

1997B-2002B

394202272

093772075

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**



**EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA BIOMASA DEL
FITOPLANCTON Y NUTRIENTES, EN LA COSTA CENTRAL
DE JALISCO Y MANZANILLO, COLIMA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE
TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTAN
MARIA ALEJANDRA BLANCO ALONSO
JORGE MADRID HERNANDEZ**

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., ENERO DE 2004



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

CC. MA. ALEJANDRA BLANCO ALONSO Y JORGE MADRID HERNÁNDEZ
PRESENTE.

Manifiestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS E INFORMES opción Tesis con el título "Evaluación Espacio-Temporal de la Biomasa del Fitoplancton y Nutrientes, en la Costa Central de Jalisco y Manzanillo, Colima", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo les informamos que ha sido aceptado/a como Director de dicho trabajo el/la M.C. ELVA GUADALUPE ROBLES JARERO y como Asesor(es) M.C. FAUSTO ALONSO ARCE DUARTE.

ATENTAMENTE

"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal., 31 de marzo de 2003



DRA. MÓNICA ELIZABETH RÍO JAÍMES
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

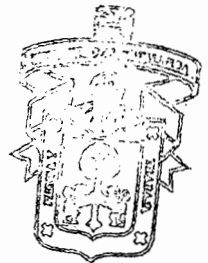
c.c.p. M.C. ELVA GUADALUPE ROBLES JARERO.-Director del Trabajo

c.c.p. M.C. FAUSTO ALONSO ARCE DUARTE.- Asesor del Trabajo

c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHU/mam

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.



BIBLIOTECA CENTRAL

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Titulación en la modalidad de Tesis, que realizaron los pasantes, María Alejandra Blanco Alonso, código 394202272 y Jorge Madrid Hernández, código 093772075, con el título "Evaluación Espacio- temporal de la Biomasa del Fitoplancton y Nutrientes, en la Costa Central de Jalisco y Manzanillo Colima", consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y, en su caso, programación de fecha de examen respectivo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jalisco a 4 de diciembre del 2003.

EL DIRECTOR DEL TRABAJO



EL ASESOR

ELVA GISELA ROJAS
NOMBRE Y FIRMA

COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

FAUSTO ALONSO ARCE DUARTE
NOMBRE Y FIRMA

SINODALES

- 1.- M.C. ILDEFONSO ENCISO PADILLA
NOMBRE COMPLETO
- 2.- M.C. MA. DEL REFUGIO MORA AVARRO
NOMBRE COMPLETO
- 3.- M.C. AURORA ROSAS RAMIREZ
NOMBRE COMPLETO
- 4.- Q.F.B. CINTHYA TEMORES RAMIREZ
NOMBRE COMPLETO

Vocal
FIRMA

PRES.
FIRMA

SR10
FIRMA

FIRMA

ÍNDICE

1. INTRODUCCION.	1
2. ANTECEDENTES	4
3. ÁREA DE ESTUDIO	7
4. OBJETIVOS	10
4.1. OBJETIVOS GENERAL	10
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
5. HIPÓTESIS	10
6. MATERIALES Y MÉTODOS	11
6.1. ACTIVIDADES EN CAMPO	11
6.2. ACTIVIDADES DE LABORATORIO	12
6.3. TRABAJO DE GABINETE	12
7. RESULTADOS	13
7.1. BIOMASA CLOROFILA "A"	13
7.2. NUTRIENTES	15
7.2.1. NITRATOS Y NITRITOS	15
7.2.2. FOSFATOS	17
7.3. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	18

7.3.1. TEMPERATURA	18
7.3.2. SALINIDAD	18
7.3.3. OXIGENO	19
7.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
8. DISCUSIÓN	21
8.1. BIOMASA	21
8.2. NUTRIENTES	22
8.3. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	27
8.3.1. TEMPERATURA	27
8.3.2. SALINIDAD	28
8.3.3. OXÍGENO	28
9. CONCLUSIONES	30
10. RECOMENDACIONES	31
11. BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	37

AGRADECIMIENTOS

A la M. en C. Elva G. Robles Jarero, por brindarnos la oportunidad de realizar la tesis dentro de su proyecto.

A nuestro asesor el Doctor Fausto Arce Duarte, por todo el apoyo y conocimiento otorgado para el desarrollo del presente trabajo.

Al instituto de Oceanografía de Manzanillo Colima, al teniente Gabriel Ramírez y al teniente Limón por su valiosa ayuda.

A los pescadores de Bahía Chamela Jalisco y Manzanillo Colima, en especial a Don Margarito Hernández por su tiempo y apoyo para la realización de este trabajo.

Al departamento de ecología de la Universidad de Guadalajara a cargo del Doctor Eulogio Pimienta Barrios, a Maru y a Blanca, por su ayuda en el laboratorio y disposición.

A el Laboratorio de Ecosistemas Marinos, a Martín Huerta, a Ernesto, Al, y por ayudarnos en los muestreos, a Cristian por ayudarnos a filtrar, a Carla y Dalila por ayudarnos en los muestreos.

A nuestras compañeras del proyecto Claudia y Karina, por todas las horas de muestreo, por su ayuda con los filtros y por su amistad.

A la Doctora Anne y Ramón por ayudarnos con los materiales que nos hacían falta.

A la Reserva de la Biosfera Chamela- Cuitzmala por facilitarnos los datos de la estación meteorológica.

A Martín Huerta por su ayuda con los anales estadísticos.

A todos aquellos que de una forma u otra ayudaron en la realización de esta Tesis.

Jorge.

A mis amigos Claudia, Karina, Ildelfonso, Rodolfo, Luzmila, Flor, Juan, Fabián y Omar.

Alejandra.

A mis amigas, Erika, Silvia, Leyla, Danae, Esmeralda, por estar conmigo siempre. A Jorge por aguantarme y su esfuerzo para que este trabajo llegara hasta aquí. A Ale Sánchez- Gil por su ayuda con la tecnología moderna. Y al González, por TODO.

DEDICATOTIA

Jorge

A mi Padre por el gran sacrificio que hizo y el apoyo incondicional que me dio para que pudiera realizar mi carrera, y a mi madre por su amor, paciencia y apoyo.

Ale

A mis padres y hermanos

1. INTRODUCCION

El fitoplancton representa una comunidad heterogénea de microalgas capaces de sintetizar su propia biomasa, con ayuda de la energía solar y ciertos nutrimentos (Barreiro Güemes y Signoret Poillon, 1999). Constituye la base de las redes tróficas de los ambientes acuáticos epicontinentales y marinos y es el principal productor primario de estos ecosistemas (Levinton, 1982).

Las microalgas varían enormemente en sus tallas y de acuerdo a éstas se conocen generalmente como microfitorplancton ($> 20 \mu\text{m}$), nanofitorplancton ($< 20 - 2 \mu\text{m}$) y picofitorplancton ($< 2-0.2 \mu\text{m}$). El fitoplancton de aguas costeras está sujeto a una dinámica muy particular, debido a su distribución en parches y a las variaciones día a día y estacionales puede variar en lapsos de unas pocas horas por procesos de mezcla, eventos de surgencias, corrientes y mareas, predominando generalmente en estas condiciones inestables el microfitorplancton (Malone, 1971,1980; Robles-Jarero y Lara-Lara, 1993).

El fitoplancton marino se distribuye en las capas superficiales del océano, donde realiza el proceso de fotosíntesis en la región conocida como zona eufótica, que comprende desde la superficie hasta donde la penetración de la luz solar alcanza aproximadamente el 1% de intensidad luminosa (Millán- Núñez y Lara- Lara. 1992).

La biomasa fitoplanctónica o peso de la materia viva por unidad de superficie (concentración de clorofila "a") junto con la productividad primaria es una de las variables ecológicas más importantes para determinar la fertilidad en el océano (Lara- Lara, *et al.*, 1993). La biomasa puede ser estimada además mediante conteo directo de células, por el peso húmedo (biovolumen) y el peso seco o peso de las cenizas (Brower *et al.*, 1997; Barreiro-Güemes y Signoret-Poillon, 1999).

Los principales factores responsables de la producción de la biomasa son la cantidad y calidad de luz y los nutrimentos, pero también influyen factores como la temperatura, el oxígeno disuelto y la salinidad (Levinton, 1982).

La disponibilidad de luz para las células puede variar debido a la profundidad y turbidez del agua. Las microalgas fotosintéticas aprovechan la energía luminosa en el rango visible de 400 a 700 nm, por medio de sus pigmentos fotosintéticos, clorofila "a" en su mayoría, así como clorofilas "b" y "c" que absorben en longitudes mayores a los 600 nm y una gran cantidad de pigmentos accesorios absorbiendo en longitudes menores a los 600 nm, empleando la incidencia del espectro visible (Levinton, 1982).

La energía luminosa es transformada a energía química para el ensamblaje de moléculas más grandes necesarias para su crecimiento (Lara- Villa, *et al.* 1996). La intensidad de la incidencia de la radiación solar es tan fuerte cerca de la superficie que la fotosíntesis puede ser inhibida mediante el blanqueamiento de los pigmentos fotosintéticos como la clorofila "a", disminuyendo la producción.

Entre los nutrientes requeridos para el proceso fotosintético se encuentran el fósforo y el nitrógeno como elementos indispensables, pues éstos forman proteínas y ácidos nucleicos, lo mismo que el carbono y el hidrógeno, solamente que éstos dos últimos son abundantes en la naturaleza, y el fósforo y el nitrógeno pueden ser limitados por consumo, actividad bacteriana o precipitación química (Boney, 1979).

La disponibilidad de nutrientes en el mar, depende de los ciclos de los mismos, y de los procesos de intercambio, como las surgencias y la mezcla por viento. El tiempo que duran los nutrientes disueltos en el agua, es sólo una parte de su ciclo, y se le llama tiempo de residencia, estos tiempos varían según el elemento y dependen del grado en que entren en los procesos biológicos o físicos. (Becerra Rodríguez, 1995) (Ver anexo 1 y 2).

Otro factor importante es la temperatura ya que junto con la salinidad, determina la solubilidad del oxígeno del agua. La temperatura regula las funciones metabólicas de los organismos y por lo tanto, tiene un efecto directo en su crecimiento, maduración y reproducción (Valdéz Holguín y Martínez Córdova, 1993).

La distribución de la temperatura en aguas superficiales está regida por la latitud geográfica, las estaciones del año, las corrientes y la mezcla de la columna de agua (Panzarini, 1967, en Becerra Rodríguez, 1995). En la mayor parte de las zonas tropicales y subtropicales la estructura térmica se caracteriza por una capa de mezcla en la que la temperatura es constante, seguida por una termoclina muy fuerte (disminución de la temperatura) y una capa sub-superficial donde la temperatura también decrece pero a intervalos mucho menores que en la termoclina (Wirtki, 1968).

La variabilidad del plancton en un ciclo estacional ocurre geográficamente, a escala global se ha estimado que las zonas frías son más productivas que las tropicales. Levinton (1982), menciona que en zonas templadas se observan dos picos de producción de fitoplancton, uno mayor en primavera y uno menor en otoño, con un solo pico de zooplancton en el verano, y para las zonas tropicales establece que no hay picos marcados de producción. No obstante, en las zonas tropicales los procesos son más rápidos y la tasa de crecimiento es mayor que en las aguas frías. En aguas tropicales, el plancton es más profundo debido a que existe una mayor penetración de la luz. Por ello, la menor productividad de las aguas tropicales respecto a las templadas es aparente (Lara Villa, *et al.* 1996).

2. ANTECEDENTES

En sus inicios el estudio formal del fitoplancton marino en México sólo fue descriptivo y más tarde cuantitativo en espacio y tiempo.

Para la zona de estudio no existen trabajos previos de perfiles de biomasa fitoplanctónica, sólo se tienen algunos registros puntuales y esporádicos de zonas cercanas, como el de Zuria Jordan *et al.*, (1995) realizado en Cabo Corrientes, Jalisco, mediante imágenes de satélite, por el Sensor Coastal Zone Color Scanner, donde se reportan altas concentraciones de clorofila "a" de enero a mayo con una variación entre los 5 y 8 mg-m⁻².

Entre los trabajos reportados para el Pacífico Tropical Mexicano, se encuentran el de Otero-Dávalos en 1981, en Bahía Chamela Jalisco, donde se registraron datos de productividad primaria y biomasa más no un perfil anual, el de León Álvarez (1983) sobre la composición del fitoplancton y su relación con parámetros físicos; el de Colombo Rivas (1986) sobre composición y abundancia del microfitoplancton de Bahía Chamela y el estudio de Bravo Sierra (1999), sobre la composición del fitoplancton de red en Bahía de Banderas, Jalisco. Para la costa de Colima, existen algunos trabajos relacionados con la hidrología de las Bahías de Manzanillo y Santiago (Morales Blake, 1991) así como el registro de mareas rojas en estas bahías (Morales Blake *et al.*, 2000; y Figueroa Torres-Zepeda, 2000). Simultáneamente a este estudio se realizaron otros tres relacionados con la composición y abundancia del fitoplancton de red (Esqueda Lara, 2003), con la variabilidad espacio temporal del zooplancton (Briceño Avena, en proceso) y del ictioplancton (Silva Segundo, 2003).

En otras zonas de nuestro país los estudios han sido más continuos y permanentes, como ejemplo, la costa del Pacífico Norte y Golfo de California, donde se han estimado desde la composición florística (Hernández Beceril, 1987b; 1989; 2000), hasta la variación de la biomasa y productividad primaria fitoplanctónica (Hernández-Beceril, 1987; Valdéz Holguín y Lara-Lara, 1987; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Lara-Lara *et al.*, 1993; Millán Núñez *et al.*, 1998), en aguas oceánicas y lagunas costeras (Gómez Aguirre, 1974; Valdéz-

Holguín y Martínez-Córdova, 1993; González Morales *et al.*, 1993), y más recientemente se han obtenido resultados de variabilidad en la biomasa fitoplanctónica en modelos apoyados en datos de pigmentos obtenidos a través de imágenes de satélite (Hidalgo González y Álvarez Borrego, 2000).

En estudios sobre perfiles de clorofila "a" se encuentra el de Millán-Núñez y Rivas-Núñez (1983), que realizaron una serie de tiempo en 32 estaciones en la Bahía de Todos Santos a 3 profundidades 0, 10 y 30 metros. Los autores reportan que los valores de temperatura se incrementaron del centro de la bahía hacia la costa, y las concentraciones de clorofila "a" decrecieron del centro hacia la costa.

