

870106<sup>14</sup>  
2g

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE BIOLOGIA



"TAXONOMIA Y CUANTIFICACION DE FITOPLANCTON  
 EN ESTANQUERIA RUSTICA PARA EL CULTIVO DE  
 CAMARON AZUL (*Penaeus stylirostris*) EN PUERTO CHALE  
 B. C. S., MEXICO".

TESIS CON  
 FALSA DE ORIGEN

T E S I S  
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
 BIOLOGO  
 P R E S E N T A  
 ANA GABRIELA RIOS ESPINO  
 GUADALAJARA, JAL. 1 9 8 8



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN

El cultivo experimental de camarón azul (*Penaeus stylirostris*) que se desarrolla en el Centro de Investigaciones Biológicas en Puerto Chale B.C.S., es un sistema ideal para el estudio de varios factores que influyen en la producción camaronera en estanques de cultivo. Dentro de los factores más importantes se encuentran la utilización de fertilizantes con el fin de incrementar la producción de camarón a menor precio.

Este trabajo fue realizado en el período de agosto-noviembre de 1985; se presentan resultados acerca de la influencia de los fertilizantes en la densidad, abundancia y composición específica del fitoplancton presente en los estanques de cultivo.

La relación encontrada entre los parámetros fisicoquímicos y el fitoplancton indican, que la temperatura no influyó considerablemente sobre los grupos taxonómicos presentes a excepción del grupo de las cianofitas y diatomeas. La salinidad tuvo mayor influencia sobre los grupos taxonómicos presentes afectando a dinoflagelados, cianofitas y cocolitoforidos.

Los fertilizantes fosfatados no tuvieron ninguna influencia sobre la densidad y composición fitoplanctónica, sin embargo influyeron en algunos grupos como en el de los dinoflagelados y cianofitas.

Los nutrientes nitrogenados (nitrito y nitrato) presentaron una relación inversamente proporcional a la cantidad de fitoplancton, sin embargo tuvieron un efecto inhibitorio.

Se identificaron un total de 48 taxa en los seis estanques; 31 se identificaron hasta nivel de especie; 13 hasta nivel de genero y 4 organismos hasta nivel de grupo.

El grupo de las diatomeas fue el más abundante presentando el 80.5% del total de los organismos.

La mayor cantidad de células por litro fue de 1,717,329 cel/l y la menor densidad 2,930 cel/l.

El organismo que se presentó en mayor abundancia fue *Mastogloia* sp. (diatomea).

En cuanto a los fertilizantes utilizados se pudo observar que no tuvieron el efecto esperado ya que no se aplicaron en cantidad adecuada.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Biol Teodoro Reynoso Granados su empeño, entusiasmo, capacidad, cooperación, ánimo y paciencia durante la realización de esta tesis.

Al M en C David Uriel Hernández que me haya iniciado en el estudio del fitoplancton.

Agradezco a las siguientes personas. M en C David López Cortes, Biol. Mar. Bernardo Ayala Rocha, Biol. Mar. Daniel Hernández Saavedra, M en C Julio Espinoza Avalos y al Biol. Mar. Jose Bustillos Guzmán, por su interés y crítica durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Amando Leyva, Biol. Francisco Magallón, Biol. Mar. Guillermo Portillo, Dr. Mario Monteforte, Biol. Mar. Ismael Garate Lizarraga, a los Geólogos Sergio Pedrín Aviles, Gustavo Padilla Arredondo y Ernesto Díaz Rivera por el asesoramiento técnico en el uso de la computadora.

Al director de División M en C Arturo Mulhia Melo y al Dr. Carlos Lechuga Devese, por las facilidades académicas y administrativas otorgadas durante el desarrollo de esta tesis.

A los Biotis. Ramon Casillas y Alfredo Hernández por permitirme el acceso a su registro del campo experimental de camarón; al Ing. Juan Manuel Cedejas y Ricardo Flores por la realización de dibujos y gráficas.

Agradezco a todos mis compañeros y amigos del CIB su ayuda desinteresada y su apoyo.

Al Dr. Daniel Lluch Belda el haber permitido desarrollar mi tesis en este centro.

**DEDICATORIA**

**Dedico con cariño este trabajo a mis padres, Miguel Rios  
Carrera y Esther Espino de Rios**

**A mis hermanos Paty, Claudia y Alejandro**

**A ti Manuel por tu comprensión y ayuda**

La presente tesis fue realizada en la División de Biología Marina del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. A.C., bajo la dirección del Biólogo Teodoro Reynoso Granados.

## INDICE DE FIGURAS

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Distribución y tipo de fertilizantes en los estanques de cultivo..... | 20 |
| Figura 2 | Representación de los transectos para el conteo de fitoplancton.....  | 22 |
| Figura 3 | Variación de temperatura y salinidad.....                             | 26 |
| Figura 4 | Valores de nutrientes detectados.....                                 | 29 |
| Figura 5 | Densidad de organismos.....   | 42 |
| Mapa 1   | Localización del area de estudio.....                                 | 14 |
| Tabla 1  | Composición del alimento tipo CICTUS.....                             | 21 |
| Tabla 2  | Valores de temperatura y salinidad.....                               | 25 |
| Tabla 3  | Valores de nutrientes.....  | 28 |
| Tabla 4  | Especies identificadas durante el estudio.....                        | 39 |

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| Capitulo I.- INTRODUCCION.....                         | 1  |
| Capitulo II.- ANTECEDENTES.....                        | 4  |
| Capitulo III.-MATERIALES Y METODOS.....                | 12 |
| a) Localización y descripción del area de estudio..... | 12 |
| b) Metodo .....  | 15 |
| Capitulo IV.-RESULTADOS.....                           | 23 |
| Capitulo V.-DISCUSION.....                             | 44 |
| Capitulo VI.-CONCLUSIONES.....                         | 58 |
| Capitulo VII.- BIBLIOGRAFIA.....                       | 60 |

## Capitulo 1.-INTRODUCCION

El fitoplancton es una comunidad compuesta por una gran diversidad de organismos acuáticos que se encuentran distribuidos en los diferentes estratos de un cuerpo de agua; presenta como característica general la capacidad de realizar fotosíntesis y su importancia radica en que es el primer eslabón de la cadena alimenticia; proporciona gran cantidad de biomasa que sostiene a los eslabones subsecuentes de la cadena trófica (Weisberg y Parish, 1974), produce el 70% del oxígeno atmosférico (Odum, 1979).

El estudio del fitoplancton es de vital importancia para conocer el comportamiento de las comunidades en las cuales este se desarrolla; un ejemplo sería la distribución del zooplancton, el cual se alimenta de fitoplancton y está estrechamente relacionado a la distribución de éste; por lo consiguiente la elevada densidad de las poblaciones fitoplanctónicas de las aguas cercanas a las superficies estan normalmente acompañadas o seguidas por elevadas densidades de zooplancton (Weihaupt, 1984), también por medio de las mediciones de productividad primaria (cantidad de

tejido vivo que se produce por una unidad de tiempo) se obtienen datos completos acerca de las pesquerías (Tiznado, 1980).

La mayor proporción de fitoplancton lo componen diatomeas, estas existen tanto en agua dulce como salada, pero son más abundantes en el océano; constituyen la principal fuente de alimento para peces y otros animales marinos. (Tait, 1970) (Boney, 1975), los dinoflagelados son los responsables de la marea roja, entre los géneros que la producen tenemos a *Gonyaulax* y *Gymnodinium* que causar gran variedad de efectos tóxicos en peces e invertetrados (Steidinger y Tangen, 1985).

Las algas azul verdes o cianofitas sin otro componente del fitoplancton estas, son capaces de fijar el oxígeno atmosférico como lo menciona Carr (1973), las algas verdes o clorofitas son comunmente de agua dulce pero hay géneros representativos en el mar. son habitantes importantes en los estanques de oxidación en las plantas de tratamiento de aguas negras proporcionando a través de la fotosíntesis el oxígeno necesario para que las bacterias efectuen la descomposición rápida de la materia orgánica de las aguas negras. (Bound, 1975), las algas cafes o haptofitas se consideran de gran importancia en la producción primaria (Boney, 1975).

Cabe mencionar que la composición cuantitativa y

## Capítulo 11.- ANTECEDENTES

La acuicultura es la aplicación de varias técnicas con fin de producir, procesar y comercializar organismos acuáticos para el consumo humano .

La acuicultura se ha practicado desde hace cientos de años, el primer trabajo de que se tiene registro data del año 475 D.C. en China (Milne, 1973). En nuestros días la acuicultura se practica en todo el mundo excepción de las regiones polares. (Brown, 1980).

Debido a la importancia del fitoplancton en su medio natural, la acuicultura ha desarrollado una rama que se refiere al cultivo masivo de éste. Aunque el fitoplancton no constituye el producto final del cultivo, sirve de alimento para peces, crustáceos y moluscos, principalmente en sus estadios larvales.

El cultivo de fitoplancton surgió por la necesidad de producir alimento vivo que los animales superiores requieren de manera específica para la supervivencia, así fue indispensable incorporar y desarrollar esta rama de la acuicultura en función de los llamados cultivos primarios para no depender de recolección en el medio silvestre (Aguilera y Noriega, 1985).

