.69	31.812	0	0.402	0	0.955	2.42	3.375	0.038	2.213	88.81	0.65	58.23
	I2.3	-116.69	31.812	10	0.488	0	0.416	2.46	2.876	0.018	4.803	159.77	1.67	266.83
	I2.3	-116.69	31.812	20	0.804	0	4.824	2.243	7.067	0.021	6.803	336.52	0.96	323.95
	I2.5	-116.659	31.851	0	0.401	0	0.001	1.616	1.617	0.01	2.935	161.7	1.81	293.5

	I2.5	-116.659	31.851	10	0.755	0	0.517	1.341	1.858	0.028	3.19	66.35	1.71	113.92
	I3.1	-116.698	31.870	0	0.462	0	0.256	3.616	3.872	0.397	2.217	9.75	0.572	5.58
	I3.1	-116.698	31.870	10	0.843	0	0.875	1.33	2.205	0.714	2.351	3.08	1.066	3.29
	I3.1	-116.698	31.870	20	0.165	0	0.894	0.968	1.862	0.328	1.743	5.67	0.93	5.31
	I3.3	-116.722	31.841	0	2.097	0	3.54	2.722	6.262	0.01	6.803	626.2	1.08	680.3
	I3.3	-116.722	31.841	10	0.246	0	1.369	2.519	3.888	0.01	5.818	388.8	1.49	581.8
	I3.3	-116.722	31.841	20	0.426	0	0.857	2.13	2.987	0.01	3.903	298.7	1.30	390.3
	I3.6	-116.755	31.797	0	0.779	0	2.921	3.719	6.64	0.048	3.592	138.33	0.54	74.83
	I3.6	-116.755	31.797	10	-----	-----	2.069	1.434	3.503	0.01	4.454	350.3	1.27	445.4
	I3.6	-116.755	31.797	20	0.489	0	4.834	2.202	7.036	0.07	5.059	100.51	0.71	722.71
	I5.3	-116.778	31.769	0	0.328	0	1.674	2.299	3.973	7.266	3.222	0.54	0.81	0.44
	I5.3	-116.778	31.769	10	0.206	0	1.373	2.772	4.145	0.263	5.186	15.76	1.25	19.71
	I5.3	-116.778	31.769	20	0.338	0	2.531	2.578	5.109	0.014	4.303	364.92	0.84	307.35
	I4.6	-116.792	31.836	0	0.208	0	2.838	2.196	5.034	7.594	3.347	0.66	0.66	0.44
	I4.6	-116.792	31.836	10	-----	-----	3.746	2.697	6.443	0.015	5.618	429.53	0.87	374.53
	I4.6	-116.792	31.836	20	0.241	0	2.782	2.722	5.504	0.01	4.63	550.4	0.84	463.0
	I4.3	-116.769	31.870	0	0.186	0	5.238	4.69	9.928	1.52	2.133	6.53	0.21	1.40
	I4.3	-116.769	31.870	10	0.145	0	0.001	1.191	1.192	2.125	1.578	0.56	1.32	0.74
	I4.3	-116.769	31.870	20	0.337	0	9.083	5.399	14.482	2.327	3.492	6.22	0.24	1.50
	I4.1	-116.754	31.89	0	0.174	0	1.12	2.813	3.933	0.59	3.781	6.66	0.96	6.40
	I4.1	-116.754	31.89	10	0.075	0	1.215	2.637	3.852	0.044	3.689	87.54	0.95	83.84
	I4.1	-116.754	31.89	20	0.274	0	1.401	2.645	4.046	0.01	4.255	404.6	1.05	425.5
	14	-116.787	31.932	0	0.201	0	1.043	4.153	5.196	2.678	2.585	1.94	0.49	0.96
	14	-116.787	31.932	10	0.150	0	5.003	5.768	10.771	2.876	5.005	3.74	0.46	1.74
	14	-116.787	31.932	20	0.181	0	2.634	4.336	6.97	1.838	3.308	3.79	0.47	1.80
	15	-116.81	31.919	0	0.172	0	0.32	1.912	2.232	0.011	3.705	202.90	1.65	336.81
	15	-116.81	31.919	10	0.060	0	0.287	2.205	2.492	0.01	4.279	249.2	1.71	427.9
	15	-116.81	31.919	20	0.117	0	2.788	1.843	4.631	0.01	4.86	463.1	1.04	486.0
	16	-116.85	31.907	0	0.084	0	7.434	5.224	12.658	1.066	4.587	11.87	0.36	4.30
BTS1108	16	-116.85	31.907	10	0.105	0	1.164	4.168	5.332	0.094	4.45	56.72	0.83	47.34
	16	-116.85	31.907	20	0.282	0	3.489	3.459	6.948	0.442	5.105	15.71	0.73	11.54

Anexo V. Resultados generales de otros pigmentos marcadores de la comunidad fitoplanctonica obtenidos durante el periodo de muestreo en las 16 estaciones.