Otro estudio en esa zona fue el de Muñoz-Barbosa y Gaxiola-Castro (1987) donde la concentración de clorofila del seston y la productividad primaria del fitoplancton se muestrearon durante nueve días de febrero y marzo de 1987, para describir su variabilidad en un punto de la Bahía de los Ángeles. La clorofila "a" tuvo mayores concentraciones en mareas vivas con un intervalo de variación en la serie de tiempo entre 0.25 a 9.70 mg m⁻³. La productividad primaria se incrementó de mareas vivas transicionales, a mareas muertas, con valores de 115, 243 y 337 mg C m⁻² por hora, respectivamente. El transporte horizontal y la mezcla vertical originadas por el efecto del viento parecen ser los factores principales que regulan la variabilidad de la biomasa y la productividad primaria del fitoplancton en la bahía.

Matus-Hernández, *et al.*, (1995), realizaron un estudio de la productividad primaria por clases de tamaño en la Bahía de Todos los Santos, Baja California, México. Los valores de clorofila "a" integrada variaron entre los 20 a 520 mg m⁻², el 75% de la biomasa fue aportada por el nanofitoplancton. Se reportaron grandes fluctuaciones en los días que duró el estudio, las cuales se asocian a foto-inhibición en la superficie y a la turbidez de la zona eufótica, por el registro de abundancia de nutrientes y por otro lado la presión de pastoreo del zooplancton.

Un estudio similar, se llevó a cabo en el Pacífico Sur, específicamente en el Golfo de Tehuantepec, donde Robles-Jarero y Lara-Lara (1993), registraron una variación de 4.5 a 135.5 mg m⁻² de clorofila "a", donde la contribución de aproximadamente un 70% de esta biomasa es aportada por la fracción correspondiente al nanofitoplancton.

Las investigaciones sobre biomasa y productividad fitoplanctónica actualmente se enfocan sobre aspectos de su dinámica, experimental y evolutiva mediante innovaciones tecnológicas como la satelital, de superficie y a distintas profundidades desde buques oceanográficos (B/O) con equipo sofisticado en óptica electrónica y de biología molecular (Gómez Aguirre, 2000).

3. ÁREA DE ESTUDIO

Las costas de Jalisco y Colima se encuentran comprendidas desde los $19^{\circ}36'57''$ latitud Sur y los $19^{\circ}04'26''$ latitud Norte y los $105^{\circ}12'22''$ hasta los $104^{\circ}20'00''$ de longitud Oeste. La línea litoral de esa región del Pacífico Tropical Mexicano presenta una heterogeneidad en la fisiografía por sus bahías, estuarios y lagunas costeras donde existen zonas de playa arenosas y zonas de playas rocosas así como una gran cantidad de acantilados (Reserva de la Biósfera Chamela- Cuiztmala, 2003).

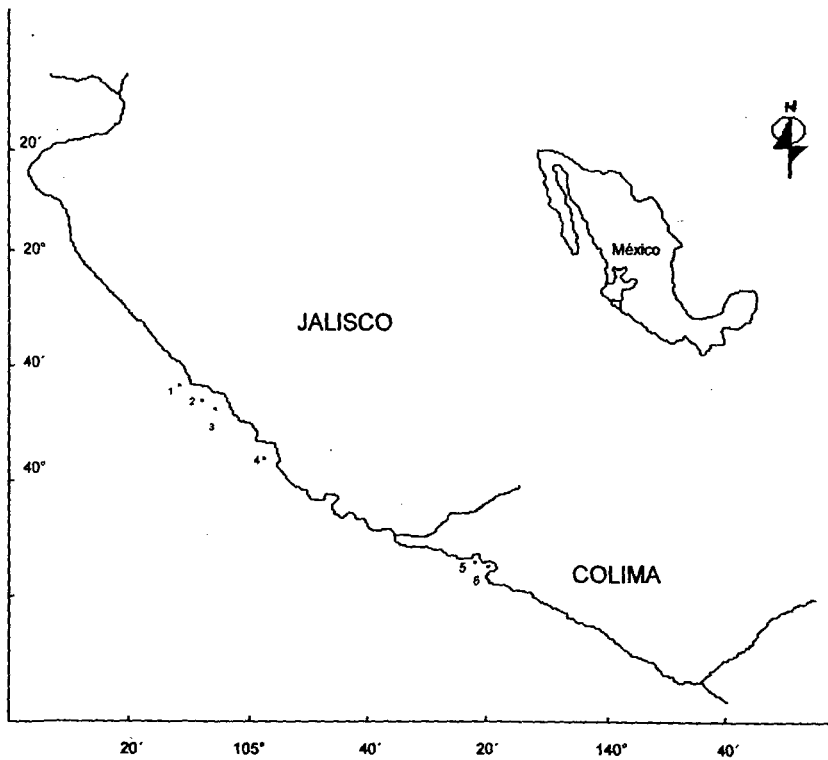


Figura 1. Localización del área de estudio. 1.- La Soledad, 2.- El Púlpito, 3.- Isla Pajarera, 4.- Careyes, 5.- Bahía Santiago, 6.- Bahía Manzanillo.

La región se caracteriza por presentar vegetación de bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio y humedales, predominando el clima cálido subhúmedo, con una marcada estacionalidad. La sequía se presenta de noviembre a junio, algunas veces interrumpida por lluvias ligeras o fuertes en diciembre o enero.

El promedio de días con lluvia apreciable es de 52, con más o menos 5 lluvias fuertes. Los ciclones pasan paralelos a la costa. La precipitación promedio entre 1977-1999 fue de 731 mm, con un total de 1393.6 mm (1992) en el año más lluvioso y 451.9 mm (1986) en el más seco. La temperatura promedio anual es de 22.1°C y la máxima promedio es de 30.3°C. (Reserva de la Biósfera Chamela-Cuitzmalá, 2003).

Las costas de Jalisco y Colima, presentan características fisicoquímicas muy particulares debido a que cerca de ahí convergen tres sistemas de corrientes oceánicas superficiales que influyen hasta los primeros 500 metros de profundidad. La corriente de California, la cual es fría y de baja salinidad y fluye en dirección Sur; la corriente Costanera de Costa Rica, cálida, que fluye hacia el norte; y el agua del Golfo de California, cálida y densa, que es transportada hacia el sur. Estas tres corrientes convergen en un punto para unirse a la corriente Norecuatorial (Wirtki, 1965).

Según Wirtki (1965) en esta zona del Pacífico Tropical Mexicano, se recibe influencia alternada de las corrientes, de agosto a diciembre la Corriente Norecuatorial está totalmente desarrollada y penetra entre los 10° y 20° latitud Norte, de febrero a abril, la corriente de California es fuerte, baja más al sur y suple a la Corriente Norecuatorial, la cual en esta época del año está completamente ausente entre los 10° y 20° latitud norte, y durante mayo a julio la Corriente de California se hace aún más fuerte y llega lejos al Sur, pero no penetra mucho en el Pacífico Tropical Mexicano, constituye el afluente principal de la Corriente Norecuatorial.

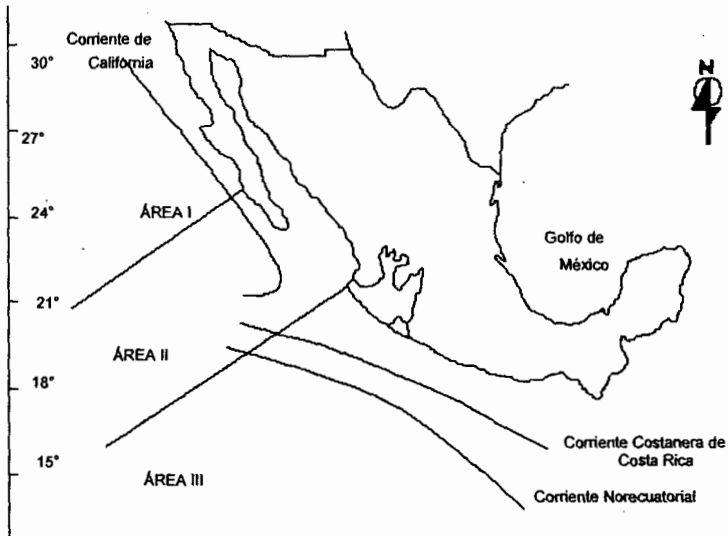


Figura 2. Sectorización y corrientes oceánicas del Pacífico Mexicano

La circulación costera del Pacífico Tropical Mexicano no está descrita con suficiente información. La franja adyacente a la costa, por lo general presenta aspectos topográficos locales que requieren de estudios detallados para establecer un cuadro aceptable de circulación (De la Lanza, 1991).

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVOS GENERAL

Estimar la variación espacio temporal de la producción de biomasa fitoplanctónica en la zona de estudio.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1- Determinar la relación que existe entre la producción de biomasa fitoplanctónica y la disponibilidad de nutrimentos en la zona de estudio.
- 2- Determinar la influencia de factores abióticos en la biomasa fitoplanctónica.

5. HIPÓTESIS

Ho. No existe una diferencia significativa en la variación espacio temporal de la biomasa fitoplanctónica del área de estudio.

Ha. La variación espacio temporal de la biomasa fitoplanctónica es significativa durante el ciclo anual.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Actividades en Campo.

Se realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual de julio de 2001 a junio de 2002, en 6 localidades referenciadas por el geoposicionador GPS 12XL GARMIN, 4 de estas localidades se ubican en la costa central del estado de Jalisco y las otras 2 en las Bahías de Santiago y Manzanillo, Colima, respectivamente. En cada una de estas localidades se obtuvieron muestras de agua, en cinco niveles de la columna a: 0, 5, 10, 15, y 20 m.

Cuadro 1. Georreferenciación de las estaciones de muestreo

<i>Estación</i>	<i>Nombre</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
1	Soledad	19°36'57"	105°12'22"
2	Púlpito	19°33'57"	105°08'45"
3	I. Pajarera	19°32'45"	105°07'13"
4	Careyes	19°25'49"	105°03'32"
5	Santiago	19°05'45"	104°22'18"
6	Manzanillo	19°04'16"	104°20'00"

El agua de cada nivel se colectó por medio de botellas oceanográficas tipo Niskin de 5 litros de capacidad; obteniendo muestras para análisis de biomasa, en botellas de 2 litros protegidas de la luz, y agua para análisis de nutrientes (nitratos, nitritos y fosfatos) en recipientes de 500 ml. El agua colectada para análisis de biomasa fue inmediatamente filtrada en campo, utilizando filtros GF/F Wattman de fibra de vidrio, de 25 mm de diámetro y 0.45 μ m de poro, a través de un sistema Millipore. El agua colectada para los análisis de nutrientes fue inmediatamente congelada, por medio de hielo seco, y al llegar al laboratorio las muestras se almacenaron a -4°C, para su posterior análisis.

Se registraron además los datos de temperatura y oxígeno disuelto de cada nivel, utilizando un oxímetro YSI modelo 55 y la salinidad mediante un

refractómetro American Optical. Se consideraron otros datos como profundidad Secchi, altura de la ola, velocidad y dirección del viento y cobertura de nubosidad.

6.2. Actividades de Laboratorio.

Las muestras de clorofila previamente filtradas en campo, se analizaron mediante el método espectrofotométrico de Strickland y Parsons (1972), y las muestras de nutrientes a través del método espectrofotométrico de Parsons, Maita y Lalli (1989), utilizando un espectrofotómetro HACH DR/2010.

6.3. Trabajo de Gabinete.

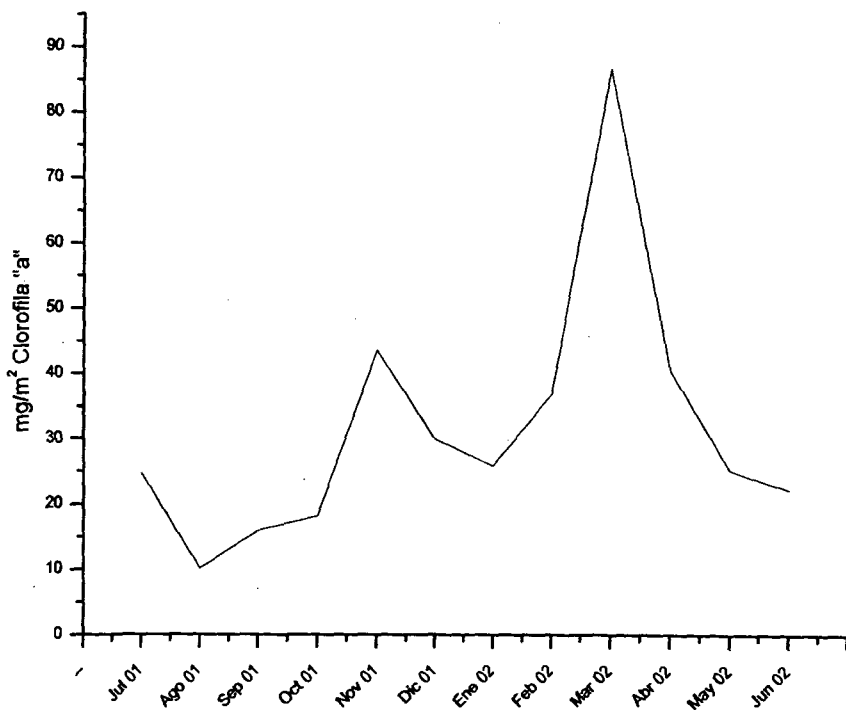
Una vez obtenidos los datos de clorofilas se aplicó un análisis de varianza de dos vías (bloques) para identificar las variaciones entre meses y niveles.

Para los datos de nutrientes se utilizó una correlación de Pearson, (estadística paramétrica) y un análisis de regresión múltiple para ver si existe una relación entre estos datos y clorofilas.