La producción de camarón esta en relación directa con la cantidad de alimento presente y depende en última instancia, de la producción fitoplanctónica, ésta a su vez depende, en primer lugar de los factores físicos como la luz, calor y por

otra parte está sometida a la ley del mínimo según la cual la producción cuantitativa fitoplanctónica depende de la sustancia nutritiva que se encuentra en menor cantidad. El calcio es uno de los elementos nutritivos que más varía; frecuentemente el fósforo y el nitrógeno también y probablemente otros elementos existentes en cantidades suficientes lo que justifica el encalado y el abonado de los estanques.

La alimentación natural del camarón está dada por la microflora y microfauna existente en un estanque; es decir el plancton formado por todos los organismos microscópicos vegetales (fitoplancton) y animales (zooplancton) que nadan o permanecen en las corrientes.

Al hacer un análisis del contenido estomacal de *Penaeus vannamei* en cultivo se encontraron las siguientes algas : Oscillatoria limosa, Nodularia spumigera, Anabaenopsis circularis, Asterionella sp., Coscinodiscus marginatus, Navicula sp., Nitzschia longissima, Synedra sp., Spirulina sp., Nodularia sp.

La alimentación es una de las funciones más importantes para los organismos pues apartir de ella se obtiene la energía y proteínas necesarias para su crecimiento, sostenimiento y reproducción de manera que la calidad del cultivo de camarón *Penaeus*. (Yoong y Reinoso, 1983).

Existen varios tipos de instalaciones para el cultivo

producción y una disminución en su costo.

Entre los fertilizantes más importantes se encuentran los fosfatados, potásicos, nitrogenados y los abonos como los de gallina y estiércol de vacuno (Yoiong y Reinsoso, 1983).

de organismos marinos tales como cuerpos de agua abiertos en canales de flujo rápido, estanques de concreto y de fibra de vidrio, cercas o encierros, jaulas y estanques rústicos. La construcción de este tipo de estanques rústicos es económica y sencilla, puede incluso localizarse en terrenos arenosos y porosos a condición de que se impermeabilicen, se sugiere que el terreno deba estar levemente inclinado lo que permitirá que el vaciar los estanques y toda el área de trabajo el agua corra sin dificultad y se eviten inundaciones.

Los estanques pueden ser de diferentes tamaños de acuerdo al espacio que se disponga y pueden ser simples excavaciones sobre el terreno. En la entrada del agua debe colocarse una rejilla de tela de mosquitero para evitar la entrada de objetos, basura u organismos indeseables (Martínez, 1984). Este tipo de estanques presenta la ventaja de favorecer el crecimiento en forma natural de multitud de microorganismos sobre el fondo, lo que constituye la base de la alimentación de los organismos sujetos a cultivo (Aguilera y Noriega, 1985).

El fertilizante es un elemento que contribuye al desarrollo del fitoplancton de un estanque de cultivo y con esto contribuye al aumento de la producción como un medio sencillo y económico para lograr la intensificación de la

La luz es un parámetro muy importante, ya que tiene un efecto directo sobre todo en el metabolismo y fotosíntesis del fitoplancton pudiendo ser un factor inhibitorio para el desarrollo de éste. (Raymont, 1980).

En los animales la luz tiene un efecto indirecto, es decir actúa en los procesos fotosintéticos del fitoplancton del cual todos los animales dependen o se alimentan (Sverdrup, et al., 1942).

La temperatura juega un papel muy importante en las reacciones químicas y procesos fisiológicos, lo que es especialmente evidente en el metabolismo, desarrollo y crecimiento (Margalef, 1968), también puede determinar el tipo de reproducción y puede producir cambios en la morfología (Levinton, 1982).

Eppley (1972), menciona que el máximo crecimiento del fitoplancton se da cuando aumenta la temperatura, esto se observa en verano con la gran cantidad de afloramientos que se desarrollan.

El aumento de la temperatura puede ocasionar un descenso en la solubilidad del oxígeno que es esencial para cualquier organismo marino (Levinton, 1982)

La turbidez en el agua depende del tamaño y número de partículas suspendidas en ella, concentraciones características químicas de las sustancias disueltas: longitud de onda, intensidad y ángulo de incidencia de la luz

(Wheaton, 1985). La turbidez es un parámetro limitante para el crecimiento ya que una medida de turbidez máxima indica un exceso de flora, fauna y sustancias suspendidas en el agua lo que puede inhibir la reproducción de microalgas, en el caso contrario, una escasa turbidez indica que el agua es pobre en fitoplancton y microorganismos y por lo consiguiente, existe una carencia de nutrientes (Yoong y Reinsoso, 1983).

La salinidad se considera como un factor importante en la distribución del fitoplancton (Tanaka, 1983).

El fitoplancton puede habitar en las diversas salinidades, Laing (1980), menciona que algunas algas marinas unicelulares se adaptan a cualquier rango de salinidad. Margalef (1977), da un ejemplo: Skeletonema costatum se desarrolla en una salinidad de 25 ‰, Gonyaulax sp. 32 ‰, Navicula sp. y Nitzschia sigma entre 25 y 31 ‰.

Barreiro (1983), realizó la identificación de 3 zonas de productividad, de acuerdo a las masas de agua con diferentes salinidades, siendo la masa con mayor productividad entre 10 y 20 ‰, presentándose los géneros Ceratium sp. y Paridinium sp.. Las regiones inferiores a 10 ‰ y superiores a 20 ‰, dieron valores menores de productividad presentándose Navicula sp. y Coscinodiscus sp. respectivamente.

La mayoría de los componentes del fitoplancton adquieren

sus nutrientes por absorción a través de sus paredes celulares; el fitoplancton tiende a formar densas poblaciones donde los nutrientes inorgánicos son abundantes, tanto en aguas litorales como neríticas. La abundancia de estos nutrientes se debe, en gran medida, a que los vientos de mar abierto generan afloramientos de agua, los cuales transportan los nutrientes desde las aguas más profundas a las aguas superficiales, una escasez de nutrientes hará que la productividad planctónica disminuya (Weihsaupt, 1984). Los nutrientes incluyen sustancias inorgánicas disueltas como nitrato, iones de fosfato y amonio y complejos orgánicos como vitaminas y aminoácidos (Levinton, 1982), algunos compuestos requeridos por el fitoplancton son relativamente abundantes en el medio, entre ellos están:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{PO}_4$  (Raymont, 1980). Hay otros compuestos que son esenciales para el fitoplancton en pequeñas cantidades, conocidos como elementos traza, éstos incluyen el fierro, cobre y vanadio (Levinton, 1982).

Los nutrientes más importantes para el fitoplancton son el nitrógeno, que aparece en tres formas inorgánicas disueltas (amonio, nitrato y nitrito), en forma de gases disueltos como nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) y óxido nitroso (Raymont, 1980) y en forma orgánica como urea, aminoácidos y péptidos; la importancia del nitrógeno radica en su

utilización en la síntesis de proteínas (Levinton, 1982).

La forma mas abundante de nitrógeno y la más utilizada por el fitoplancton es como nitrato (Raymont, 1980), el amonio puede ser utilizado directamente para la síntesis de proteínas.

El fósforo se presenta en el mar como fosfato inorgánico (ortofosfato), disuelto como fósforo inorgánico y en partículas de fósforo (Levinton, 1972). Este elemento es quizá el más importante componente de los nutrientes inorgánicos, esto es sugerido por la correlación estrecha entre el contenido local del fosfato del agua de mar y las densidades fitoplanctónicas. La concentración de fosfato y la densidad de fitoplancton está en proporción inversa uno del otro debido a la utilización del fosfato por los componentes del fitoplancton (Weihaupt, 1984). La forma más usada del fósforo por el fitoplancton es como ortofosfato (Raymont, 1980). Se ha observado que la reducción del fósforo afecta los procesos celulares entre ellos las reacciones enzimáticas y procesos fotoquímicos de la fotosíntesis (Levinton, 1972),

### Capítulo III.- MATERIALES Y METODOS

#### a) Localización y descripción del área de estudio.

El presente trabajo se realizó en la comunidad pesquera de Puerto Chale, Baja California Sur, la cual está localizada al noroeste de la ciudad de La Paz, en el municipio de Comondú sobre la costa occidental de B.C.S, entre los paralelos 11° 35' longitud oeste, 24° 27' latitud norte, los 11° 32' longitud oeste y 24° 25' latitud norte, en la Bahía Almejas entre Puerto Dátil y Ensenada de La Palometa, dentro del complejo Bahía Magdalena, (Robles, 1985) (Mapa 1 )