crucero	Est	Long.	Lat.	P	B-Fuc	Neox	Prasi	Violax	H-Fuc	Diadino	Alox	Diato	Zeax	Chla <i>b</i>	Dv Chla <i>a</i>	Epímero Chla <i>a</i>	B- Catoreno
BTS0108	I1.1	-116.625	31.829	0	0	0	0.089	0	0.021	0	0	0.069	0	0.033	0	0	0
	I1.1	-116.625	31.829	10	0	0	0.012	0	0.015	0	0	0.074	0	0.044	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.793	0	0	0	0	0	0.095	0.048	0	0.022	0	0.039	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.793	10	0	0	0	0	0.026	0.053	0	0.085	0	0.038	0.019	0.013	0.051
	I1.3	-116.651	31.793	18	0	0	0.017	0	0.018	0	0	0.065	0	0.045	0	0	0
	I1.5	-116.676	31.756	0	0	0	0	0	0	0.047	0.049	0	0.058	0.015	0	0	0
	I1.5	-116.676	31.756	10	0	0	0.014	0	0.066	0.029	0	0.061	0	0.025	0	0	0
	I1.5	-116.676	31.756	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.018	0	0	0
	I2.1	-116.66	31.832	0	0	0	0	0	0	0.028	0	0.056	0	0.025	0	0	0
	I2.1	-116.66	31.832	10	0	0	0.067	0	0.084	0	0	0.074	0	0.037	0.089	0	0
	I2.3	-116.689	31.811	0	0.0916	0	0	0	0.045	0.015	0	0.011	0	0.052	0.020	0	0
	I2.3	-116.689	31.811	10	0.049	0	0.014	0	0.023	0.075	0	0.011	0	0.054	0.016	0	0.074
	I2.3	-116.689	31.811	20	0	0	0.060	0	0.083	0.026	0	0.072	0	0	0	0	0.040
	I2.5	-116.718	31.771	0	0.709	0	0.010	0	0.036	0.018	0	0.012	0	0.059	0.012	0	0.097
	I2.5	-116.718	31.771	10	0.021	0	0.014	0.049	0.308	0.014	0.025	0.017	0	0.071	0.017	0	0.085
	I3.1	-116.697	31.871	0	0.0256	0	0.028	0.085	0.016	0.026	0	0.035	0	0.043	0.077	0	0.018
	I3.1	-116.697	31.871	10	0.0768	0	0.024	0	0.027	0	0	0.011	0	0.037	0	0	0
	I3.3	-116.719	31.841	0	0.511	0	0.057	0.017	0.032	0.025	0	0.013	0	0.062	0.019	0	0.036
	I3.3	-116.719	31.841	10	0.0854	0	0.012	0.039	0.022	0.010	0	0.012	0	0.055	0.011	0	0.063
	I3.3	-116.719	31.841	20	0.0351	0	0.016	0	0.019	0	0	0.012	0	0.066	0	0	0
	I3.6	-116.753	31.798	0	0.0218	0	0.010	0	0.015	0.060	0	0.018	0	0.091	0.015	0	0.046
	I3.6	-116.753	31.798	10	0.0689	0	0.010	0	0.011	0.012	0.056	0.013	0	0.068	0.010	0	0.051
	I3.6	-116.753	31.798	20	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	I5.3	-116.778	31.769	0	0.0189	0	0.075	0.045	0.013	0.069	0	0.025	0	0.102	0.017	0	0.052
	I5.3	-116.778	31.769	10	0.0077	0	0.007	0.020	0.009	0.005	0	0.020	0	0.086	0.012	0	0.042
	I5.3	-116.778	31.769	20	0	0	0	0	0	0	0	0.062	0	0.038	0.066	0	0
	I4.6	116.785	31.818	0	0.0356	0	0.026	0	0.016	0.026	0	0.010	0	0.037	0.084	0	0.052
	I4.6	116.785	31.818	10	0.0667	0	0.036	0	0.017	0.040	0	0.010	0	0.050	0.014	0	0
	I4.6	116.785	31.818	20	0	0	0.077	0	0.011	0.035	0	0.654	0	0.039	0.096	0	0

BTS0108	I4.3	-116.773	31.870	0	0.0106	0	0.011	0.034	0.018	0.035	0	0.159	0	0.071	0.016	0	0.072