7. RESULTADOS

7.1. BIOMASA CLOROFILA "a".

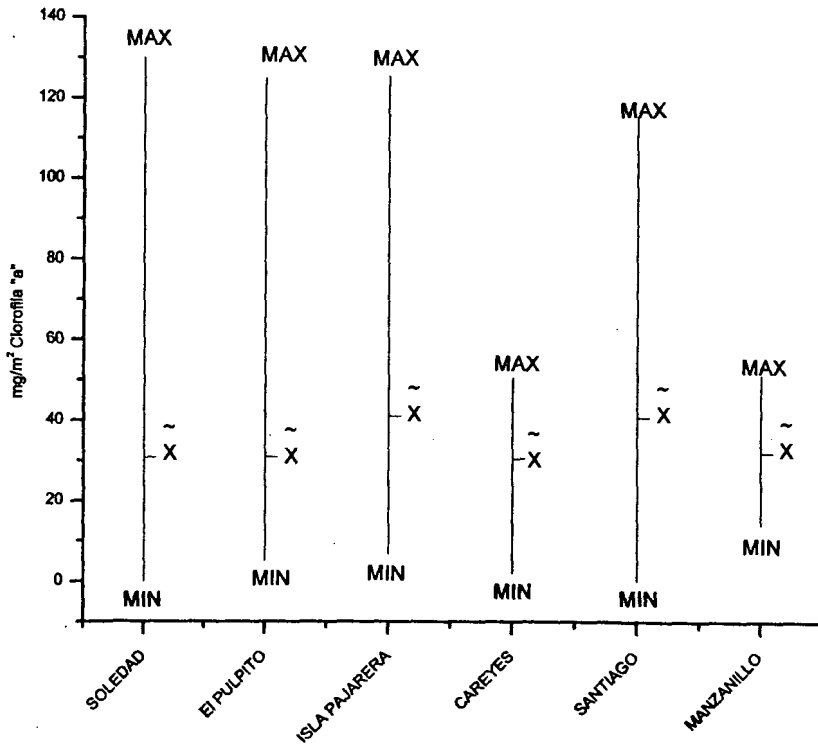
De julio de 2001 a junio de 2002, los valores promedio de Clorofila "a" integrada (valor de la clorofila en toda la columna de agua = área), variaron desde 10.1 mg m^{-2} en el mes de agosto a 107.5 mg m^{-2} , en el mes de marzo. La menor producción de Clorofila "a" ocurrió en el verano de 2001, en los meses de agosto, septiembre y octubre y la mayor producción de Clorofila "a" se registró en noviembre de 2001 (otoño) y marzo de 2002 (primavera) (ver grafica 1).



Gráfica 1. Promedio de la Clorofila "a" integrada. en el periodo
Jul 01- Jun 02

Los valores promedios más altos por estación de Clorofila "a" integrada, se registraron en Isla Pajarera, Jalisco y Bahía de Santiago, Colima con 41 mg m^{-2} y 36.8 mg m^{-2} , respectivamente. Sin embargo, en la estación de la Soledad se registraron los máximos valores puntuales o *in situ*, en el mes de marzo de 2002, entre los niveles 2 y 3, con registros de 10.2 mg m^{-3} .

En contraste, los valores de menor producción promedio anual de Clorofila "a" integrada, se registraron en Careyes, Jalisco con un valor de 30.5 mg m^{-2} y los valores puntuales menores durante el año se presentaron en el mes de agosto con registros indetectables por el método para las estaciones de La Soledad y Bahía de Santiago (ver grafica 2)



Gráfica 2. Máximos- mínimos y promedio anual de Clorofila "a" integrada por estación

En las estaciones de Jalisco, la máxima producción (119.65 mg m^{-2}) se observó en marzo y la menor producción (5.2 mg m^{-2}) en agosto. Los datos muestran un registro mayor de producción en el nivel tres (10 metros de profundidad) después desciende conforme aumenta la profundidad (ver anexo 4).

En Colima, se registró la máxima producción de Clorofila "a" en el mes de abril con 83.3 mg m^{-2} y la producción mínima en el mes de septiembre con 17.8 mg m^{-2} (ver anexo 3). En el mes de diciembre no fue posible muestrear las estaciones de Colima y en mayo no se obtuvo información de Bahía Manzanillo. (Ver comportamiento anual por estación y nivel: anexos 6-17).

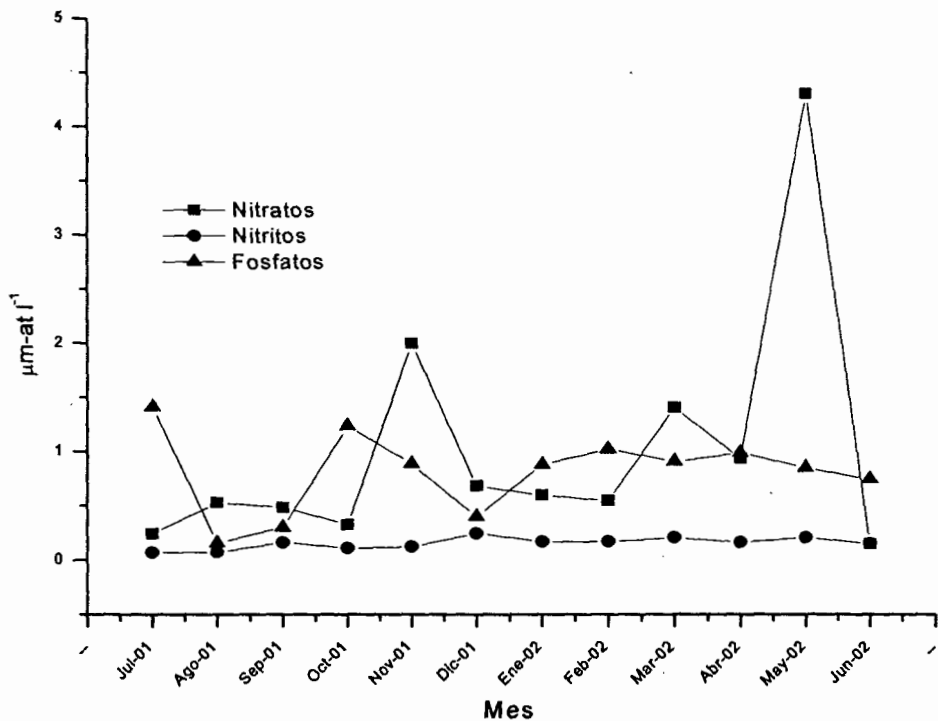
Con respecto a los perfiles de biomasa, los picos máximos de Clorofila "a", se observaron en los tres primeros niveles de muestreo con un promedio máximo a los 15 metros de profundidad, (1.9 mg m^{-3}) disminuyendo notablemente la producción de Clorofila "a" a los 20 m de profundidad (ver anexo 5).

7.2. NUTRIENTES.

7.2.1. NITRATOS y NITRITOS.

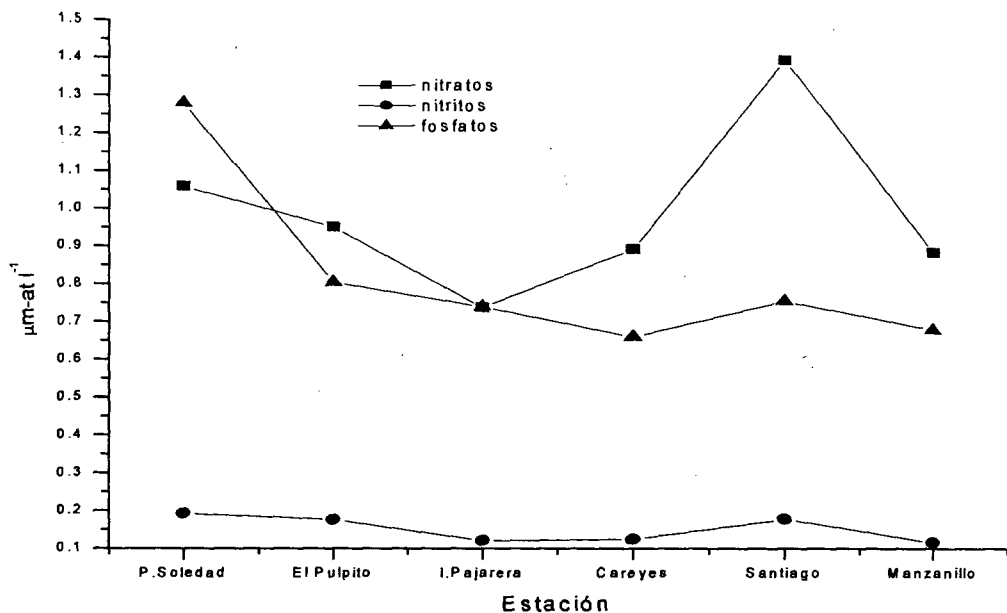
Los valores de nitratos variaron desde 0.004 a $14.7 \mu\text{-at} \cdot \text{l}^{-1}$ en los meses de febrero y mayo, respectivamente. Los nitritos tuvieron registros de 0.007 a $0.7 \mu\text{-at} \cdot \text{l}^{-1}$ siendo mínimos en mayo y altos en diciembre (ver anexo 23 y 24), (ver grafica 3)

Las concentraciones más altas de nitratos ($14.7 \mu\text{-at} \cdot \text{l}^{-1}$), por estación se observaron en Bahía de Santiago, Colima, y las de nitritos ($0.835 \mu\text{-at} \cdot \text{l}^{-1}$) en Careyes, Jalisco. Los valores de nitratos y nitritos más bajos o indetectables por el método, se presentaron durante todo el año en todas las estaciones (ver grafica 3)



Gráfica 3. Concentración de nutrientes promedio durante el Periodo Jun2001- Jul 20002

Los valores de nitratos aumentaron su concentración en razón de la profundidad presentándose este patrón durante todo el año (grafica 4). Los valores más altos de nitritos se registraron en los 15 metros de profundidad (nivel 4), después descendió la concentración (ver anexo 23 y 24)



Grafica 4. Concentración promedio de nutriente por Estación.

7.2.2. FOSFATOS.

Los valores de fosfatos oscilaron desde indetectables en el mes de septiembre, hasta los $18.3 \mu\text{m-at.l}^{-1}$ en el mes de julio. Los valores más altos de fosfatos ($18.3 \mu\text{m-at.l}^{-1}$) se registraron en la estación de La Soledad, Jalisco, y los más bajos en Bahía Santiago, Colima (Ver anexo 23 y 24).

En cuanto a la profundidad, a los 10 m o nivel 3, se observaron los valores más altos, a partir de ahí hubo una tendencia donde la concentración fue menor con respecto a la profundidad (ver anexo 18).

7.3. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.

Los parámetros fisicoquímicos, variaron en función de la profundidad, a mayor profundidad, representaron valores menores, solo en algunos meses como julio, agosto y septiembre, los valores se presentaron uniformes en toda la columna.

7.3.1. TEMPERATURA.

Durante el año muestreado se registraron las temperaturas mínimas en el mes de diciembre con temperaturas de 19.5°C a 25°C y las máximas temperaturas se registraron en el mes de septiembre con temperaturas de 26.5°C a 30 °C.

La temperatura varió en el año, en razón de la profundidad, a mayor profundidad menor temperatura (ver anexo 19), aunque en la mayoría de los meses la temperatura entre el nivel más superficial (0m) y el más profundo (20m) presentó una oscilación térmica (el valor mayor menos el valor menor registrado) por debajo de los 5.5°C (Ver anexo 27-29). Los meses donde se observó una oscilación mayor en la columna de agua fueron, noviembre con 9°C (Manzanillo), abril con una oscilación de 7.5°C y octubre donde se presentó la mayor oscilación de 18.5°C (Manzanillo)

7.3.2. SALINIDAD.

La variación de la salinidad en todo el año fue de 30 a 36 ppm. También varió en función de la profundidad, a mayor profundidad menores valores de salinidad (ver anexo 20). Se observó una variación de 4 ppm casi todo el año entre el nivel más superficial (0m) y el más profundo (20m) (Ver anexo 25-27). La mayor oscilación se presentó en el mes de noviembre y fue de 6 ppm.

7.3.3. OXIGENO.

Los valores de oxígeno disuelto variaron de 2 a 11.32 ml l⁻¹ (ver anexo 25-27), presentando el valor mínimo el mes de noviembre y los mayores los meses de junio y julio.

La oscilación de los valores de oxígeno fue en relación de la profundidad (Ver anexo 21), al igual que los demás parámetros, a mayor profundidad menor concentración, sin embargo, la variación mensual es muy heterogénea, presentándose una mayor oscilación en noviembre con 7 ml l⁻¹ y la menor en septiembre con una variación de solo 2 ml l⁻¹

7.4. Análisis estadístico.

Se aplicó una prueba estadística de análisis de varianza de dos vías, para comprobar la existencia de diferencias significativas entre los valores de clorofila "a" para cada una de las 6 estaciones muestreadas, también para los 5 niveles de profundidad de cada estación. Los resultados fueron los siguientes:

No se encontraron diferencias significativas para los valores de clorofila "a" entre cada estación ni entre los 5 niveles de profundidad en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, enero, marzo, mayo y junio.

Febrero fue el único mes que registró diferencias significativas tanto entre estaciones como en los niveles muestreados

Para los meses de diciembre (F=20 y P=0.00005) y abril (F=3.4 y P<0.01), los resultados de la prueba aplicada encontró diferencias significativas para los valores de clorofila "a" entre cada estación, pero no para los niveles.

En noviembre, sólo se encontraron diferencias significativas entre niveles de profundidad con un valor de F=3.51 y P=0.02.

Los resultados de las pruebas aplicadas encontraron que la estación de Isla Pajarera fue la que más veces tuvo diferencias significativas en comparación con otras estaciones.

Cuadro 2. Resultado análisis estadístico, significancia y valores obtenidos.

Meses	Estaciones	Niveles
J, J, A, S, O, E, M, M	No	No
Febrero	Si ($P \leq 0.0001$ $F=9.28$)	Si ($P=0.02$ $F=3.49$)
Dic. Abril	Si ($P=\text{Abr.} \leq 0.0001/\text{Dic.} 0.01$ $F= \text{Abr. } 20/ \text{Dic.} 3.94$)	No
Nov.	NO	Si ($P=0.02$ $F=3.51$)

Para el análisis estadístico de los datos, se empleó una prueba de regresión lineal, para comprobar si existía una relación entre la concentración de nutrientes (nitratos, nitritos y fosfatos) con los valores de clorofila "a". La prueba se aplicó entre las 6 estaciones muestreadas, para cada mes.

La regresión lineal aplicada para determinar la relación entre las concentraciones de clorofila y nutrientes resulto en valores no significativos estadísticamente durante todo el año.

8. DISCUSIÓN

8.1. BIOMASA

Levinton (1982) y Nibakken (1997), además de otros autores establecen que la producción de biomasa de fitoplancton para las zonas tropicales, es constante durante todo el año y en cantidades bajas (sin picos) debido a la alta radiación solar y la estratificación tan marcada de las masas de agua, las cuales difícilmente se mezclan, es decir la capa superficial cálida, por la alta incidencia de la radiación solar y por consiguiente de baja densidad (salinidad baja), no se desplaza fácilmente y no permite que la masa de agua profunda más fría, más densa y con mayor cantidad de nutrientes, surja y aporte estos nutrientes para elevar la producción de biomasa.