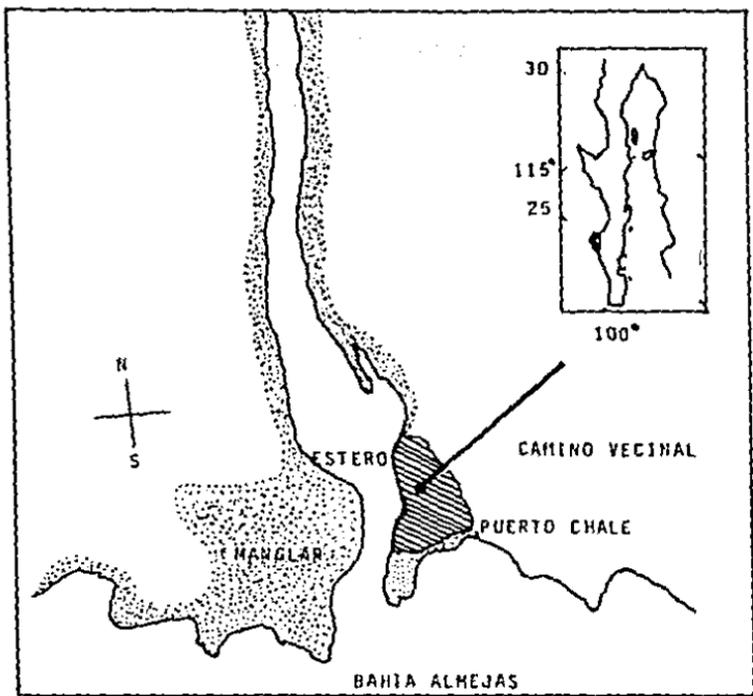
En esta zona el clima es de tipo seco desértico semiarido con una temperatura ambiente máxima de 26.4 °C y una mínima de 18.2 °C con una media de 21.3 °C .Esta zona tiene un régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno con una precipitación anual promedio de 70.43 mm (Delegación Federal de Pesca, 1985).

La región hidrológica de Comondú presenta corrientes de cauce mas largos como resultado de una precipitación mayor y una vertiente mas ancha, entre los arroyos mas importantes estan: El Mezquital, San Gregorio, Comondú, San Venancio, Santo Domingo y La Soledad; el aporte de agua más importante se debe al arroyo Santa Rita.

El tipo de vegetación predominante es el matorral

crasicaule determinado por grandes cactáceas de tallos carnosos cilíndricos o aplanados como los cardones, nopales, biznagueras, etc.. La vegetación de mayor importancia en el estero esta formada por el mangle rojo (Rhizophora mangle) y el mangle negro (Avicennia germinans).

La fauna esta compuesta por aves como águilas (Falco mexicanus), zopilotes (Cathartes aura) y gavilanes (Accipiter cooperi); vertebrados menores como la liebre (Lepus californica) y vertebrados de mayor tamaño como zorras (Vulpes macrotis), coyotes (Canis latrans) y gatos montes (Linx rufus). (Robles, 1985).



Mapa.- 1 Localización del area de estudio.

#### b) Metodo

Se utilizaron seis estanques de cultivo que fueron contruidos en una superficie total de 15,876 m<sup>2</sup> sobre suelo salino-sódico con residuos calcarinos, el terreno varía de arcilloso a limo arenoso (Delegación Federal de Pesca, 1985); cada estanque mide 63x42 m y una profundidad de 0.90 m; el nivel de llenado es de 0.60 m. En general cada estanque fue fertilizado una vez a la semana y se les bombeó agua directamente del estero de Puerto Chale, durante 8 horas diarias, con un flujo de agua diario de 208,250 litros por estanque, lo cual representa el 13% del volumen total de cada estanque, el estero fue muestreado para obtener los parámetros fisico-quimicos y plantonológicos en una sola estación, lo anterior para tomar los resultados como puntos de referencia.

Para la fertilización de los estanques se utilizaron tanto fertilizantes orgánicos como inorgánicos; el primer estanque contenía solo alimento especial para camarón elaborado en el Centro de Investigaciones Cientificas y Tecnologicas de la Universidad de Sonora (CICTUS). la composición de dicho alimento se presenta en la Tabla 1, cabe

hacer la aclaración que el alimento tipo CICTUS, no es un fertilizante pero para este trabajo y para fines prácticos se considero como tal.

El segundo estanque fue considerado como testigo, ya que no se le agregó ningún tipo de fertilizante, sólo recibía agua del estero.

El tercer estanque fue fertilizado con materia orgánica vegetal, para este fin, fue utilizada una planta endémica de la región conocida como Salicornia (*Salicornia bigelovii*), añadiendo 125 kg peso fresco cada semana.

El cuarto estanque se fertilizó con una mezcla de urea y superfosfato, en una proporción de 5 kg de urea por 0.75 kg de superfosfato. La mezcla fue añadida al estanque semanalmente. Para fines prácticos esta mezcla se considero como fertilizante inorganico por provenir de sales y no de una fuente vegetal o animal.

Al quinto estanque se le fue agregada semanalmente una combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos la cual consistio en 42 kg de gallinaza (excremento seco de gallina), 22 kg de salicornia, 1.65 kg de urea y 0.25 kg de superfosfato.

Al sexto estanque se le agregaron 500 kg de gallinaza (materia orgánica vegetal) por única vez al inicio de este trabajo. (Fig. 1)

En cada cuerpo de agua se tomó la temperatura con un termómetro de cubeta graduado (-10 a 40 C) y la salinidad con un salinómetro manual Kal-S.I.C.O.

Para la cuantificación de nutrientes ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ , Y  $\text{PO}_4$ ) se filtraron 400 ml de agua con un filtro de microfibras de vidrio GF/C Whatman. Las muestras tomadas fueron congeladas para su posterior análisis en el laboratorio.

Se realizaron 9 muestreos de fitoplancton durante los meses de agosto a noviembre de 1985, en los seis estanques y el estero, tomándose un total de 63 muestras. Para la obtención de las muestras se introdujeron botellas de vidrio de 250 ml a una profundidad de 20 cm en los seis estanques y el estero.

Las muestras de agua para la cuantificación de nutrientes fueron tratadas con las técnicas para determinar nitritos, nitratos y fosfatos descritas por Strickland y Parsons (1972).

Las muestras de fitoplancton fueron fijadas con Lugol al 1% (Edler, 1979). Del material obtenido se sedimentaron 10 ml en una cubeta de sedimentación del mismo volumen durante 24 hrs (Hasle, 1979), pasado este tiempo, se revisó la cámara para observar la distribución, abundancia y tamaño de los organismos a bajo aumento, 10 X (Edler, 1979).

Para el conteo se determinaron dos transectos, de 0.335

mm de ancho por 25 mm de largo uno perpendicular al otro pasando por el centro de la cámara, formando una cruz (Margalef, 1968) (Fig. 2), solo se contaron los organismos que se encontraron dentro de los transectos elegidos, los que no se encontraron dentro de estos pero que aparecieron en la muestra de acuerdo a la primera revisión serán mencionados como presentes (x).

Para la identificación y el conteo de los organismos se utilizo un microscopio invertido Karl Zeiss con aumentos de 10X, 25X y 40X y un microscopio de contraste de fases Karl Zeiss con aumentos de 40X y 100X.

Para la identificación del grupo de las diatomeas estas fueron limpiadas por el metodo del ácido descrito por Gómez-Ratti (1970).

Tambien se hicieron preparaciones permanentes con la técnica de Hasle y Fryxell (1970).

Para la identificación de los organismos se utilizaron las siguientes claves: Cupp, (1943); Hendey, (1964); Jiménez, (1975); Navarro, (1984); Niels, (1975); Saunders y Glenn, (1969); Schiller, (1937); Silva, (s/f); Steindinger y Williams, (1970); Taylor, (1976); Van Heuck, (1896).

Para la determinar la densidad de organismos en la cámara se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{No. Org.} = \frac{(A)(x)}{a}$$

Donde:

A = Area del círculo (490,875 mm

x = No. de org. en el transecto

a = Area de los transectos  
(16.75 mm)

La cantidad de células por litro fue obtenida con la siguiente fórmula:

$$\text{Cel/l} = (\text{no. de org.})(1000).$$

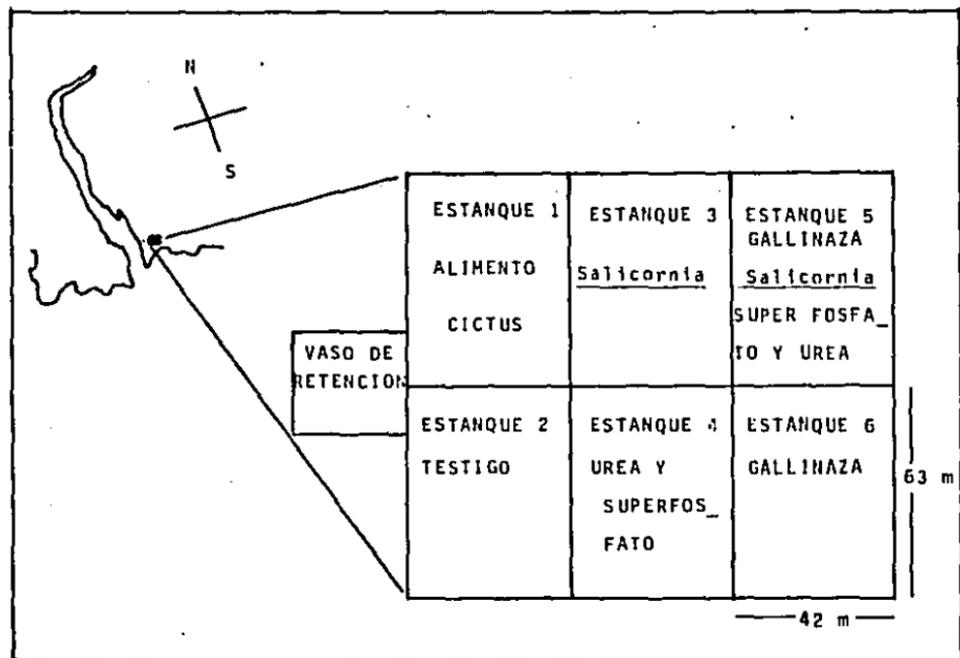


Fig.- 1 Distribución y tipo de fertilizante en los estanques de cultivo.