	I4.3	-116.773	31.870	10	0.0233	0	0.011	0	0.016	0.014	0	0.011	0	0.540	0.013	0	0.043
	I4.3	-116.773	31.870	20	0.031	0	0.021	0	0.014	0.016	0	0.027	0	0.025	0.028	0	0.025
	I4.1	-116.766	31.898	0	0.0122	0	0.025	0	0.060	0.076	0	0.032	0	0.055	0	0	0
	I4.1	-116.766	31.898	10	0	0	0	0	0.022	0.085	0	0.011	0	0.056	0.017	0	0.020
	I4.1	-116.766	31.898	20	0	0	0.012	0	0.021	0.065	0	0.013	0	0.070	0.016	0	0.054
	E4.1	-116.771	31.932	0	0	0	0.011	0	0.136	0	0	0.026	0	0.029	0	0	0
	E4.1	-116.771	31.932	10	0.052	0	0.015	0	0.021	0	0	0.091	0	0.036	0	0	0
	E4.1	-116.771	31.932	20	0.095	0	0.016	0	0.048	0	0	0.022	0	0.036	0	0	0
	E4.2	-116.802	31.920	10	0.016	0	0.013	0	0.035	0.012	0	0.012	0	0.049	0	0	0.072
	E4.2	-116.802	31.920	20	0	0	0.014	0	0.012	0.039	0	0.074	0	0.033	0	0	0
	E4.3	-116.834	31.910	0	0	0	0.025	0	0.038	0.027	0	0.010	0	0.033	0	0	0
	E4.3	-116.834	31.910	10	0.058	0	0	0	0	0.025	0	0.017	0	0.056	0.047	0	0.048
	E4.3	-116.834	31.910	20	0	0	0.035	0	0.048	0.018	0	0.016	0	0.026	0	0	0
BTS0408	I1.1	-116.623	31.829	0	0.12	0	0.06	0.05	0.23	0.43	0.07	0	0.03	0	0	0	0.11
	I1.3	-116.652	31.792	0	0.04	0	0.01	0	0.1	0.05	0	0.02	0.01	0.02	0.01	0	0.01
	I1.3	-116.652	31.792	5	0	0	0	0	0.02	0.02	0	0	0	0	0	0	0.01
	I1.3	-116.652	31.792	10	0.04	0	0.2	0	0.63	0.03	0	0	0	0.03	0	0	0.03
	I1.5	-116.675	31.755	5	0.02	0	0.01	0.01	0.09	0.07	0	0	0	0	0.01	0	0.01
	I1.5	-116.675	31.755	10	0	0	0.2	0	0.92	0.03	0	0	0	0	0	0	0.04
	I1.5	-116.675	31.755	15	0	0	0	0	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0.02
	I2.1	-116.658	31.851	0	0.04	0	0.02	0	0.02	0.01	0.01	0	0.01	0.03	0.01	0	0.02
	I2.1	-116.658	31.851	10	0.03	0	0.02	0	0.1	0.07	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0	0.02
	I2.3	-116.687	31.812	0	0	0	0	0	0.9	0.14	0	0	0.02	0	0	0	0.03
	I2.3	-116.687	31.812	10	0	0	0	0	0.1	0.18	0.01	0	0.02	0	0	0	0.04
BTS0408	I2.3	-116.687	31.812	15	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0.02
	I2.3	-116.687	31.812	20	0	0	0	0	0	0.39	0	0	0	0	0	0	0.06
	I2.5	-116.718	31.772	0	0.03	0	0	0	0.1	0.13	0	0	0.03	0	0	0	0.03
	I2.5	-116.718	31.772	5	0.02	0	0	0	0.09	0.12	0	0	0.02	0	0	0	0.03
	I2.5	-116.718	31.772	9	0	0	0	0	0.08	1.97	0	0	0.02	0	0	0	0.03
	I2.5	-116.718	31.772	13	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.02
	I3.1	-116.697	31.871	0	0.03	0	0	0	0.06	0.08	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0.02
	I3.1	-116.697	31.871	5	0.03	0	0.01	0.01	0.07	0.11	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0	0.03
	I3.1	-116.697	31.871	9	0.13	0	0	0	0.05	0.13	0	0	0	0	0.02	0	0.03