Sin embargo, Nibakken (1997) aclara que este patrón es para las zonas oceánicas, y no aplica en zonas costeras, como es el caso de nuestra área de muestreo, la cual se encuentra muy cercana a la zona costera. En las zonas costeras la estratificación no es tan marcada y la mezcla se puede dar en cualquier momento, por viento, tormentas tropicales, aportes de agua dulce, etc. Además en estas zonas existen aportes de nutrientes mayores que en las aguas oceánicas, por los aportes de ríos y esteros, así como por la erosión de las zonas rocosas (impacto de las olas o viento), la excreción de diversos organismos (aves, organismos marinos), o por la muerte o procesos metabólicos de las algas macroscópicas que habitan en las zonas costeras.

Entonces no podemos basarnos en patrones preestablecidos de manera global, es necesario considerar las características específicas de la zona de estudio, que pueden variar de acuerdo a la geografía, latitud, altitud e incluso debido a fenómenos oceanográficos como huracanes y a los eventos como el Niño y la Niña.

En la región de estudio observamos dos picos de producción de biomasa, uno de mayor intensidad en marzo 2002 (primavera) y otro de menor intensidad en noviembre 2001 (otoño).

En el mes de noviembre se detectó un cambio de la temperatura muy marcado con una oscilación térmica de 9°C en 20 metros, esto podría indicar el inicio de un evento de surgencia. El viento registrado para esos días, alcanzó velocidades hasta de 20 nudos, en dirección casi paralela a la costa, lo que permitió el desplazamiento del agua superficial más cálida y a la vez el afloramiento de agua más profunda y fría, rica en nutrientes, favoreciendo el pico de producción de biomasa de este mes.

En marzo se presentó una tendencia similar a la mencionada por varios autores, un aumento de productividad en primavera, por el aporte de nutrientes de las corrientes frías, en este caso la Corriente de California, aunque no se tienen registros de que realmente esta corriente llega a latitudes tan bajas, la mayoría de los autores atribuyen este tipo de bloom fitoplanctónico en los meses de primavera al descenso de esta agua fría y rica en nutrientes.

Los valores máximos de clorofila "a", fueron de 4.89 mg-Cl"a" m⁻³, en noviembre y de 11.6 mg-Cl"a" m⁻³ en el mes de marzo, estos datos concuerdan con los registrados por Otero-Dávalos (1981), quien también reportó dos picos de producción de biomasa uno en primavera y otro en otoño, en la misma zona de estudio. Además, los valores de biomasa obtenidos en el presente estudio coinciden con valores reportados por otros autores, como Otero Dávalos, Robles Jarero, entre otros, en diversos trabajos realizados en el Pacífico Mexicano, (Cuadro 3).

De acuerdo al análisis satelital de valores de clorofila "a" de la región de estudio, indican que las concentraciones de plancton se encuentran entre las más altas del Pacífico Mexicano (Zuria_Jordan *et al*, 1995, Aguirre, 2003). Esto es debido a la presencia de numerosos afluentes fluviales y sistemas lagunares costeros que aportan material nutriente en zonas de bajas profundidades (<50 m), a los vientos favorables a las surgencias (NW) y al efecto topográfico (de saliente o de punta) que consiste en la separación de los flujos superficiales y la consecuente divergencia que ocasiona flujos verticales ascendentes.

Cuadro 3. Comparación de los resultados de Clorofila "a" con los de otros autores

saliente o de punta) que consiste en la separación de los flujos superficiales y la consecuente divergencia que ocasiona flujos verticales ascendentes.

Cuadro 3. Comparación de los resultados de Clorofila "a" con los de otros autores

AUTOR	LUGAR	AÑO	Máximo	Mínimo
Blanco Alonso- Madrid Hernández	Bahía Chamela- Manzanillo	2001/2002	11.6 mg/m ³	0 mg/m ³
Otero Dávalos	Bahía Chamela	1980	37.7 mg/m ³	0.3 mg/m ³
Robles Jarero- Lara Lara	Golfo de Tehuantepec	1991	11.1 mg/m ³	0.04 mg/m ³
Muñoz Barbosa- Gaxiola Castro	Bahía de los Ángeles	1987	9.70 mg/m ³	0.25 mg/m ³
Zuría Jordan	Bahía Banderas	1993	10 mg/m ³	0 mg/m ³

La estacionalidad de la clorofila "a" está muy ligada con el comportamiento de la termoclina, la cual, en verano-otoño se encuentra sumergida por debajo de los 50 m debido al arribo de aguas cálidas tropicales, mientras en invierno-primavera agua fría de la Corriente de California produce que la termoclina se encuentre más somera. Así, una termoclina profunda como la de verano tiene asociada menor productividad planctónica (por inhibir el paso de los nutrientes del fondo hacia la zona eufótica), mientras una termoclina somera como la de primavera tiene asociados valores mayores de clorofila "a". De esta manera, los máximos valores de clorofila "a" se observan satelitalmente en los meses de marzo, abril y primera quincena de mayo (Martínez Zatarain, en proceso), lo cual coincide con los datos puntuales obtenidos en campo.

la productividad primaria en la zona. Los años Niña, considerados con temperaturas anormalmente frías, presentan mayor actividad fitoplanctónica (mayores concentraciones de clorofila "a"), mientras en años Niño esta actividad puede verse bastante inhibida, debido a que la termoclina se hunde durante estos eventos.

La producción de biomasa en relación con la profundidad se comportó conforme a lo establecido por Matus-Hernández y Lara-Lara, 1990 donde reportan que la producción mayor de biomasa fitoplanctónica se observa entre los 10 y 20 metros de profundidad. En los resultados obtenidos en el presente estudio, los niveles con mayor concentración fueron el 3 y 4 correspondiendo a los 10 y 15 m de profundidad.

Este comportamiento puede ser atribuido a que en los niveles superficiales la radiación solar es más directa y provoca una fotoinhibición en las células del fitoplancton (Nybakken, 1997). Conforme aumenta la profundidad, los rayos solares se dispersan y la luz es atenuada, es entonces que a profundidades medias entre 10 y 50 m, la luz sea óptima para las microalgas al efectuar la fotosíntesis.

A niveles más profundos los rayos solares no son suficientes para llevar a cabo la fotosíntesis. En el trabajo realizado por Robles-Jarero y Lara-Lara (1993) reportan que la máxima concentración de clorofila "a" se presentó cuando la irradiancia solar era de 22%, ya que niveles mayores llevan a la fotoinhibición de los pigmentos fotosintéticos, y a niveles menores la energía solar no es suficiente como para activar el proceso de fotosíntesis.

De las seis estaciones muestreadas, las que registraron mayor concentración de clorofila "a", fueron, para Jalisco Isla Pajarera y para Colima Bahía Santiago. La alta producción encontrada en Isla Pajarera puede ser asociada a su proximidad a una isla pequeña que cuenta con una alta densidad poblacional de pájaros. La gran actividad biológica además de otros organismos que se refugian

y viven en las rocas de las islas, propicia el aporte continuo de materia orgánica a esta zona, incrementando la producción fitoplanctónica.

La cercanía con la línea de costa propicia una interacción con el relieve que determina procesos de acoplamiento e influye en la distribución de zonas con determinado tipo de circulación tridimensional (Martínez-Zatarain, 1998). Al tener la zona una orientación Noroeste-Sureste y la ocurrencia de vientos predominantes en primavera, influyen en movimientos ascendentes los cuales alcanzan su máxima intensidad en esta porción. Esta fisiografía particular de la zona, y la someridad de esta estación favorece la circulación de la columna de agua y también los procesos de surgencias locales, cuando la dirección y velocidad del viento son intensos. Lara-Lara y Millán-Núñez (1985) señalan en su estudio que las estaciones que se encuentran más cercanas a la costa son las que presentan mayor concentración de clorofila "a".

Es importante mencionar que en el análisis estadístico, tanto Isla Pajarera como Bahía Santiago formaron un grupo que se separó de las demás estaciones, dando como resultado las diferencias significativas entre estaciones, en los meses que estas diferencias se presentaron, esto puede ser debido a que ambas se encuentran muy cercanas a poblados. La primera es un sitio con gran actividad por continuas entradas y salidas de pescadores, donde muchas de sus actividades, como eviscerar las especies que se capturan, puedan incidir también en el incremento de biomasa de esta estación con respecto a las demás. Por otro lado, Bahía Santiago presenta también una actividad pesquera y además cuenta con un gran afluente de desechos orgánicos provenientes del drenaje de la zona Urbana.

En contraparte, la estación que presentó la menor concentración de clorofila "a" fue Careyes, probablemente por ser la estación más alejada de la costa, y contar con menores aportes por arroyos o escorrentías. En estudio simultáneo al presente, Briceño Avena (en proceso), reporta las biomásas más altas de zooplancton en esta zona, por lo que es probable que la actividad del pastoreo sea más fuerte en este sitio.

8.2. NUTRIENTES

Los valores de nutrientes presentaron una tendencia de incremento conforme aumentaba la profundidad, lo cual coincide con los reportes de varios autores (Nibakken, 2000; Levinton, 1982; Robles-Jarero y Lara-Lara, 1993).

En general, nuestro muestreo fue muy superficial razón por la cual obtuvimos concentraciones de nutrientes relativamente bajas, comparadas con los registrados por otros autores. Es probable además, que la disponibilidad sea baja por el rápido consumo de la comunidad de microalgas presentes.

Becerra (1995), señala que el amonio está presente inmediatamente después de un pico de producción, y después es oxidado a nitrito y nitrato y el fosfato es abundante cuando hay surgencia. Para el presente estudio la producción máxima de nitrato que se encontró corresponde con los meses de mayor producción de biomasa y los meses posteriores, el fosfato también corresponde a lo establecido por otros autores (Becerra Rodríguez 1995, Levinton 1982), pues una de las mayores cantidades de fosfato corresponde al periodo octubre- noviembre, el cual coincide con la disminución de la temperatura y una alta producción de biomasa, factores asociados al desarrollo de una surgencia local (Martínez Zatarain, 1998).

Los valores más altos de nitratos se registraron en el mes de mayo con una concentración de $14.7 \mu\text{m-at l}^{-1}$, en la estación de Santiago Colima, en los 20 metros de profundidad, esta concentración aumentó debido al proceso de sedimentación que se presenta cuando hay poca mezcla en la columna de agua, como en el caso que reporta Zuria-Jordan (1993) concentraciones de fosfatos de $2.3 \mu\text{m-at l}^{-1}$ y nitratos de $25 \mu\text{m-at l}^{-1}$, en los 100 metros de profundidad.

La concentración mínima de nitratos ($0.004 \mu\text{m-at l}^{-1}$) ocurrió en el mes de febrero en los niveles superficiales de diferentes estaciones de Jalisco y Colima, siendo menores por un orden de magnitud en relación con los reportados por Becerra-Rodríguez (1995) quien registró valores con concentraciones de nitratos de 0.03 a $23.9 \mu\text{m-at l}^{-1}$, y para nitritos de 0.01 a $3.72 \mu\text{m-at l}^{-1}$ fosfatos de 1.8 a $11.6 \mu\text{m-at l}^{-1}$, señalando que los fosfatos no limitan la producción de fitoplancton para Bahía Banderas.

Según la relación $\text{NO}_3+\text{NO}_2/\text{PO}_4$ o N:P, para ambos extremos del intervalo encontrado, marca que es cercano a cero hasta 2.4, o sea una N:P <10; esto está indicando que el PO_4 se encuentra en exceso y que por lo tanto no es limitante, pero sí el nitrógeno.

8.3. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

En general, se apreció una tendencia en los parámetros fisicoquímicos de disminuir con respecto a la profundidad, particularmente en temperatura y oxígeno disuelto. Con respecto a la salinidad, ésta tuvo un patrón opuesto al de temperatura, ya que a temperaturas menores se observó mayor salinidad. En nuestro estudio el registro de temperaturas más frías ocurrió en noviembre y coincidió con los niveles de salinidad más altos de 36 ppm, el mismo patrón se establece para nutrientes, a menor temperatura mayor concentración de nutrientes. Estas relaciones concuerdan con las relaciones establecidas por Becerra-Rodríguez (1995), para los parámetros fisicoquímicos de Bahía de Banderas.

8.3.1. Temperatura

En el año de muestreo las temperaturas oscilaron de acuerdo al régimen estacional de la región, los meses más fríos coincidieron en noviembre y diciembre, y los más cálidos fueron los meses de verano, junio, julio y agosto. En ambos periodos ocurrieron los máximos y mínimos de biomasa fitoplanctónica. Becerra-Rodríguez (1995) reportó para Bahía Banderas los valores de temperatura máxima en otoño con un valor de 28.3°C, y la mínima en primavera con 24.2°C, atribuye a la corriente de California la causa del descenso de la temperatura. En primavera los datos concuerdan, siendo muy próximos los valores, pero para otoño los datos son más elevados en relación con el presente trabajo. Matus-Hernández y Lara-Lara (1990) reportan los meses más cálidos en agosto y septiembre, con un promedio de 23.7 °C. Coincidiendo con los meses más cálidos para el presente trabajo. El año de estudio se comportó como un año normal, de acuerdo al análisis de la Climate Prediction Center (www.cpc.ncep.noaa.gov).

En el mes de octubre y noviembre se registró una variación muy marcada entre los niveles superficiales y los 20 metros de profundidad llegando a tener una diferencia hasta de 15.5°C en el mes de octubre y 9°C en el mes de noviembre, a este comportamiento se atribuye la alta producción de biomasa en ese mes, pues se cree que ocurrió una surgencia local, sin embargo, en el estudio de Otero- Dávalos (1981) se registró una alta productividad en ese mismo periodo, pero no se encontraron bajas temperaturas, lo que nos indica que tal vez ese comportamiento ocurrió en ese año en particular por algún tipo de fenómeno oceanográfico, o por una fuerte racha de vientos, pero normalmente en este periodo ocurre una alta productividad en esta zona, lo cual pudiera coincidir con lo establecido por Levinton (1982) quien nos dice que después de la época de tormentas tropicales, existe un bloom del fitoplancton debido a la resuspensión de los nutrientes en el agua por la turbulencia ocasionada por este tipo de tormentas.

8.3.2. Salinidad

La oscilación de la salinidad fue de 6 ppm presentando concentraciones de 30 ppm en la superficie y cantidades de hasta 36 ppm a los 20 metros de profundidad en el año de muestreo.