| INGREDIENTES            | %    |
|-------------------------|------|
| Sorgo entero            | 38.0 |
| Harina de soya          | 15.6 |
| Harina de camaron       | 15.0 |
| Harina de pescado       | 20.0 |
| Solubles de pescado     | 2.0  |
| Aceite de pescado       | 2.0  |
| Aceite de soya          | 1.0  |
| Mezcla de vitaminas     | 1.0  |
| Acido ascorbico         | 1.0  |
| Mezcla de minerales     | 3.0  |
| Ligadores               | 2.0  |
| <br>                    |      |
| ANALISIS CALCULADO      | %    |
| Proteina                | 28.2 |
| Grasa                   | 3.5  |
| Fibra cruda             | 3.4  |
| Calcio                  | 3.2  |
| Fosforo                 | 1.7  |
| Energia total (k cal/g) | 4.1  |

Tabla .1 Composicion del alimento tipo CICTUS .(Rodriguez, M.F y Reprieto, J.F, 1994).

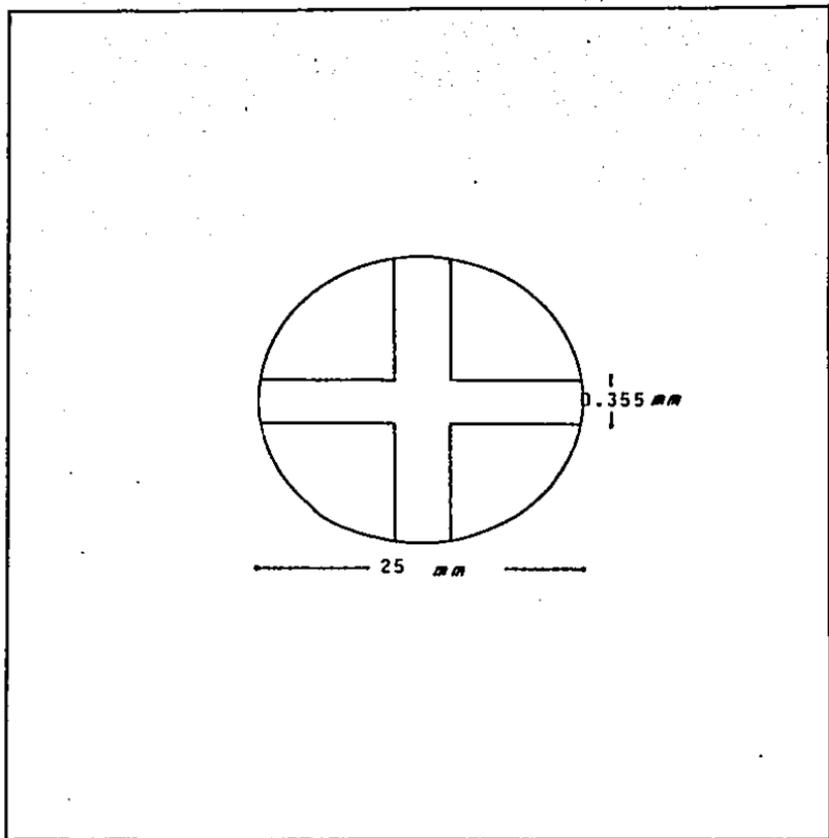


Fig.- 2 Representación de los transectos utilizados para el conteo del fitoplancton. Los organismos encontrados dentro de la cruz fueron contados, los organismos fuera de estos transectos son mencionados como (X) presentes.

## Capítulo IV.- RESULTADOS

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se presentan en la siguiente tabla (Tabla 2), donde se puede observar que la temperatura máxima registrada fue de 31.5 °C, en todos los estanques, la mínima registrada fue de 24.0 °C en el estanque #5. Teniendo como promedio de temperatura 28.2 °C durante el período de muestreo. En cuanto a la salinidad se observó que el estanque #4 se presentó la máxima salinidad con 43% y la mínima se registro en el estanque #1 con 34%, teniendo un promedio de todos los estanques de 39.7%. En la figura 4 se presentan las variaciones de salinidad y temperatura durante los meses de muestreo en los seis estanques y el estero.

Durante los meses de muestreo se presentó como máxima cantidad de nitratos 45.86 ug-at/l en el estanque #6 mientras que la mínima cantidad fue de 0.63 ug-at/l registrada en el estanque #3 obteniéndose un promedio de 8.15 ug-at/l en los seis estanques.

La máxima cantidad de nitritos obtenida durante los meses de muestreo fue de 0.63 ug-at/l en el estanque #5, la menor obtenida se presentó también en ese estanque con 0.03 ug-at/l teniendo como promedio en todos los estanques 0.166 ug-at/l.

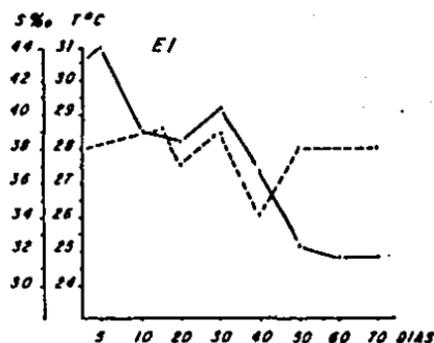
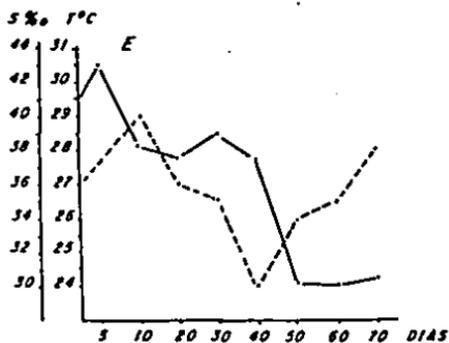
En cuanto a los fosfatos la máxima cantidad que se

presento fue en el estanque #3 con 2.5 ug-at/l mientras que la mínima se registro en el estanque #5 con 0.12 ug-at/l con un promedio de 0.76 ug-at/l.

En la figura 5 y tabla 3 se muestran las fluctuaciones de los nutrientes durante este estudio en los seis estanques y el estero.

|            | T°C max | T°C min | x    | S‰ max | S‰ min |      |
|------------|---------|---------|------|--------|--------|------|
| ESTERO     | 30.5    | 24.0    | 25.0 | 40     | 30     | 35.6 |
| ESTANQUE 1 | 31.5    | 24.7    | 28.2 | 39     | 34     | 37.6 |
| 2          | 31.5    | 24.1    | 28.2 | 42     | 39     | 40.0 |
| 3          | 31.5    | 24.2    | 28.2 | 40     | 38     | 39.2 |
| 4          | 31.5    | 24.7    | 28.2 | 43     | 39     | 42.1 |
| 5          | 31.5    | 24.0    | 28.1 | 40     | 38     | 38.7 |
| 6          | 31.5    | 28.6    | 28.2 | 42     | 38     | 40.1 |

Tabla.- 2 Valores de temperatura y salinidad . Se indican las temperaturas y salinidades máximas y mínimas registradas, así como el promedio de todos los datos observados, en los seis estanques y el estero.



S ‰ -----

T °C —————

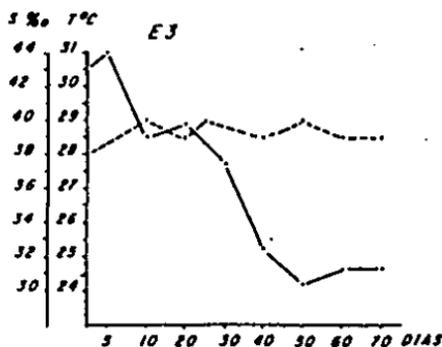
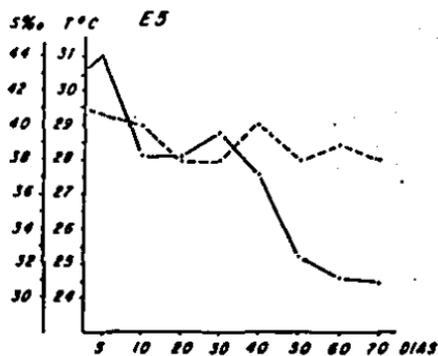


Fig.- 3 Variación de temperatura y salinidad a lo largo del estudio en el estero (E) y los seis estanques de cultivo-- (E1-E6).