	I3.1	-116.697	31.871	12	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0.05

	I3.3	-116.72	31.842	0	0	0	0	0	0.36	0.02	0	0.03	0	0.03	0	0	0.03
	I3.3	-116.72	31.842	6	0	0	0.1	0	0.31	0.01	0	0	0	0.03	0	0	0.03
	I3.3	-116.72	31.842	10	0	0	0.09	0	0.6	0.02	0	0	0	0	0	0	0.05
	I3.3	-116.72	31.842	15	0	0	0.05	0	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0.03
	I3.6	-116.756	31.798	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0.03
	I3.6	-116.756	31.798	5	0	0	0	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0	0.05
	I3.6	-116.756	31.798	10	0	0	0	0	0	0.12	0.02	0	0	0	0	0	0.05
	I3.6	-116.756	31.798	20	0	0	0	0	0	0.1	0.01	0	0	0	0	0	0.04
	I5.3	-116.752	31.899	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0.02
	I5.3	-116.752	31.899	5	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.02
	I5.3	-116.752	31.899	10	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.01
	I4.6	-116.77	31.871	5	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0.04
	I4.6	-116.77	31.871	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
	I4.6	-116.77	31.871	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I4.3	-116.791	31.836	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0.035
	I4.3	-116.791	31.836	5	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0
	I4.3	-116.791	31.836	9	0.04	0	0	0	0.15	0.25	0	0	0	0	0	0	0
	I4.3	-116.791	31.836	20	0.04	0	0	0	0.16	0.23	0.02	0	0.04	0.03	0.02	0	0
	I4.1	-116.778	31.767	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0.05
	I4.1	-116.778	31.767	7	0	0	0	0	0	0.1	0.01	0	0	0	0	0	0.04
	I4.1	-116.778	31.767	12	0.01	0	0.01	0	0.02	0.05	0.01	0	0	0.02	0	0	0.02
	I4.1	-116.778	31.767	20	0	0	0	0	0	0.1	0.01	0	0	0	0	0	0.05
	E4.1	-116.771	31.932	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0.02	0	0	0	0.04
	E4.1	-116.771	31.932	9	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0	0.02
	E4.2	-116.802	31.920	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0.01	0	0.01	0	0	0	0.03
	E4.2	-116.802	31.920	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E4.2	-116.802	31.920	12	0	0	0	0	0.02	0.67	0.02	0	0	0	0	0	0.03
	E4.2	-116.802	31.920	20	0	0	0	0	0.13	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0.03
	E4.3	-116.834	31.910	0	0.01	0	0	0	0.03	0	0.01	0	0.01	0.02	0	0	0
	E4.3	-116.834	31.910	7	0.02	0	0	0	0.07	0.01	0	0	0	0	0	0	0.06
	E4.3	-116.834	31.910	12	0.01	0	0.02	0	0.05	0	0.01	0	0	0.03	0	0	0.01
	E4.3	-116.834	31.910	20	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
BTS0808	I1.1	-116.623	31.829	0	0.02	0	0.02	0	0.01	0.02	0	0.01	0	0	0.03	0	0.03