Los registros de Otero-Dávalos (1981) para la misma zona fueron similares ya que registró 34.0 ppm a los 5 metros de profundidad y hasta 36 ppm en 15 metros de profundidad, coincidiendo con Becerra-Rodríguez (1995) reporta datos de 34.6 ppm. a 35.6 ppm. en Bahía de Banderas.

8.3.3. Oxígeno

La oscilación del oxígeno durante el año de muestreo fue de los 2 a 11.32 ml l⁻¹ y se registraron en noviembre de 2001 y junio de 2001 respectivamente. Otero-Dávalos (1981) reporta valores de 2.7 a 5.6 ml l⁻¹.

La solubilidad de los gases está siempre en función de la temperatura, la mayor cantidad de oxígeno se encuentra siempre en los primeros 10 a 20 metros de profundidad en la columna de agua y ésta no se encuentra uniformemente,

donde se encuentra la actividad fotosintética y la difusión con la atmósfera, está la máxima cantidad de oxígeno (Nybakken, 1997).

Esto se presentó en el muestreo teniendo la mayor cantidad de oxígeno en los niveles superficiales, coincidiendo con los máximos valores por los procesos fotosintéticos. El valor máximo se presentó a nivel superficial en la estación de Manzanillo Colima, el mínimo fue registrado en los 20 metros de profundidad en la misma estación, debido a la mayor concentración de materia orgánica.

Los valores reportados por Becerra-Rodríguez (1995) concuerdan al reportar los valores máximos en la misma época, con valores de 8.3 ml l^{-1}

9. CONCLUSIONES

De acuerdo al ANOVA efectuado se observó una variabilidad temporal de la biomasa fitoplanctónica, esta variación se dio entre niveles en el mes de noviembre 2001, entre estaciones en diciembre 2001 y abril 2002 y entre ambos en febrero 2002, coincidiendo con la temporada de sequía.

Entre el ciclo anual estudiado se registraron dos picos máximos de biomasa fitoplanctónica, en las costas de Jalisco y Colima, asociados a eventos propios de la dinámica del lugar, zonas costeras poco profundas que pueden conducir a la formación de microsurgencias locales (noviembre), o surgencias por influencia de las corrientes frías del norte (marzo).

De acuerdo a la variabilidad estacional, aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas, se observaron tendencias de que la estación de Isla Pajarera presentó las más altas concentraciones de biomasa fitoplanctónica durante el año de muestreo, relacionada con la alta cantidad de materia orgánica que se acumula por la actividad biológica.

En contraparte, Careyes tendió a registrar las más bajas concentraciones de biomasa, esto asociado a una alta tasa de pastoreo en estas zonas.

En los perfiles de Clórofila "a", se encontraron picos máximos de biomasa entre los 10 y 20 metros, coincidiendo con varios autores, que esta profundidad es óptima para efectuar la fotosíntesis.

De acuerdo a los resultados de la regresión lineal, entre nutrientes y biomasa, la variación entre estos dos factores fue estadísticamente no significativa.

La tendencia de los valores de los nutrimentos en la columna de agua registró un comportamiento constante, aumentaban su concentración conforme a la profundidad.

En el mes de Octubre, para las estaciones de Manzanillo y Noviembre para todas las estaciones, se registró una termoclina muy evidente, a los 10 metros, acompañada de una alta producción de biomasa fitoplanctónica, lo que nos indica una microsugencia local, probablemente por la acción de los vientos.

Los cambios que se dan en la estructura y comunidad del fitoplancton, se reflejan también en cambios en la biomasa.

10. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la gran variabilidad de las condiciones oceanográficas en diferentes escalas de tiempo, es conveniente continuar estudios de las comunidades planctónicas por períodos más prolongados que un ciclo anual y preferentemente realizar series *in situ* para estimar variabilidad espacio temporal diurna de la biomasa y productividad fitoplanctónica, más apegada a la realidad del sitio estudiado.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez- Borrego S. y J. R. Lara- Lara. 1991. The Physical Enviroment and Productivity of the Gulf of California. En: Dauphin J. P. y Simoneit B (Eds.). The Gulf and Peninsular Province of the Californias. Amer, Assoc. Of Petrol. E.U.A, pp. 555-567.
2. Aguirre-Gómez, R, O. Salmerón and R. Álvarez, 2003. Effects of ENSO off the southwest coast of México, 1996-1999. Geofísica Internacional, 42(3), 337-388.
3. Barreiro- Güemes M. A. y M. Signoret- Poillon 1999. Productividad Primaria en los Sistemas Acuáticos Costeros, Métodos de Evaluación. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 81pp.
4. Becerra Rodríguez E. 1995. Determinación del comportamiento espacio temporal de algunos parámetros físico químicos durante las estaciones de primavera- Otoño 1991 en Bahía Banderas- Jalisco. Universidad de Guadalajara. 98 pp.
5. Boney A. D. 1979. Phytoplankton. The Camelot Press, Southampton, Inglaterra. 116 p.
6. Bravo- Sierra E. 1999. Composición del fitoplancton de red en Bahía de Banderas, México (1990-1991). Universidad Nacional Autónoma de México. 204 p.
7. Briseño Avena, C. (en proceso). Distribución y abundancia espacio temporal de zooplankton en Jalisco y Colima (2001-2002).
8. Brower, J. E., Zar, H. J. y Von Ende, C. N. 1997. Field and Laboratory methods for General Ecology. Mc Graw- Hill. EUA. 273pp.
9. Climate Prediction Center [http://www. Cpc.ncep.noaa.gov](http://www.Cpc.ncep.noaa.gov)

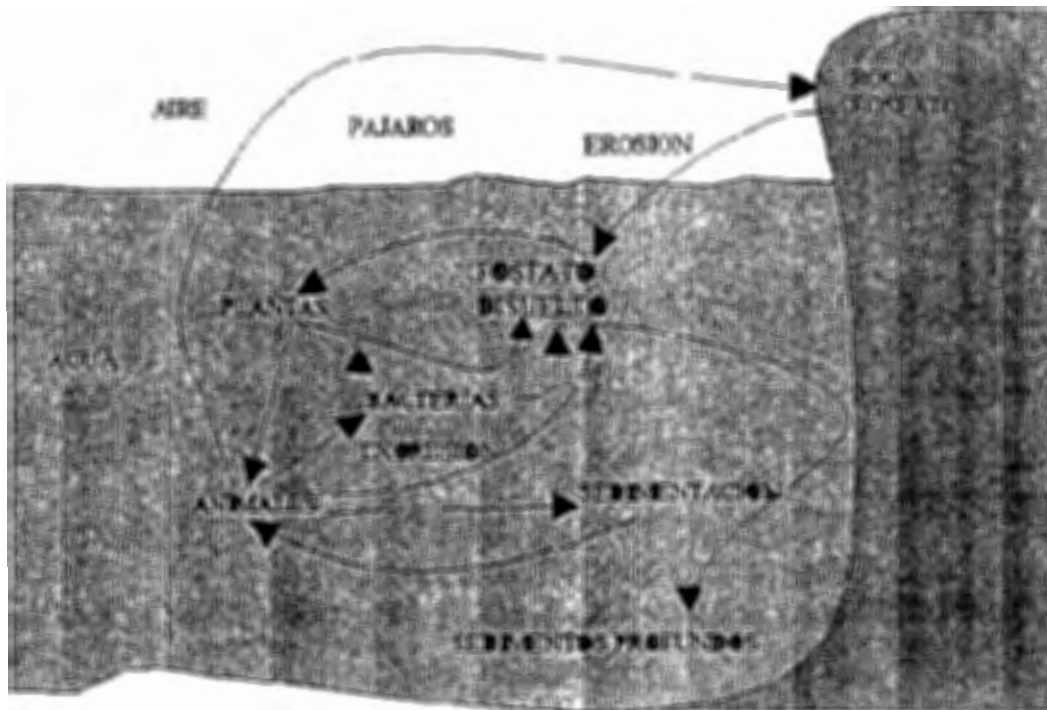
10. Esqueda- Lara, Karina. 2003. Fitoplancton de Red del Litoral de Jalisco y Colima en el Ciclo Anual 2001-2002. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. México. 112 pp.
11. Figueroa- Torres M. G. y M. A. Zepeda. 2000. Mareas Rojas en el puesto interior de la Bahía de Manzanillo, Colima, México. P83-84. En: Estudios sobre plancton en México y el Caribe. E. Ríos- Jara, E. Juárez-Carrillo, M. Pérez Peña, E. López- Uriarte, E. G. Robles Jarero, D. U. Hernández- Beceril y M. Silva- Briano (eds.) Sociedad De Planctología y Universidad de Guadalajara. 147 p.
12. Gómez- Aguirre, S., S. Licea- Duran y C. Flores- Coto. 1974. Ciclo anual del plancton en el sistema Huizache- Caimanero, México (1969-2970). An. Centro Cienc. Mar. Limnol. UNAM 1(1): 83- 98.
13. Gómez- Aguirre, S. 2000. Desarrollo de la Planctología en México. En: Ríos- Jara, E. (eds) Estudios sobre el Plancton en México y el Caribe. Jalisco, México. pp.1-3.
14. González- Morales A. T., G. Gaxiola- Castro y J. R. Lara- Lara. 1992. Daily Photosynthetic Parameters and Biomass from Size- Fractioned Phytoplankton off Baja California. Estuarine, Coastal and Shelf Science 36: 147-158.
15. Hernández- Beceril D. U. 1987. Vertical Disitribution of Phytoplankton in the Central and Northern Part f the Gulf of California (June 1982). Marine Ecology, 8(3): 237- 251.
16. Hernández- Beceril D. U. 1987b. A checklist of planktonic diatoms and dinoflagellates from the Gulf of California. Nova Hedwigia 45(1-2): 237- 261.
17. Hernández- Beceril, D. U. 1989. Species of the dinoflagellates genus *Ceratium* (Dinophyceae) from the Gulf of California and coasts of Baja California, Mexico. Nova Hedwigia 48(1-2): 33-54.

18. Hernández- Beceril, D. U. y Bravo Sierra. 2000. Cuatro nuevos registros de dinoflagelados planctónicos para el Pacífico Mexicano. P79-80. En: Estudios sobre plancton en México y el Caribe. E. Ríos- Jara, E. Juárez-Carrillo, M. Pérez Peña, E. López- Uriarte, E. G. Robles Jarero, D. U. Hernández- Beceril y m. Silva- Briazo (eds.) Sociedad De Planctología y Universidad de Guadalajara. 147 p.
19. Hidalgo- González R. M. y S. Álvarez Borrego. 2000. Chlorophyll profiles and the water column structure in the Gulf of California. *Oceanologica*. 24: 19- 28.
20. Lara- Villa M. A., J. L. Moreno- Ruíz y E. J. Amaro Mauricio. 1996. Fitoplancton, Conceptos Básicos y Técnicas de Laboratorio. Unidad Metropolitana. México. 227pp.
21. Lara- Lara J. R., J. Millán- Nuñez, J. L. Lara- Osorio y C. Bazán- Guzmán 1993. Productividad y Biomasa del Fitoplancton por Clases de Tamaño, en la Parte central del Golfo de California Durante Primavera. *Ciencias Marinas* 19(2): 137-154.
22. León-Alvarez, D. 1983. Variaciones a pequeña escala (tiempo- espacio) de la composición y abundancia del microplancton de la Bahía de Chamela, Jal. (1981/ 82). Universidad Autónoma de México.
23. Levinton, J. S. 1982. *Marine Biology*. Prentice- Hall Internacional. Estados Unidos, 526pp.
24. Malone, T. C. 1980. Size-fractionated primary productivity of marine phytoplankton. In Falkowski, p. G. (ed.), *Primary Productivity in the Sea*. Brookhaven Symposia in Biology, 31, 301-309.
25. Martínez Córdova L. R. 1998. *Ecología de los Sistemas Acuícolas*. AGT EDITOR, México. 227pp.

26. Martínez Zatarain, A. 1998. Simulación numérica de la circulación tridimensional del Pacífico Tropical Mexicano. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara, 97 pp.
27. Matus-Hernández M., J. R. Lara- Lara y R. Millán- Núñez. 1995. Productividad Primaria por Clases de Tamaño en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Rev. Invest. Mar 16: 1-10
28. Millán- Núñez R. y J. R. Lara- Lara. 1992. Productividad Primaria del Fitoplancton del Pacífico Mexicano: Un Diagnóstico. Farias- González F. y de la Rosa Vélez J. (Ed). Temas de Oceanografía Biológica en México. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C., pp. 31-59.
29. Millán- Núñez R. y A. M. Rivas- Lozano. 1983. Nutrientes y Clorofilas en la Bahía de todos Santos. Ciencias Marinas 14(4) : 23-42
30. Morales- Blake A. D. U. Hernández- Becerril, y C. Cavazos- Guerra. 2000. Registro de Mareas Rojas en las Bahías de Manzanillo, Colima, México. P 81-82. En: Estudios sobre plancton en México y el Caribe. E. Ríos- Jara, E. Juárez-Carrillo, M. Pérez Peña, E. López- Uriarte, E. G. Robles Jarero, D. U. Hernández- Becerril y m. Silva- Briazo (eds.) Sociedad De Planctología y Universidad de Guadalajara. 147 p.
31. Muñoz- Barbosa A. y G. Gaxiola- Castro. 1987. Variabilidad Temporal de Productividad Primaria, Clorofila y sentón en la Bahía de los Ángeles, Golfo de California. Ciencias Marinas. 17 (4) : p 15- 21
32. Nybakken James W. 1997 .Marine Biology and Ecological Approach. Harper Collins College Publishers.
33. Otero Dávalos L. M. 1981. Ciclo Anual de la Producción primaria en la Bahía de Chamela, Jalisco. UNAM. 91p.p.

34. Parsons T. R., y. Maita, y C. M. Lalli. 1989. A Manual of Chemical and Biological Methods For Seawater Analysis. Pergamon Press. Nueva York, Estados Unidos.
35. Robles- Jarero E. G. y J. R. Lara- Lara. 1993. Phytoplankton Biomass and Primary Productivity by Size Classes in the Gulf of Tehuantepec, México. Journal of Phytoplankton Research. 15 (12): 1341- 1358.
36. Strickland J. D. H. y T. R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. The Alger Press. Ottawa, Estados Unidos. 310pp.
37. Valdéz- Holguín, J. E. Y J. R. Lara- Lara. 1987. Productividad Primaria en el Golfo de California efectos del evento Niño 1982- 1983.
38. Valdéz-Holguín, J. E. y L. R. Martínez Córdova. 1993. Variabilidad de algunos parámetros fisicoquímicos y productividad primaria en la laguna La Cruz, Sonora, México. Rev. Biología Tropical. 41(2): 161- 179.
39. Wirtky, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. En: Barnes (ed) Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.4:33-68.
40. Zurita- Jordan I. L., S. Álvarez- Borrego, E. Santamarina- del- Ángel, F. E. Muller- Karger. 1995. Estimación de la Biomasa Fitoplanctónica derivada de datos de Satélite, frente a Baja California Sur. Ciencias Marinas 21 (3) : 265- 268.