5‰ - - - - - °C ———

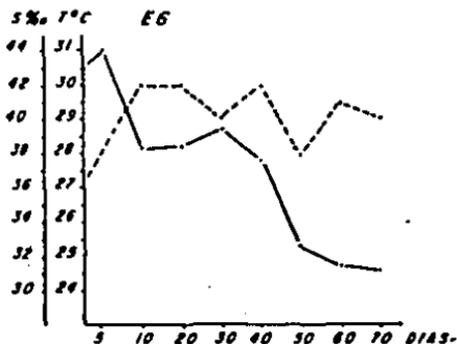


Fig.- 3 Variación de temperatura y salinidad a lo largo del estudio en el estero (E) y los seis estanques de cultivo (E1-E6).

|             | NO    |      |       | NO   |      |      | PO  |      |      |
|-------------|-------|------|-------|------|------|------|-----|------|------|
|             | 3     |      |       | 2    |      |      | 4   |      |      |
|             | max   | min  | x     | max  | min  | x    | max | min  | x    |
| ESTERO      | 36.76 | 2.07 | 15.53 | 0.23 | 0.09 | .131 | 1.3 | 0.42 | 0.87 |
| ESTANQUES 1 | 28.67 | 1.02 | 13.42 | 0.20 | 0.05 | .128 | 2.2 | 0.61 | 1.25 |
| 2           | 15.39 | 0.46 | 4.50  | 0.21 | 0.35 | .188 | 0.9 | 0.19 | 0.42 |
| 3           | 30.39 | 0.63 | 9.47  | 0.43 | 0.04 | .171 | 2.5 | 0.22 | 1.10 |
| 4           | 13.01 | 2.01 | 5.23  | 0.48 | 0.09 | .242 | 1.6 | 0.24 | 0.64 |
| 5           | 35.28 | 0.90 | 7.84  | 0.69 | 0.03 | .179 | 1.4 | 0.12 | 0.51 |
| 6           | 45.86 | 1.68 | 8.45  | 0.21 | 0.04 | .089 | 1.0 | 0.17 | 0.66 |

Tabla.- 3 Valores de nutrientes. Se indican valores máximos y mínimos registrados así como promedio de todos los datos obtenidos, en los seis estanques y el estero.

(Estos datos fueron obtenidos en conjunto con Lechuga y Ayala 1985)

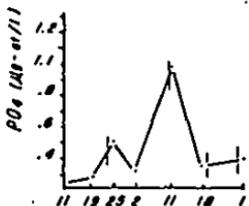
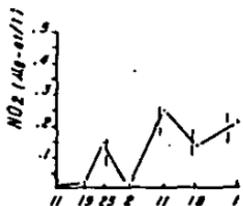
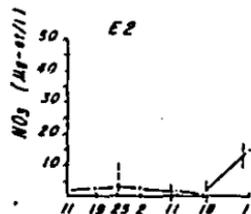
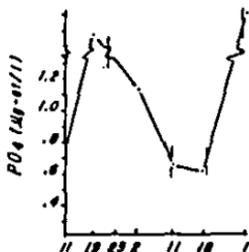
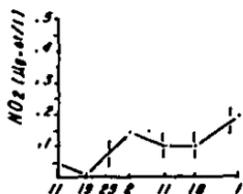
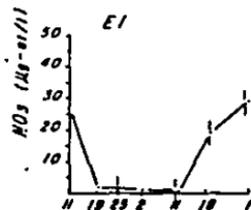
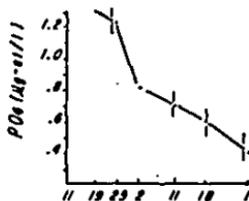
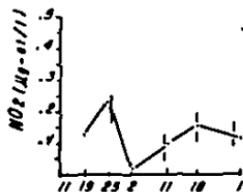
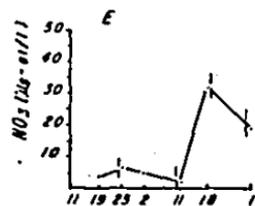


Fig.- 4 Valores de nutrientes detectados en el estero (E) y los seis estanques de cultivo (E1-E6), durante los meses de Septiembre (11, 19 y 25 ); Octubre (2, 11 y 18) y Noviembre (1). Los nutrientes de terminados fueron Nitratos (NO<sub>3</sub>); Nitritos (NO<sub>2</sub>) y Fosfatos (PO<sub>4</sub>). Las líneas sobre la grafica representan los días de fertilización.

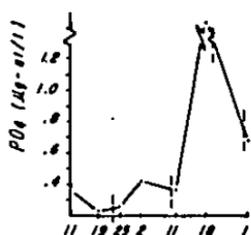
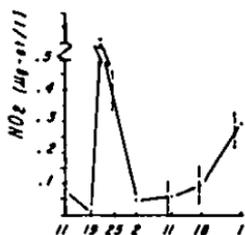
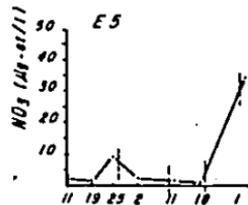
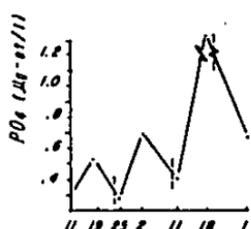
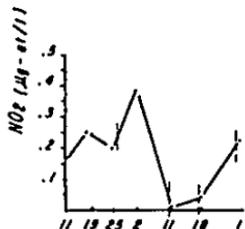
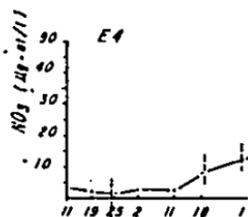
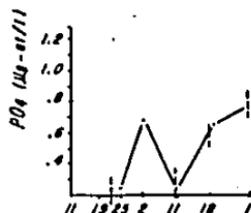
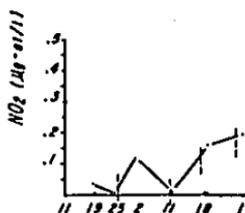
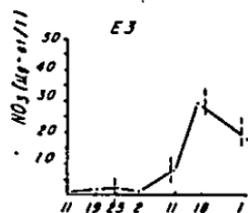


Fig.-4 Valores de los nutrientes detectados en el estero (E) y los seis estanques de cultivo (E1-E6), durante los meses de septiembre (11, 19 y 25); Octubre (2, 11 y 18) y Noviembre (1). Los nutrientes determinados fueron Nitratos (NO<sub>3</sub>); Nitritos (NO<sub>2</sub>) y Fosfatos (PO<sub>4</sub>).

Las líneas sobre la grafica representan los días de fertilización.

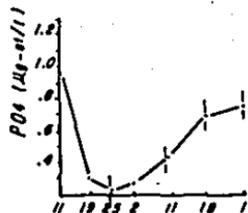
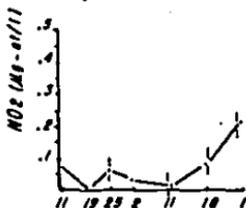
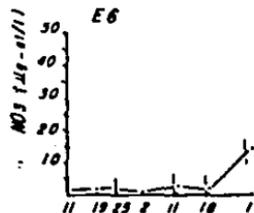


Fig.- 4 Valores de nutrientes detectados en el estero (E) y los seis estanques de cultivo (E1-E6), durante los meses de Septiembre (11, 19 y 25); Octubre (2, 11 y 18) y Noviembre (1). Los nutrientes determinados fueron Nitratos (NO<sub>3</sub>); Nítritos (NO<sub>2</sub>) y Fosfatos (PO<sub>4</sub>). Las líneas sobre la grafica representan los días de fertilización.

En los seis estanques se identificaron un total de 48 taxa; 31 se identificaron hasta nivel de especie; 13 hasta nivel de género; 4 organismos hasta nivel de grupo los cuales pertenecen a los cocolitoforidos, 2 criptofitas y 2 cianofitas.

En el estero se identificaron 44 taxa; 28 hasta nivel de especie; 14 a nivel de genero y dos grupos de organismos se identificaron hasta clase, los cuales son: los cocolitoforidos y cianofitas. (Tabla 4).

El grupo de las diatomeas presentó una abundancia total del 80.5%, fue el grupo mas abundante en los seis estanques y el estero, el grupo de los dinoflagelados represento el 0.55%; las cianofitas el 6.92%; el grupo de los cocolitoforidos el 0.55% y las criptofitas el 12.11%.

La mayor densidad de células fué de 1,717,329 cel/l y la menor densidad fue de 2,930 cel/l.\*\*

El organismo que se presentó en mayor abundancia fué Mastogloia sp., durante los 9 muestreos en los seis estanques y el estero, le siguen Rhizosolenia setigera, el grupo de las criptofitas, Gyrodigma sp., Nitzschia closterium, Chaetoceros costatus, Rhizosolenia calcar-avira, Oscillatoria sp. y Prorocentrum micans.