	I1.1	-116.623	31.829	10	0.033	0	0	0	0.01	0.01	0.04	0.01	0	0	0.02	0	0.02
	I1.3	-116.651	31.792	0	0.014	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.03	0	0.04	0.03
	I1.3	-116.651	31.792	10	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.792	20	0.08	0	0	0	0	0.02	0.02	0.5	0	0.01	0	0	0.01
	I1.5	-116.675	31.757	0	0.09	0	0.03	0.04	0.01	0.02	0	0.4	0	0	0	0	0.01
	I1.5	-116.675	31.757	10	0.013	0	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0.07	0	0.01	0.03

	I1.5	-116.675	31.757	10	0.08	0	0.04	0.03	0	0.07	0.02	0	0	0	0	0.04	0.03
	I2.1	-116.72	31.773	0	0.08	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0	0.05	0	0.01	0.02
	I2.1	-116.72	31.773	10	0.01	0	0.02	0.02	0	0.04	0.03	0	0	0.04	0	0.01	0.01
	I2.1	-116.72	31.773	20	0.012	0	0.08	0	0	0.10	0.05	0	0	0.04	0	0	0.01
	I2.3	-116.661	31.852	0	0.06	0	0.06	0	0	0.01	0.09	0	0	0.04	0.01	0.01	0.02
	I2.3	-116.661	31.852	10	0.033	0	0.02	0.04	0	0.08	0.04	0.07	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01
	I2.5	-116.687	31.811	0	0.073	0	0.03	0.03	0	0.02	0.05	0	0	0.04	0.07	0.02	0.02
	I2.5	-116.687	31.811	10	0.023	0	0.09	0.03	0	0.07	0.04	0.31	0.03	0.03	0.09	0.01	0.03
	I2.5	-116.687	31.811	20	0.05	0	0.01	0.02	0	0.01	0	0	0	0.04	0.03	0.04	0.04
	I3.1	-116.7	31.872	0	0.08	0	0.08	0.02	0	0.05	0.05	0.08	0	0	0.01	0.02	0.05
	I3.1	-116.7	31.872	10	0.022	0	0	0.04	0	0.02	0.08	0.03	0.03	0.02	0.05	0.02	0.01
	I3.1	-116.7	31.872	20	0	0	0	0.01	0	0.01	0.05	0.05	0.02	0	0.02	0.02	0.01
	I3.3	-116.72	31.840	0	0.06	0	0	0.02	0	0.01	0.02	0	0	0.02	0	0	0.01
	I3.3	-116.72	31.840	10	0.01	0	0	0.02	0	0	0.09	0	0	0.02	0	0.03	0.01
	I3.3	-116.72	31.840	20	0	0	0.03	0.02	0	0	0.02	0	0	0.03	0	0.01	0.08
	I3.6	-116.753	31.795	0	0.06	0	0.07	0	0	0.01	0.03	0	0.03	0	0.02	0.02	0.03
	I3.6	-116.753	31.795	10	0	0	0	0.02	0	0	0.04	0.08	0	0	0.02	0	0.09
	I3.6	-116.753	31.795	20	0.07	0	0	0.01	0	0	0.04	0	0	0.06	0.02	0	0.02
	I5.3	-116.778	31.768	0	0.06	0	0	0	0	0	0.04	0	0.03	0	0.03	0.2	0.02
	I5.3	-116.778	31.768	10	0.01	0	0	0	0	0	0.04	0	0.03	0	0.01	0	0.02
	I5.3	-116.778	31.768	20	0.05	0	0	0.02	0.02	0	0.02	0.08	0.04	0	0.06	0.03	0.02
	I4.6	-116.793	31.835	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0
	I4.6	-116.793	31.835	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02
	I4.6	-116.793	31.835	20	0.04	0	0	0	0	0.01	0	0	0.02	0	0	0.01	0.03
	I4.3	-116.77	31.870	0	0.05	0	0.03	0	0	0.01	0	0.04	0	0	0.09	0	0.03
	I4.3	-116.77	31.870	10	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	I4.3	-116.77	31.870	20	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	I4.1	-116.754	31.898	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0