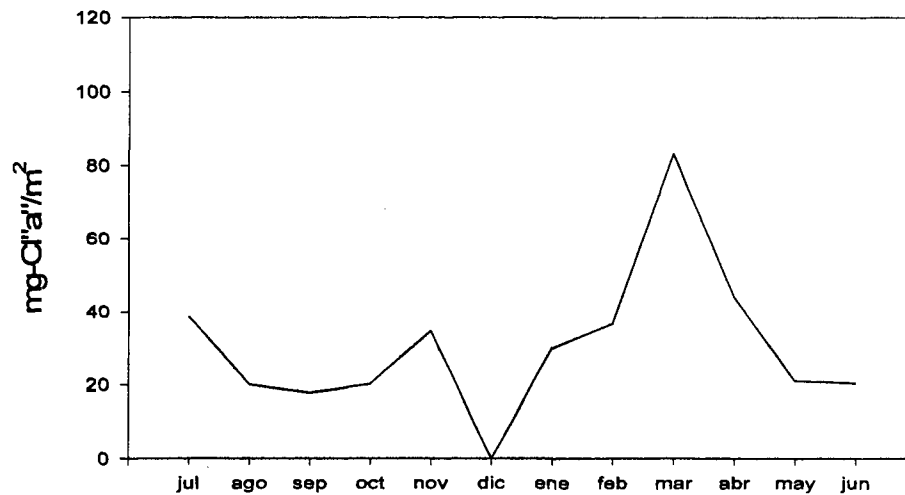
ANEXOS



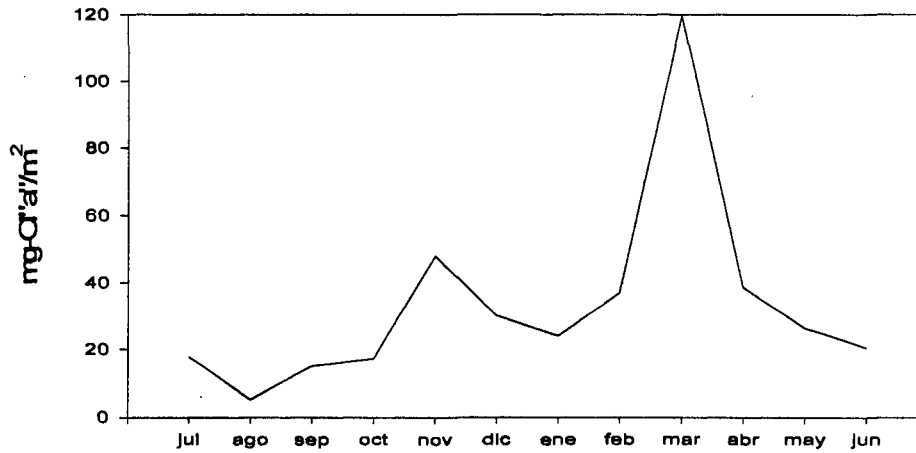
CICLO DEL FOSFORO

Anexo 1. Ciclo del Fósforo en sistemas acuáticos

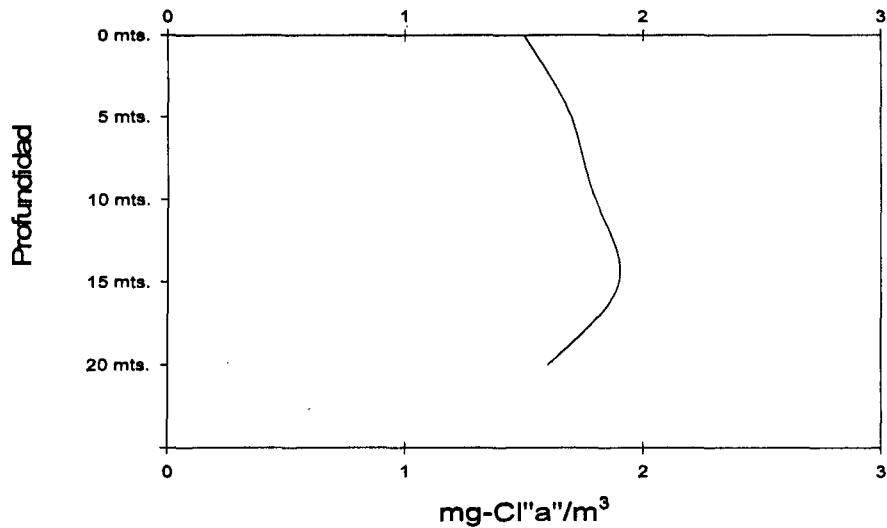
Concentración anual de Cl⁻ en la costa de Colima.



Concentración anual de Cl⁻a⁻ en la costa de Jalisco.

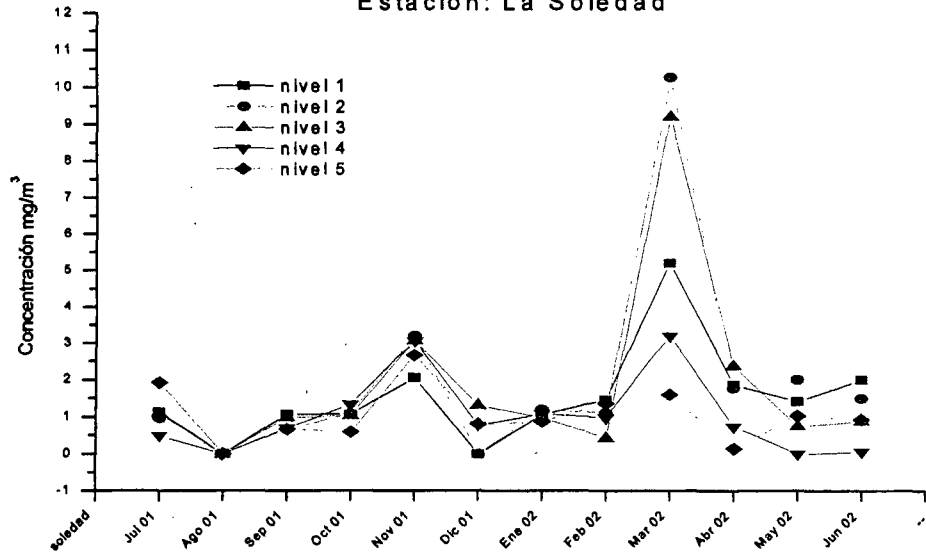


Promedio anual de Cl⁻a por nivel de profundidad



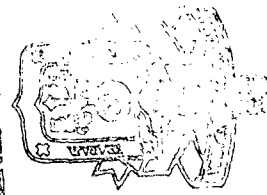
Anexo 5.

Concentración Anual Cl"a"
Estación: La Soledad



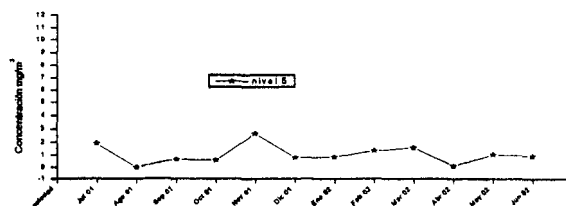
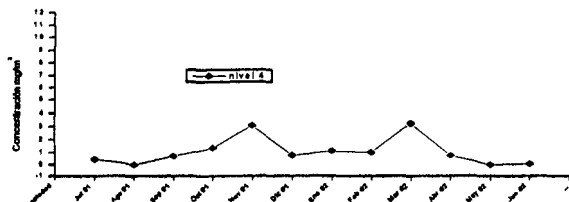
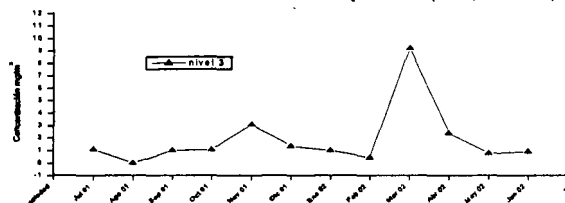
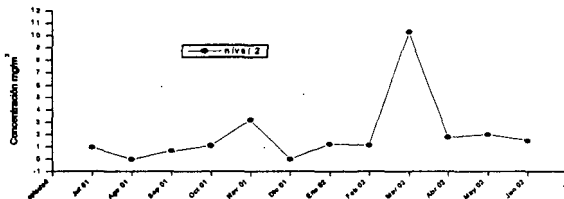
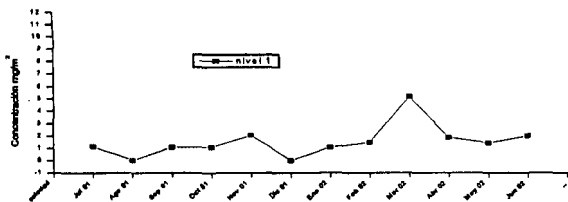
Anexo 6

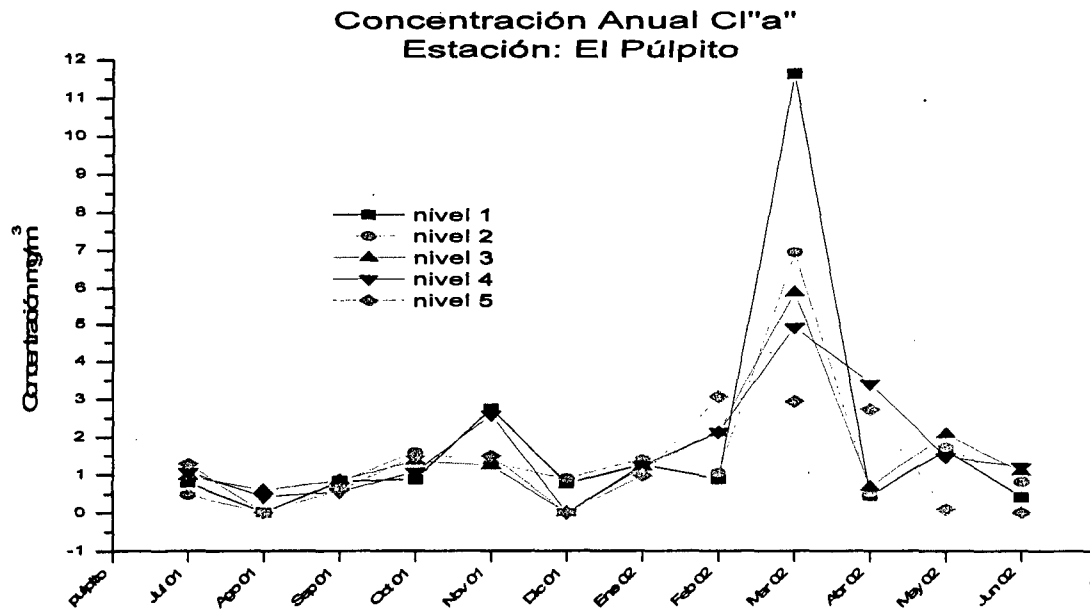
BIBLIOTECA CENTRAL



CIJOSA

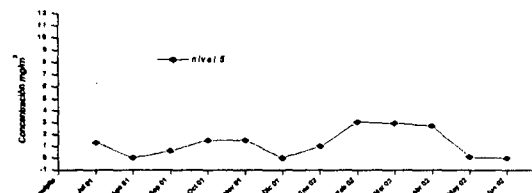
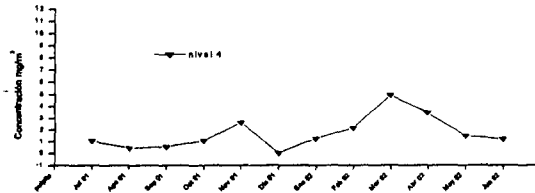
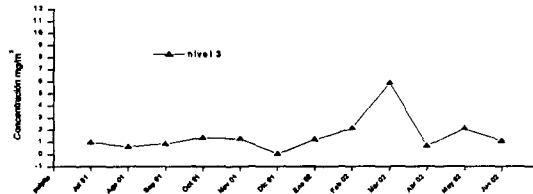
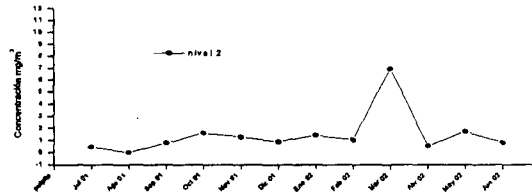
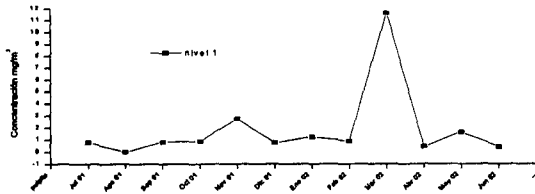
Concentración de Cl⁻a por niveles
 Estación: La Soledad (Jul 01/Jun 02)