El grupo de las diatomeas estuvo presente en todos los muestreos las especies que se encontraron mas frecuentemente fueron: Rhizosolenia setigera, R. styliformis, R. calcar-

ravia, Mastogloia sp., Nitzschia closterium, Diploneis sp. Thelassiotrix frauenfeldii, Navicula spathulata, Gyrodigma sp. 1, Chaetoceros costatus y Navicula cancellata, le siguen el grupo de las cianofitas con el genero Oscillatoria sp. y cianofita sp. 2 el grupo de los dinoflagelados fue muy escaso y por lo tanto no tuvo gran importancia en los muestreos.

\*\* Durante los muestreos en un sólo estanque se obtuvo un conteo de 0 cel/l pero esta lectura se deshecho ya que pudo haberse debido a una falla de muestreo. Para usos prácticos se tomó como mínima densidad 2,930 cel/l.

#### Estero

Se identificaron un total de 44 taxa de los cuales 35 pertenecen al grupo de las diatomeas; 6 al grupo de los dinoflagelados; 1 a la clase de los cocolitoforidos y 2 cianofitas.

Veinticuatro diatomeas fueron identificadas hasta especie y 11 hasta género; 4 dinoflagelados hasta especie y 2 hasta genero; los cocolitoforidos no fueron identificados solo se llevo hasta clase; de las cianofitas sólo una se identifica hasta género y la otra hasta clase.

El grupo de las diatomeas presentó el 98.7% del total de los organismos, los dinoflagelados el 0.51%; los

cocolitoforidos el 0.51% y las cianofitas el 0.25% .

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron: Rhizosolenia setigera, R. calcarrayia y R. styliformis.

Estanque #1

Se identificaron 31 taxa de los cuales 25 pertenecen al grupo de las diatomeas; 1 al grupo de los dinoflagelados; 1 al grupo de los cocolitoforidos y 4 cianofitas.

Veinte diatomeas fueron identificadas hasta especie y 5 hasta género; 1 dinoflagelado fue identificado hasta especie; los cocolitoforidos sólo fueron identificados hasta clase; las cianofitas se identificaron 2 hasta clase y 2 hasta género.

El grupo de las diatomeas presentó el 83.8% del total de los organismos, los dinoflagelados el 0.15% las cianofitas el 15.75%, los cocolitoforidos se indican como presentes debido su baja densidad.

La mayor densidad se observó en el muestreo del día 1 de noviembre con 332,365 cel/l y la menor densidad se registró el día 18 de octubre con 17,583 cel/l.

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron: Rhizosolenia setigera, Mastoglóia sp., Navicula notabilis, Chaetoceros costatus y cianofita sp.

### Estanque #2

Se identificaron 33 taxa de los cuales 24 pertenecen al grupo de las diatomeas; 4 al grupo de los dinoflagelados; 4 al grupo de las cianofitas y 1 al grupo de los cocolitoforidos.

Veinte diatomeas fueron identificadas hasta especie y 4 hasta género; 1 cocolitoforido hasta clase; 2 cianofitas se identificaron hasta clase y 2 hasta género.

El grupo de las diatomeas presentó el 84% del total de los organismos, el grupo de los dinoflagelados el 2.5%, las cianofitas el 2.47% y el grupo de los cocolitoforidos 1.7% .

La mayor densidad de células se presentó el día 19 de septiembre con 172,905 cel/l y la menor densidad el día 1 de septiembre con 17,583 cel/l.

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron; Mastogloia sp., Chaetoceros costatus y Gyrodigma sp. 2.

### Estanque #3

Se identificaron 28 taxa , de los cuales 21 pertenecen al grupo de las diatomeas; 3 al grupo de los dinoflagelados; 1 cocolitoforido y 3 cianofitas.

El grupo de las diatomeas presentó el 88% del total de los organismos; los dinoflagelados 1.01%; los cocolitoforidos

0.14% y las cianofitas el 0.88% .

Quince diatomeas fueron identificadas hasta especie y 5 hasta género; 2 dinoflagelados hasta especie y 1 hasta genero; el cocolitoforido se identifico hasta clase; 2 cianofitas se identificaron hasta clase y 1 hasta género.

La mayor densidad de células se presentó el día 11 de septiembre con 1,049,51 cel/l y la menor densidad el día 1 de noviembre con 20,514 cel/l.

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron Mastogloia sp., Nitzschia closterium, Diplonies sp., Rhizosolenia setigera.

#### Estanque #4

Se identificaron un total de 25 taxa de los cuales 19 pertenecen al grupo de las diatomeas; 1 al grupo de los dinoflagelados; 1 cocolitoforido; 3 cianofitas y criptoficeas.

Catorce diatomeas se identificaron hasta especie y 5 hasta género; el dinoflagelado se identificó hasta género; el cocolitoforido fue identificado hasta clase; 2 cianofitas se identificaron hasta clase y 1 hasta género y las criptofitas se identificaron hasta clase.

El grupo de las diatomeas presento el 8.5%; los dinoflagelados 0.58%; los cocolitoforidos 1.21% y las criptofitas el 88%.

La mayor densidad de células se presentó el día 22 de agosto con 1,717,329 cel/l y la menor densidad el día 25 de septiembre con 2,930 cel/l.

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron los de la clase criptofícea. Este fue el único estanque que presentó organismos de esta clase.

#### Estanque #5

Se identificaron un total de 27 taxa de los cuales 21 pertenecen al grupo de las diatomeas; 1 al grupo de los dinoflagelados; 1 al grupo de los cocolitoforidos y 4 al grupo de las cianofitas.

Quince diatomeas se identificaron hasta especie y 5 hasta género; el dinoflagelado que se presentó se identificó hasta género; el cocolitoforido se identificó hasta clase; una cianofita se identificó hasta clase y 3 hasta género.

El grupo de las diatomeas presentó el 79.0% total de los organismos; los dinoflagelados el 0.21%, el grupo de los cocolitoforidos 0.63% y las cianofitas 20.0%

La mayor densidad observada fue el 11 de octubre con 923,138 cel/l y la menor densidad el 22 de agosto con 26,375 cel/l.

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron : Gyrosigma sp.2, Chaetoceros costatus, Mastogloia

sp., Nitzschia closterium. Rhizosolenia setigera y Oscillatoria sp.

Estanque #8

Se identificaron un total de 23 taxa de los cuales 17 pertenecen al grupo de las diatomeas; 2 al grupo de los dinoflagelados; 1 al grupo de los cocolitoforidos y 3 cianofitas.

Doce diatomeas se identificaron hasta especie y 5 hasta género; 2 dinoflagelados se identificaron hasta especie; el cocolitoforido se identificó hasta clase; las cianofitas 2 se identificaron hasta clase y 1 hasta género.

El grupo de las diatomeas presentó el 89.7% del total de los organismos y las cianofitas 10.21% los dinoflagelados y los cocolitoforidos se mencionan como presentes debido a su baja densidad.

La mayor densidad de organismos se presentó el día 22 de agosto con 211,002 cel/l y la menor densidad el 19 de septiembre con 0 cel/l.

Los organismos que se presentaron en mayor cantidad fueron Rhizosolenia setigera y Nitzschia closterium.

En la figura 5 se muestra la densidad de organismos a lo largo del estudio en los seis estanques y el estero.

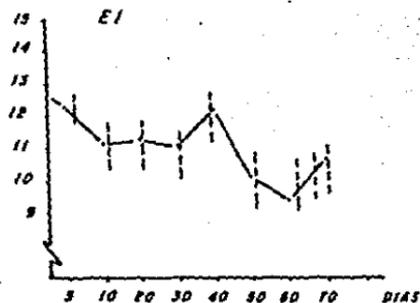


Fig.- 5 Densidad de organismos a lo largo del estudio en el estero (E) y los seis estanques de cultivo (E1-E6). Las líneas sobre la grafica representan los días de fertilización.

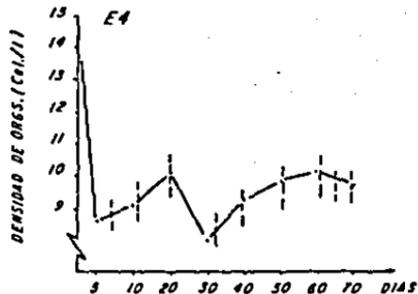


Fig.- 5 Densidad de organismos a lo largo del estudio en el estero (E) y los seis estanques de cultivo (E1-E6).