	I4.1	-116.754	31.898	10	0.02	0	0	0	0	0.04	0.02	0	0	0	0	0	0
BTS0808	I4.1	-116.754	31.898	20	0.01	0	0.02	0.2	0	0.05	0.03	0	0	0.03	0	0	0.04
	E4.1	-116.771	31.912	0	0.02	0	0	0	0	0.02	0.04	0.07	0	0.03	0.02	0	0.03
	E4.1	-116.771	31.912	10	0.04	0	0	0	0	0.01	0.1	0.02	0	0.02	0.02	0	0.03
	E4.1	-116.771	31.912	20	0.08	0	0.08	0	0.01	0.08	0.07	0	0	0.01	0.02	0	0.03
	E4.2	-116.799	31.919	0	0.06	0	0	0	0	0.07	0	0	0.03	0	0.01	0	0.04
	E4.2	-116.799	31.919	10	0.05	0	0	0	0	0.02	0	0	0.02	0	0.01	0	0.05
	E4.2	-116.799	31.919	20	0.06	0	0.04	0.04	0.01	0.05	0.03	0	0	0.03	0.04	0.06	0.03
	E4.3	-116.83	31.910	0	0.01	0	0.02	0.08	0.01	0.02	0.05	0	0	0.03	0	0.02	0.03
	E4.3	-116.83	31.910	10	0.016	0	0.03	0.04	0.01	0.01	0	0	0	0.04	0	0.03	0.02

	E4.3	-116.83	31.910	20	0.05	0	0	0.08	0	0.02	0	0	0	0	0	0.02	0.02
BTS1108	I1.1	-116.626	31.831	0	0	0	0.09	0	0	0.03	0.02	0	0	0.06	0	0	0.02
	I1.1	-116.626	31.831	10	0	0	0.01	0	0	0.015	0	0	0	0.05	0	0	0.02
	I1.3	-116.651	31.792	0	0	0	0	0.02	0	0.03	0	0	0	0.02	0	0	0
	I1.3	-116.651	31.792	10	0	0	0	0.03	0	0.04	0.02	0	0	0.05	0	0	0.02
	I1.3	-116.651	31.792	19	0	0	0	0.09	0	0.01	0.02	0	0	0.08	0	0	0.03
	I1.5	-116.676	31.756	0	0	0	0	0.02	0	0.09	0.02	0.01	0	0.02	0	0	0.02
	I1.5	-116.676	31.756	10	0	0	0	0.06	0.01	0.03	0.02	0	0	0.07	0	0.06	0.02
	I1.5	-116.676	31.756	20	0	0	0	0.07	0	0.02	0.06	0	0	0.04	0	0.05	0.01
	I2.1	-116.719	31.771	0	0	0	0	0.02	0	0	0.03	0	0	0	0	0.05	0
	I2.1	-116.719	31.771	10	0	0	0	0.09	0.02	0.01	0.02	0	0	0.09	0	0.01	0.03
	I2.1	-116.719	31.771	20	0	0	0	0.05	0	0.03	0.09	0	0	0	0	0.09	0
	I2.3	-116.69	31.812	0	0	0	0	0.03	0.05	0.06	0.04	0	0	0.05	0	0	0.04
	I2.3	-116.69	31.812	10	0	0	0	0.05	0.06	0.02	0.03	0	0	0.07	0	0	0.05
	I2.3	-116.69	31.812	20	0	0	0	0.04	0	0.04	0.01	0.07	0	0	0	0.01	0
	I2.5	-116.659	31.851	0	0	0	0.09	0	0.04	0.02	0.09	0.01	0	0.04	0	0	0.01
	I2.5	-116.659	31.851	10	0	0	0.03	0	0.03	0.04	0.03	0.02	0	0	0	0.01	0
	I3.1	-116.698	31.870	0	0	0	0.06	0.05	0.02	0.03	0.01	0	0.01	0.04	0	0	0.01
	I3.1	-116.698	31.870	10	0	0	0.06	0.02	0	0.01	0.02	0	0.04	0.06	0	0	0.02
	I3.1	-116.698	31.870	20	0	0	0.01	0	0	0	0.02	0	0.03	0.05	0	0	0.02
	I3.3	-116.722	31.841	0	0	0	0.06	0	0	0.01	0.01	0	0	0.02	0	0	0.01
	I3.3	-116.722	31.841	10	0	0	0.09	0.08	0	0.09	0.01	0	0	0.06	0	0	0.01
	I3.3	-116.722	31.841	20	0	0	0.05	0	0	0.05	0	0	0	0.02	0	0	0
	I3.6	-116.755	31.797	0	0	0	0.04	0.01	0	0.03	0.06	0	0	0.02	0	0.03	0
	I3.6	-116.755	31.797	10	0	0	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	I3.6	-116.755	31.797	20	0	0	0	0.04	0.01	0.03	0.05	0	0	0.01	0	0.04	0