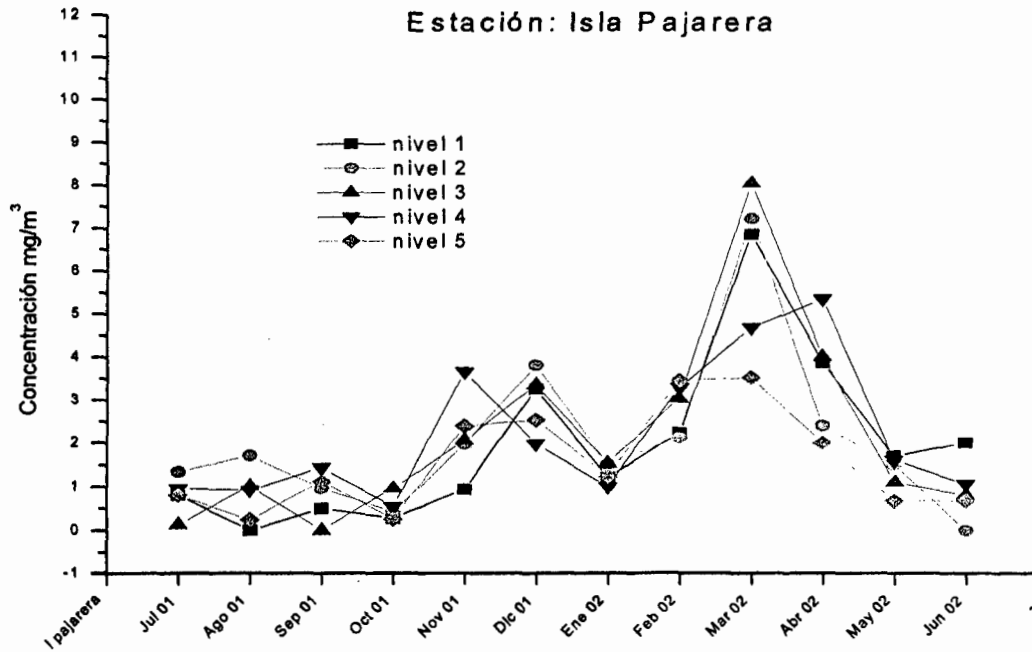


Anexo 8

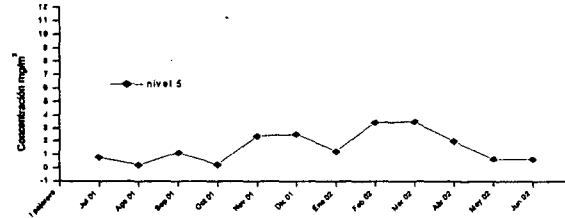
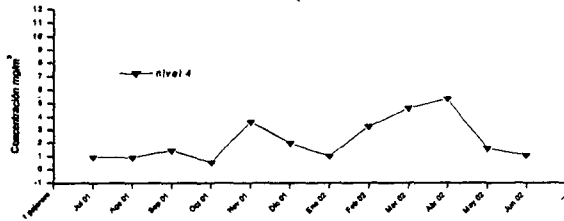
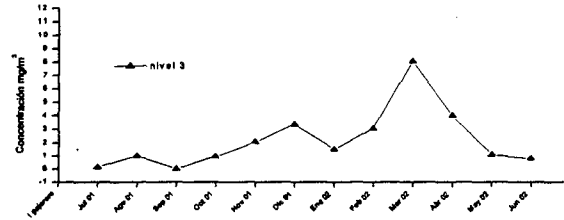
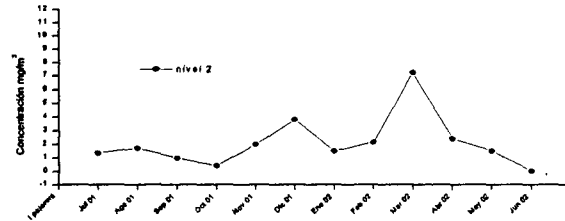
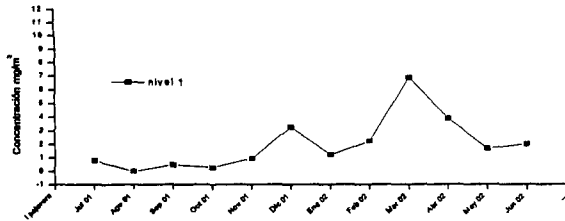
Concentración de Cl⁻a por niveles Estación: El Púlpiito (Jul 01/Jun 02)

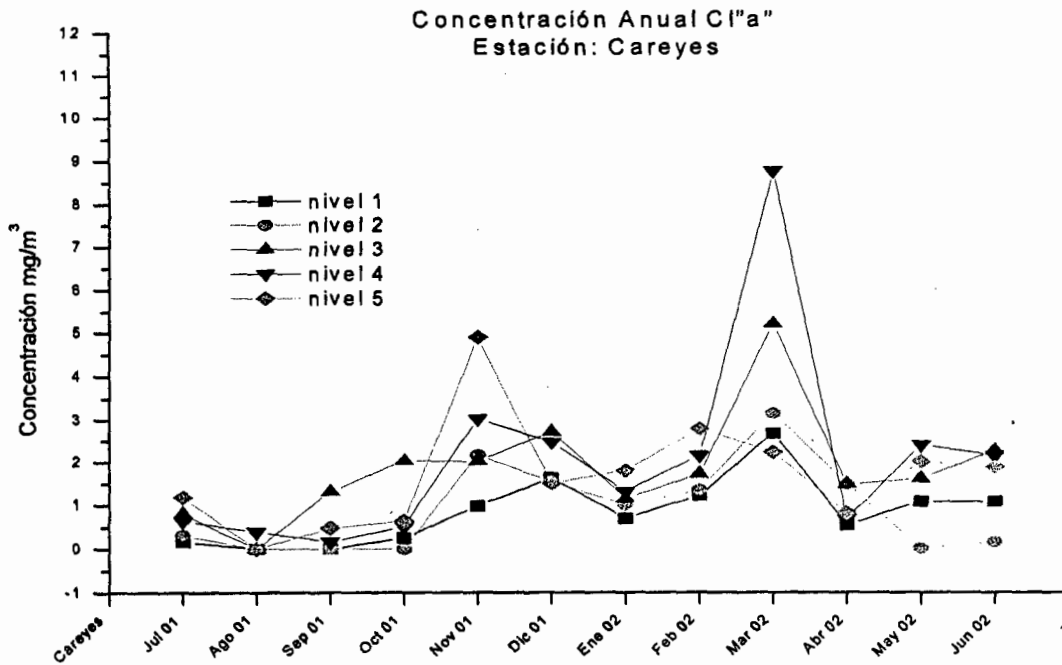


Concentración Anual Cl"a"
Estación: Isla Pajarera

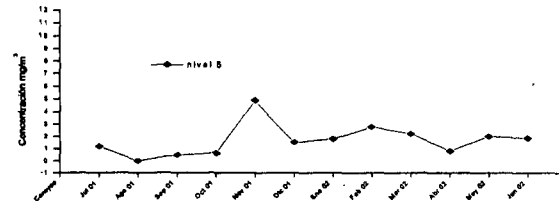
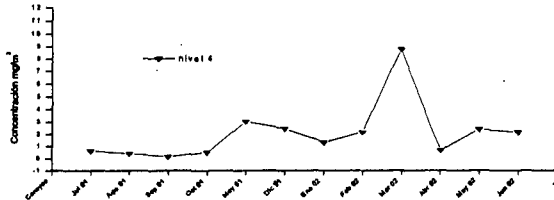
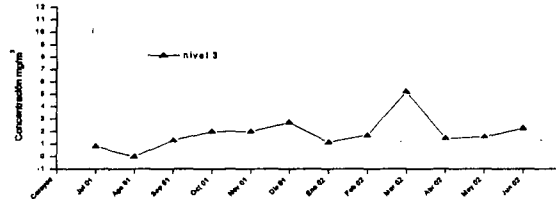
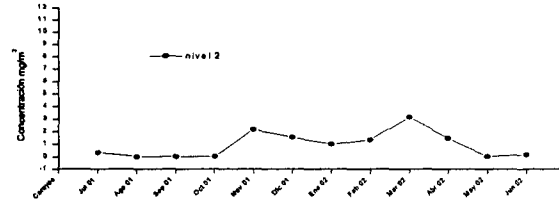
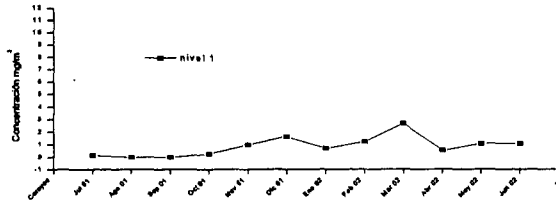


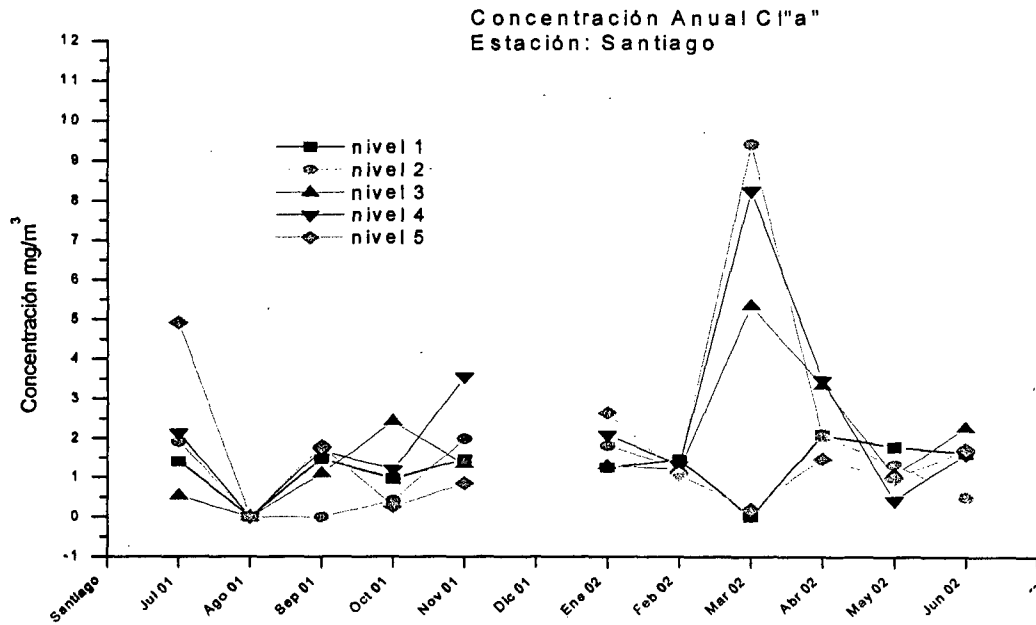
Concentración de Cl⁻ por niveles Estación: Isla Pajarera (Jul 01/Jun 02)





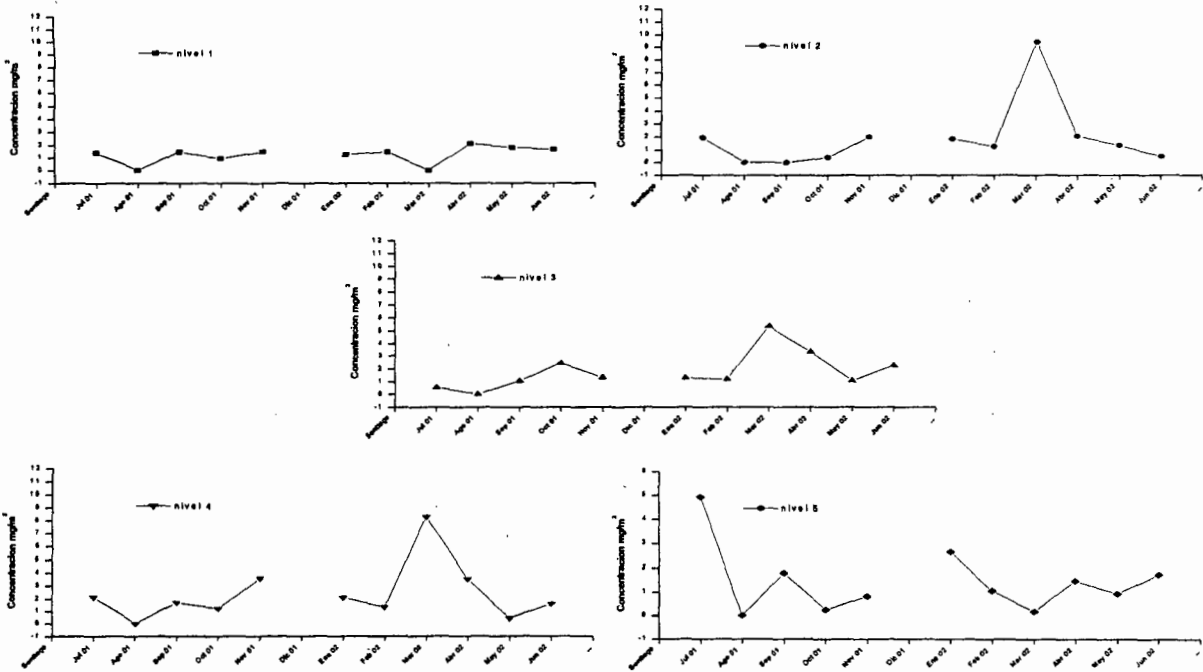
Concentración de Cl⁻a por niveles Estación: Careyes (Jul 01/Jun 02)