Las líneas sobre la grafica representan los días de fertilización.

| ESPECIES                                   | E | ESTANQUES |   |   |   |   |   |
|--|---|-----------|---|---|---|---|---|
|  |   | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Diatomeas                                  |   |           |   |   |   |   |   |
| 1 <u>Amphora</u> sp.1                      |   |           |   |   | x |   | x |
| 2 <u>A.</u> sp. 2                          |   | x         |   |   | x |   |   |
| 3 <u>A.</u> sp. 3                          |   | x         |   |   |   |   |   |
| 4 <u>A.</u> sp. 4                          |   | x         |   |   |   |   |   |
| 5 <u>Cerataulina pelagica</u> H. Peragallo |   | x         | x | x | x | x |   |
| 6 <u>Coscinodiscus</u> sp. 1               |   | x         |   |   | x |   |   |
| 7 <u>C.</u> sp. 2                          |   | x         |   |   |   |   |   |
| 8 <u>Chaetoceros compressus</u> Lauder     |   | x         | x | x |   |   | x |
| 9 <u>Ch. costatus</u> Pavillard            |   | x         | x | x | x | x | x |
| 10 <u>Ch. didymus</u> Ehrenberg            |   |           |   |   | x |   | x |
| 11 <u>Diploneis crabo</u> Ehrenberg        |   | x         | x | x |   | x |   |
| 12 <u>D. didima</u> Ehrenberg              |   |           | x |   | x | x |   |
| 13 <u>D.</u> sp                            |   | x         | x | x | x | x |   |
| 14 <u>Gyrosigma</u> sp. 1                  |   | x         | x | x | x | x | x |

|  |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| 15G. sp. 2                             | x | x |   | x | x | x | x |
| 16G. sp. 3                             |   | x | x | x | x | x | x |
| 17Guinardia flaccida (Castracane)H.Per | x |   | x |   |   |   |   |
| 18Mastogloia sp.                       | x | x | x | x | x | x | x |
| 19Melosira sulcata (Ehr.)Kutzing       | x |   | x |   |   |   |   |
| 20Navicula cancellata Donking          | x | x | x | x | x | x | x |
| 21N. clavata Gregory                   | x |   | x |   |   |   |   |
| 22N. disclusa Husted                   |   |   |   |   |   |   | x |
| 23N. granulata Bailey-Brebison         | x |   |   |   |   |   |   |
| 24N. latissima Greg.                   |   |   |   | x | x | x |   |
| 25N. lineata Greg.                     | x |   | x |   |   |   |   |
| 26N. lyra Ehr.                         |   | x |   |   |   |   |   |
| 27N. notabilis Greville                |   | x |   |   |   |   |   |
| 28N. medianum Greg.                    | x | x | x |   |   |   |   |
| 29Nitzschia bilobata W.Smith           | x | x | x |   |   |   |   |
| 30N. closterium (Ehr.)W.Smith          | x | x | x | x | x | x | x |
| 31N. lanceolata W.Smith                | x | x | x |   | x | x | x |
| 32N. longissima (Breb.)Ralfs           | x | x | x | x |   |   | x |
| 33N. sigma (Kutz.)W.Smith              | x |   |   |   |   |   |   |
| 34N. spathulata Breb.                  | x | x | x | x | x | x | x |
| 35Rhizosolenia calcaravis Schulze      | x | x | x | x | x | x | x |
| 36R. imbricata Brightwell              | x | x |   | x | x | x | x |
| 37R. satigera Brightwell               | x | x | x | x | x | x | x |
| 38R. stouterfothii H. Per.             | x |   | x | x |   |   | x |

|                                       |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 39R. <u>styliformis</u> Brightwell    | x | x | x | x | x | x | x |
| 40Suriella robusta Ehr.               |   |   |   |   |   |   | x |
| 41S. <u>fastuosa</u> (Ehr.)Kutz       |   |   |   |   |   | x |   |
| 42Synedra sp.                         | x |   |   |   |   |   |   |
| 43Thalassiotrix frauenfeldii Grunow   | x | x | x | x | x | x | x |
| 44Tropidoneis antarctica Gand y Angst | x |   |   |   |   |   |   |
| Dinoflagelados                        |   |   |   |   |   |   |   |
| 45Ceratium fusus (Ehr.)Dujardin       | x |   | x | x |   |   | x |
| 46Gochlodinium sp.                    |   |   |   |   |   |   | x |
| 47Dinophysis caudata Saville-Kent     | x |   |   |   |   |   |   |
| 48Gonyaulax sp.                       | x |   |   |   |   |   |   |
| 49Gymnodinium sp.                     | x |   |   | x | x |   |   |
| 50G. <u>simplex</u> Kofoid y Swesy    | x |   |   |   |   |   |   |
| 51Peridinium sp.                      |   |   |   | x | x |   |   |
| 52Prorocentrum micans Ehr.            | x | x | x | x |   |   | x |
| Cianofitas                            |   |   |   |   |   |   |   |
| 53Cianofita sp. 1                     |   |   | x | x | x | x | x |
| 54Cianofita sp. 2                     | x | x | x | x | x | x | x |
| 55Oscillatoria sp.                    | x | x | x | x | x | x | x |
| 56Spirulina sp.                       |   |   | x | x |   |   | x |
| 57Cocolitoforidos                     | x | x | x | x | x | x | x |
| 58Criptofitas                         |   |   |   |   |   |   | x |

x especies presentes en los seis estanques y el estero.

Tabla. - 4 Especies identificadas durante este trabajo

## Capítulo V.- DISCUSION

En todos los estanques se observó una temperatura constante durante los muestreos ( $x = 28.8 \pm 0.04$ ). Entre los estanques y el estero hubo una diferencia de temperatura de 3.2 °C más alta en los estanques; esto se explica porque el estero es un cuerpo de agua abierto y por lo tanto está expuesto a las fluctuaciones de mareas y corrientes (Pumpsii, 1970), mientras que los estanques son un sistema semicerrado por lo tanto no están expuestos a la influencia de mareas y corrientes, por otra parte lo somero de los estanques (0.60 m) ocasiona un mayor calentamiento del cuerpo del agua.

En la única estación muestreada del estero se observa una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la abundancia de organismos; Margalef (1977), propone que esta relación debe ser directamente proporcional, sin embargo dicho autor no toma en cuenta la sucesión de especies que se lleva en todo cuerpo de agua y que en gran medida, depende de la temperatura; es decir, algunas especies se desarrollan más en una temperatura determinada mientras que otras tienden a disminuir; esto provoca que aumente el número de individuos pero que disminuya la diversidad de éstos (Gómen-Aguirre, 1972), (Vinogradov y Shushkina, 1983).

Los estanques tienen un comportamiento similar al estero, a excepción del estanque #1 donde hay una relación

directamente proporcional entre la temperatura y la densidad de organismos, esto pudo deberse a que este estanque fue fertilizado con un alimento especial para camarón y contiene gran variedad de nutrientes incluyendo vitaminas ( Ver tabla 1 pag. ) lo cual da como resultado condiciones óptimas para el desarrollo del fitoplancton.

Por otra parte se presenta un ligero aumento del fitoplancton en otoño aunque la temperatura disminuye, este mismo fenómeno fue observado por Nienhuis y Guerrero (1985), en Bahía Magdalena, B.C.S.

En las muestras tomadas de la única estación del estero se observa una disminución en la cantidad de cianofitas en comparación con los estanques debido a las menores temperaturas del estero, esto se corrobora con los trabajos de Tilman y Kielsing (1983), Post et al., (1985), donde mencionan que hay una estrecha relación entre temperatura y abundancia de cianofitas y que a mayores temperaturas será mayor la abundancia de cianofitas y a menores temperaturas disminuye la población de éstas.

En este cuerpo de agua se observa un aumento en la cantidad de diatomeas provocado por la disminución de temperatura, Tilman y Kielsing (1983), mencionan que las diatomeas tienden a abundar en temperaturas más bajas.

La temperatura de los estanques no mostró una relación con los grupos taxonómicos presentes debido a que cada

estanque tiene características particulares dadas por el tipo de los fertilizantes y las condiciones físicoquímicas de los estanques.

En la única estación muestreada en el estero se observo que la salinidad se mantuvo constante durante los muestreos (35.6% ) esto es debido al gran aporte de agua de mar que recibe. Day (1981), menciona que la salinidad de un estero es constante debida al intercambio y mezcla de aguas que se da en estero durante todo el año.

En los estanques se observa un incremento de salinidad ocasionado por una mayor evaporación; esta mayor evaporación debida a lo somero de los estanques y a que en un sistema como éste (semicerrado) las sales tienden a acumularse debido al bajo intercambio de agua (13% del volumen).

Las variaciones en los estanques no son muy importantes ( $ds=1.4$ ), esta variabilidad quizá se deba a los fertilizantes orgánicos e inorgánicos suministrados a los estanques, los estanques que fueron fertilizados con fertilizantes orgánicos (#1, #3, #5 y 6) se observa una salinidad de entre 37% y 40%, baja si tomamos en cuenta el estanque #4 que fue fertilizado con sales (urea y superfosfato) tiene una salinidad de 42%. esta alta salinidad dada quizás por el fertilizante.

En las muestras tomadas de la única estación del estero para la salinidad presentaron una relación inversamente proporcional a la densidad de organismos, estos resultados concuerdan con las observaciones realizadas por Smayda (1983), quién menciona que el número total de especies fitoplanctónicas disminuye en relación con el aumento de la salinidad .

Los estanques presentan un comportamiento similar al estero a excepción del estanque #2 donde la relación que se presenta entre la densidad de organismos y salinidad es directamente proporcional, se podría pensar que la salinidad (37.8%) es óptima para el crecimiento del fitoplancton, Tanaka, et al., (1983), mencionan que algunas algas se ven favorecidas por la salinidad, también mencionan que hay salinidades óptimas para toda alga que pueden ser muy variadas y dependen de factores como la estación del año y temperatura.