	I5.3	-116.778	31.769	0	0	0	0.07	0	0	0.04	0.03	0	0.06	0.02	0	0	0.03
	I5.3	-116.778	31.769	10	0	0	0.08	0	0	0.06	0.05	0	0	0.03	0	0	0
BTS1108	I5.3	-116.778	31.769	20	0	0	0.06	0	0	0.05	0.06	0	0	0.02	0	0	0
	I4.6	-116.792	31.836	0	0	0	0.08	0	0	0.05	0.09	0	0	0.04	0	0.02	0
	I4.6	-116.792	31.836	10	0	0	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
	I4.6	-116.792	31.836	20	0	0	0	0.03	0	0.04	0	0	0	0.03	0	0	0.06
	I4.3	-116.769	31.870	0	0	0	0.05	0	0	0.05	0.05	0	0	0.02	0	0	0.01
	I4.3	-116.769	31.870	10	0	0	0.05	0	0	0.04	0	0	0	0.08	0	0	0.03
	I4.3	-116.769	31.870	20	0	0	0.05	0	0	0.05	0.07	0	0	0.02	0	0	0.06
	I4.1	-116.754	31.89	0	0	0	0	0.02	0.03	0.06	0	0	0	0	0	0.01	0
	I4.1	-116.754	31.89	10	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.06
	I4.1	-116.754	31.89	20	0	0	0	0.04	0.01	0.03	0.05	0	0	0	0	0.03	0

	E4.1	-116.787	31.932	0	0	0	0.03	0	0	0.05	0	0	0	0.06	0	0	0.04
	E4.1	-116.787	31.932	10	0	0	0.07	0	0	0.06	0	0	0	0.09	0	0	0.02
	E4.1	-116.787	31.932	20	0	0	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0	0	0	0.05	0
	E4.2	-116.81	31.919	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0.02	0.04
	E4.2	-116.81	31.919	10	0	0	0.04	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0.02	0.02
	E4.2	-116.81	31.919	20	0	0	0.05	0	0.06	0.03	0.02	0.03	0	0	0	0.06	0
	E4.3	-116.85	31.907	0	0	0	0.06	0	0	0.04	0.02	0	0	0.04	0.01	0	0
	E4.3	-116.85	31.907	10	0	0	0.05	0	0	0.03	0.01	0.01	0	0.04	0.01	0	0.01
	E4.3	-116.85	31.907	20	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0.07	0	0.08

Anexo VI: Se presenta la tabla con donde fueron identificados los pigmentos marcadores en mayor/menor de los diferentes grupos fitoplanctónicos. Según Jeffrey y SW. Y Wright S.W., 2005.

Tabla 3. Pigmentos identificados en BS y clasificados de acuerdo a Jeffrey SW y Wright SW., 2005 como pigmentos marcadores, mayores y menores por grupos de fitoplancton.

	Pigmento marcador/mayor en:	Pigmento menor en:
FUC	Diatomeas	Primnesiofitas, Crisofitas
PER	Dinoflagelados	---
HF	Primnesiofitas	Algunos Dinoflagelados
ZEA	Cianofitas (cianobacterias)	Proclorofitas, clorofilas, prasinofitas
BF	Primnesiofitas	Crisofitas
VIO	Clorofitas, Prasinofitas	Eustigmatofitas
PRAS	Prasinofitas	---
ALO	Criptofitas	---
NEO	Prasinofitas	Clorofitas
LUT	Prasinofitas	Clorofitas
β-CAR	----	Cianofitas. Proclorofitas, entre otros.
CHL b	Prasinofitas	Cianofitas
DIAT	Diatomeas, dinoflagelados, Primnesiofitas, crisofitas.	
DIAD	Diatomeas, dinoflagelados, Primnesiofitas, crisofitas.	
CHL a	En todas las microalgas, incluyendo cianobacterias y exceptuando a Proclorofitas.	