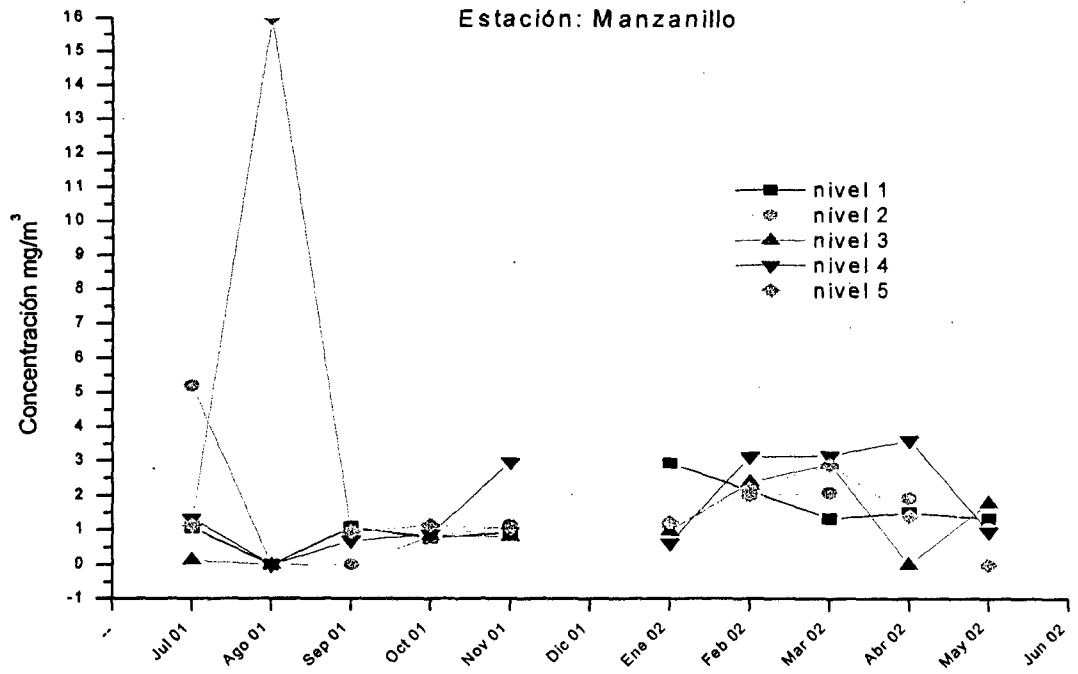


Anexo 14

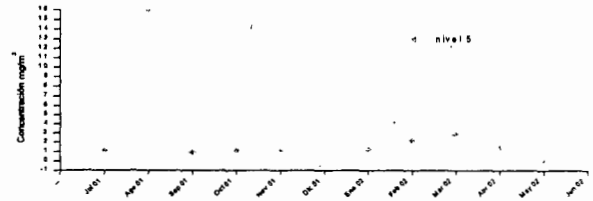
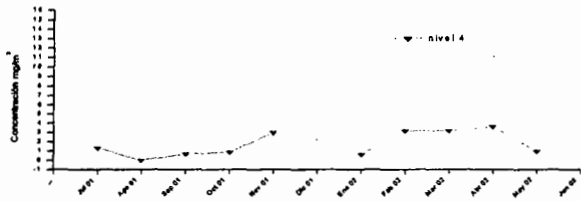
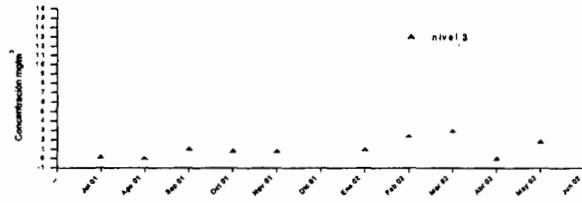
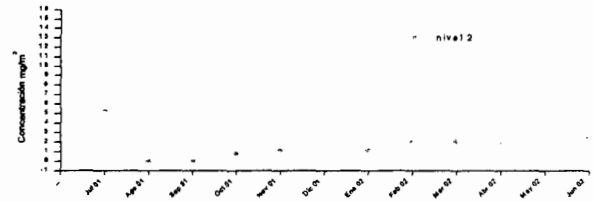
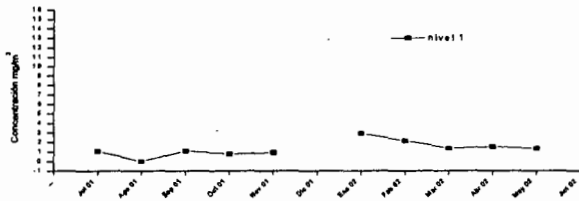
Concentración de Cl⁻ por niveles Estación: Santiago (Jul 01/Jun 02)



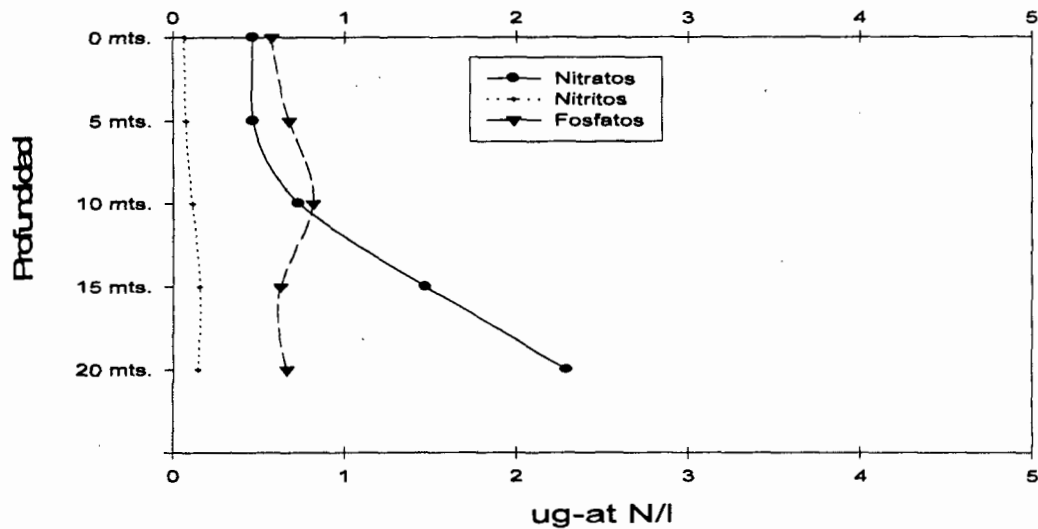
Concentración Anual Cl⁻a
 Estación: Manzanillo



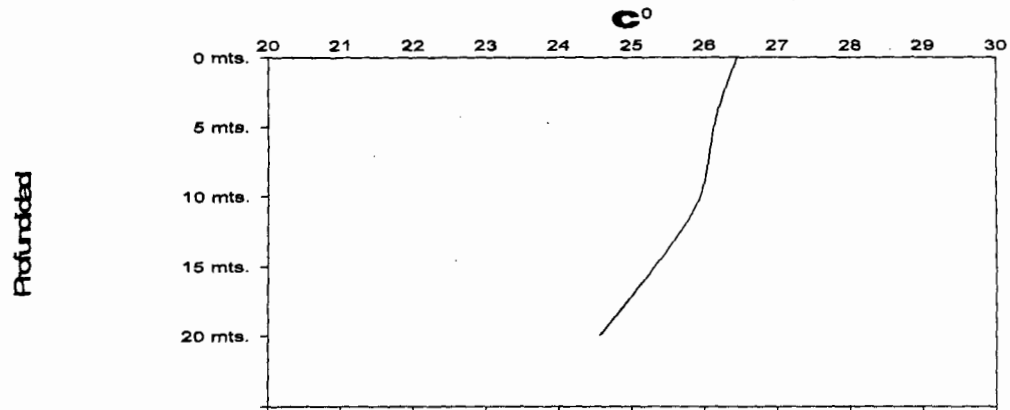
Concentración de Cl⁻a por niveles
 Estación: Manzanillo (Jul 01/Jun 02)



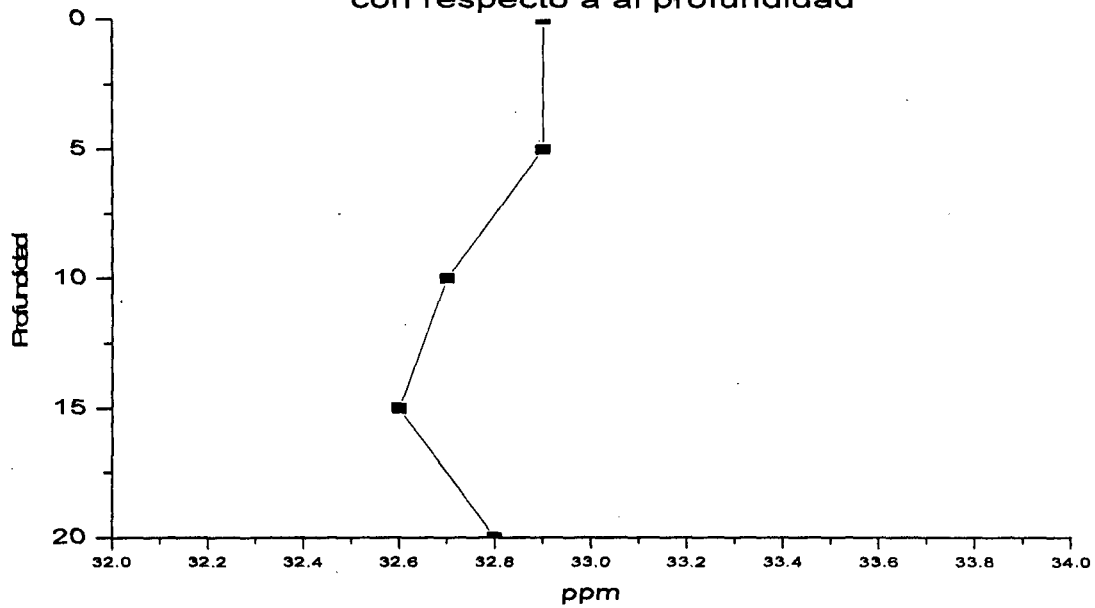
Promedio anual de concentración de nutrientes por nivel.



Promedio anual de temperatura por profundidad

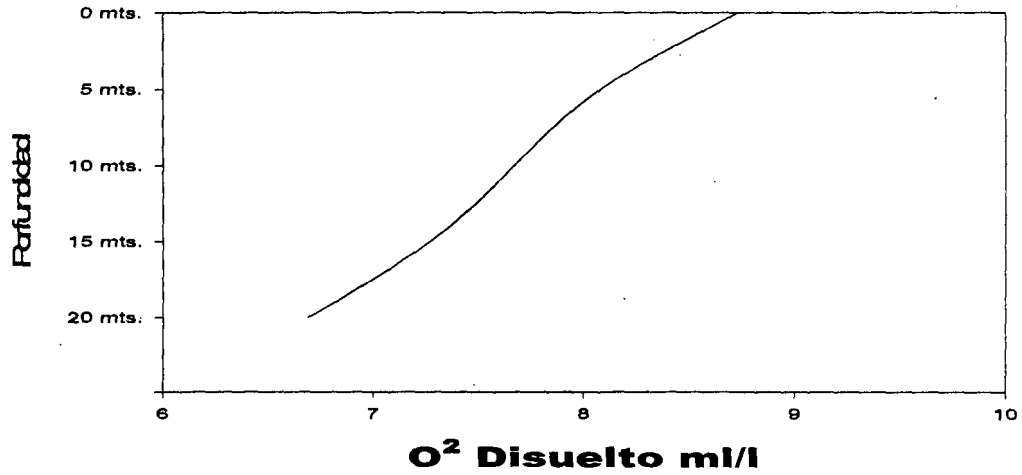


Comportamiento de la salinidad con respecto a al profundidad



Anexo 20

Promedio anual de O²



Valores puntuales máximos de Cl^a.

Estación	Nombre	Latitud	Longitud	Prof. secci	Cl ^a max.	T°	Salinidad	O ₂
1	Soledad	19°36'57"	105°12'22"	4.5 m.	10.2(2)	24.7	32	7.3
2	Pulpito	19°33'57"	105°08'45"	6 m.	11.6(1)	24.7	32	8.7
3	I. Pajarera	19°32'45"	105°07'13"	2.5 m.	8(3)	24.7	31	9
4	Careyes	19°25'49"	105°03'32"	4.3 m.	8.7(4)	25.7	33	8.8
5	Santiago	19°05'45"	104°22'18"	8.5 m.	9.4(2)	26.6	33	8.3
6	Manzanillo	19°04'16"	104°20'00"	4 m.	16(5)	26.8	32	9.7

Nota: el número entre el paréntesis es el nivel de profundidad en donde se registro el dato.

Anexo 22.

Valores puntuales máximos y mínimos por estación.

Estación	Nitratos		nitritos		Fosfatos	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Soledad	0 (0)	12.7 (15)	0 (5)	0.7 (20)	0.08 (20)	18.3 (20)
Pulpito	0 (5)	6 (15)	0 (15)	0.7 (20)	0.07 (15)	2 (0)
Pajarera	0 (5)	4.8 (20)	0 (15)	0.3 (20)	0.08 (20)	2.1 (5)
Careyes	0 (15)	18 (15)	0 (0)	0.8 (15)	0.08 (0)	1.7 (5)
Santiago	0 (20)	14.7 (20)	0.1 (5)	0.6 (20)	0 (0)	2 (15)
Manzanillo	0 (5)	12 (20)	0 (5)	0.4 (20)	0.1 (0)	2.1 (20)

Nota: las unidades de los números son $\mu\text{m-at N/l}$. los números entre los paréntesis indican los metros de profundidad.

Valores puntuales máximos y mínimos de nutrientes por mes

Estación	Nitratos		nitritos		Fosfatos	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Julio	0	1.27	0	.26	0.211	18.37
Agosto	0	1.08	0	0.525	0.083	0.44
Septiembre	0	1.25	0	0.835	0	0.818
Octubre	0.02	0.38	0	0.35	0.2	0.533
Noviembre	0	17.9	0.035	0.28	0.533	0.2
Diciembre	0	3.75	0.035	0.735	0.808	0.146
Enero	0.072	2.53	0.017	0.513	0.56	1.2
Febrero	0.004	2.05	0.051	0.289	0.6	3.84
Marzo	0	6.27	0.017	0.697	0.52	1.4
Abril	0.007	6.43	0.017	0.385	0.64	2.12
Mayo	0	14.7	0.007	0.665	0.251	1.632
Junio	0	0.391	0.525	0.455	0.32	1.08

Datos máximos y mínimos por estación de los parámetros fisicoquímicos

Estación	Temperatura		Salinidad		Oxígeno	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
Soledad	20.5(5)	29.4(4)	30(1)	36(5)	3.2(4)	10.3(1)
Pulpito	19.6(5)	30.4(4)	30(1)	35(5)	3.1(5)	10(1)
I. Pajarera	19(3)	30.4(5)	30(5)	35(1)	4.5(5)	11.1(1)
Careyes	19.5(3)	30(5)	31(5)	36(1)	3.7(5)	10.5(1)
Santiago	12(5)	29.5(1)	30(1)	35(2)	2(5)	12.5(1)
Manzanillo	13(5)	35(3)	31(4)	35(3)	2(5)	11.3(1)

Nota: el número entre paréntesis indica el nivel de profundidad.

Datos máximos y mínimos por mes de los parámetros fisicoquímicos

MES	TEMPERATURA		OXIGENO		SALINIDAD	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Jul-01	28.2	26.7	11.3	7.68	35	30
Ago-01	27.1	23.7	10.44	7.5	34	30
Sep-01	30	26.5	10.56	8.35	35	31
Oct-01	30.5	12	6.67	5.55	34	31
Nov-01	24.9	20.3	9.51	2	36	30
Dic-01	24	19.5	7.6	3.1	35	31
Ene-02	26.6	24.4	7.9	4.66	35	31
Feb-02	26.7	25	8.41	6	35	31
Mar-02	26.6	22.5	10.1	3.52	36	31
Abr-02	26.5	19	9	3.75	34	30
May-02	26.5	21	9.33	3	33	32
Jun-02	27.6	26.7	11.32	7.68	35	30

Datos máximos y mínimos por nivel de los parámetros fisicoquímicos

NIVEL	TEMPERATURA		OXIGENO		SALINIDAD	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	30	22	11.32	6.1	36	30
2	29.8	21.9	10.5	4.61	35	30
3	29.9	19	9.81	4.04	34	30
4	30.4	14	9.88	3.07	35	30
5	30.4	12	9.65	2	36	30

Anexo27.