En la única estación del estero muestreada se presenta un aumento de dinoflagelados que en los estanques no se presenta esto quizás debido a los menores valores de salinidad Smayda (1983), menciona que los dinoflagelados tienden a encontrarse en mayor cantidad en cuerpos de agua con salinidades menores de 36% .

En los estanques #1 y #3 no se presentó ninguna relación entre salinidad y los grupos taxónomicos.

En el estanque #2 se presenta una disminución de las cianofitas asociada a las altas salinidades de este estanque (40 %.) Esto se explica debido a que las cianofitas requieren de una salinidad moderada para desarrollarse adecuadamente. Las altas salinidades no permiten el crecimiento de las cianofitas (Smayda, 1983).

En los estanques #2 y #4 se presenta un aumento de coccolitoforidos al igual que un aumento de salinidad Smayda (1983), menciona que los coccolitoforidos se ven favorecidos por las altas salinidades.

En los estanques #4, #5 y #6 se presenta una disminución de dinoflagelados causadas por las altas salinidades predominantes en ellos. Smayda (1983), menciona que las altas salinidades no favorecen al desarrollo y crecimiento de los dinoflagelados.

En el estero en la única estación muestreada no se presenta ninguna relación entre la cantidad de fósforo presente y el total del fitoplancton contado. Experimentos realizados por Henry y Tundisi (1984), demuestran que la presencia de fosfato en el medio no estimula el crecimiento del fitoplancton como un

todo sin embargo, algunos grupos se ven afectados por la presencia de compuestos fosfatados. En este caso el grupo de los dinoflagelados aumento debido a las gran cantidad de fosfato presente. Elgavish et al., (1982), demostraron por medio del cultivo de 3 diferentes algas (1 dinoflagelado y 2 clorofitas ), que al aumentar las cantidades de fosfato en el medio de cultivo la población de dinoflagelados aumenta al igual que la población de clorofitas.

A excepción del estanque #3 los demás estanques presentaron un comportamiento similar al estero, es decir la cantidad de fosfato presente fue independiente del número (o total) de fitoplancton considerando éste como un total.

El estanque #3 presenta una relación directamente proporcional entre la densidad de organismos y la cantidad de fosfato dado quizás por el tipo de fertilizante (salicornia); este fertilizante vegetal contiene 0.2 ug/l de fósforo (Martínez, 1984), quizás esta cantidad de fosfato sea la óptima para el desarrollo de las especies en este estanque dando como resultado esta relacion.

El estanque #1 fue donde se observó una mayor cantidad de especies y una menor cantidad de fosfato Round (1975) y Horwood (1982), mencionan que el fósforo cuando se presenta en altas cantidades propicia a la disminución de especies en

este caso al presentarse una cantidad pequeña de fosforo ayudo al incremento de las especies.

En el estanque #2 se observa una disminución en la cantidad de fosfato, esto mismo se observa con la cantidad de cianofitas Zevenboom et al., (1980), mencionan que esta relacion esta dada que para las cianofitas el fosfato es un nutriente limitante y al haber una disminucion de este nutriente la poblacion decrece.

El estanque #3 no presenta relación alguna entre el fosfato y los grupos taxonómicos.

En los estanques #4, #5 y #6 se presenta una disminución de dinoflagelados acompañada de una menor concentración de fosfato Elagavish et al., (1980), demostraron por medio de experimentos donde se variaban las cantidades de fosfato que a una menor concentración de fosfato los dinoflagelados tienden a disminuir.

En el estero en la única estación que fue muestreada se puede apreciar una relación inversamente proporcional entre la cantidad de compuestos nitrogenados y la abundancia de organismos esta relación dada por el consumo de éstos nutrientes por parte de los componentes del fitoplancton (Graneli y Sundback, 1985) (Sakshaug y Olsen, 1986), la disminución de la cantidad de compuestos nitrogenados es

debida a la incorporación de estos por el fitoplancton un alto contenido de compuestos nitrogenados indican que existe baja cantidad de fitoplancton es por lo que se da esta relación inversamente proporcional entre la cantidad de nitratos y nitritos con la densidad de organismos.

En los estanques #1, # 2, #4 y #6 se presenta una relación similar a la del estero se observa la misma relación inversamente proporcional, aunque en el estanque #6 se presenta un comportamiento similar al estero se observa una baja densidad de organismos acompañada de una baja cantidad de nitritos y nitratos probablemente debido al tipo de fertilizante que le fue agregado (gallinaza); este fertilizante contiene 1.5 ug/l de nitrógeno (Martínez, 1984). Varios autores Welch *et al.*, (1977), Dortch y Ahmed (1979), Furnas (1983), han reportado que el nitrógeno en forma de nitritos y nitratos son el principal limitante para el crecimiento del fitoplancton y que el fitoplancton se encuentra directamente relacionado con la cantidad de dicho compuestos presentes en el medio. Packard (1978), menciona que la asimilación de compuestos nitrogenados depende de la concentración de estos en el medio tal y como sucedió en este estanque.

En los estanques #3 y #5 se presenta una relación directamente proporcional entre la cantidad de nitritos y

nitratos con la densidad fitoplanctónica; esta relación dada por el tipo de fertilizante que les fue agregado el cual contiene suficiente cantidad de compuestos nitrogenados para que las especies fitoplanctónicas se desarrollen en óptimas condiciones.

Tanto el estero como en los seis estanques se puede apreciar una diferencia muy marcada en las cantidades de nitritos y nitratos. Las cantidades de nitrito son más bajas que las de nitrato esto es explicado por Thomas (1967), Qasim (1969), estos autores mencionan que estas pequeñas cantidades de nitrito son debidas a que el fitoplancton asimila primero el nitrito, ya que esta es una mejor fuente de nitrógeno para las comunidades fitoplanctónicas.

En la única estación muestreada del estero se presento la máxima cantidad de nitratos acompañada de una elevada densidad fitoplanctonica esto es explicado por Granéli y Sundbäck (1985), quienes mencionan que altas concentraciones de nitrato existe marcada estimulación en el crecimiento del fitoplancton.

También se puede apreciar un aumento de dinoflagelados conforme aumenta la cantidad de nitritos, esto es explicado por Thomas (1967), quien menciona que para el grupo de los dinoflagelados el nitrito en bajas concentraciones limita su crecimiento.

En el estanque #1 se presenta un aumento en la cantidad de cianofitas con un aumento en la cantidad de nitratos esto porque las cianofitas son fijadoras de nitrógeno como lo mencionan Zevenboom *et al.*, (1980), Fogg (1982), y que requieren de altas cantidades de nitrógeno, mencionan también que entre mayor sea la cantidad de nitratos mayor será la capacidad de fijación.

En el estanque #2 se observa una disminución en la cantidad de cianofitas acompañada de una disminución en la cantidad de nitratos Zevenboom *et al.*, (1980) explican que esto es debido a que el nitrógeno (nitritos y nitratos) es un nutriente que limita el crecimiento de las cianofitas.

En los estanques 3, 4, 5 y 6 no se encontró ningún tipo de relación entre la cantidad de nutrientes y los grupos taxonómicos, este comportamiento probablemente se deba al tipo y la cantidad de los fertilizantes utilizados.

La cantidad de organismos encontrados en el estero corresponden a una composición representativa de la zona Nienhuis y Guerrero (1986), realizaron muestreos en la zona de Bahía Magdalena reportando las mismas especies que aparecen en este trabajo, las pequeñas diferencias encontradas se pueden deber a fluctuaciones de mareas o corrientes.

ESTA FESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Smayda (1983), menciona que la presencia o ausencia de algunos organismos fitoplanctónicos en un estero está influenciado por condiciones como las mareas, corrientes y otras características del agua.

En el estero también se puede apreciar una mayor cantidad de organismos pero muy poca diversidad de especies; esta mayor cantidad de especies está dada por las condiciones del cuerpo de agua ya que al tener una conexión con el mar hay mayor probabilidad de intercambio de agua y mayor número de especies. Pumpsai (1970), menciona que el número de especie fitoplanctónicas en un estero son generalmente grandes pero pocas especies son dominantes.

En el estero se puede apreciar una mayor cantidad de diatomeas que en los estanques no se presentan, tal vez esto es debido a que el grupo de las diatomeas se ve afectado por la textura del fondo del estero ya que algunas diatomeas tienen afinidad por texturas suaves, otras por granos de arena y otras por fondos rocosos (Round, 1975).

La cantidad de especies encontradas en los estanques con respecto al estero varían en número y composición específica debido a las condiciones que rigen a cada uno de los estanques; en estos no se presenta la influencia de mareas o corrientes por lo tanto no existe un intercambio continuo de agua, ni un intercambio de nutrientes; aunque el factor

primordial de la variación de la cantidad y composición específica, es el tipo de fertilizante agregado por lo que cada uno de ellos presenta un comportamiento particular.

En los estanques se presenta una disminución de las especies identificadas, Roolte Van y Valieta (1976), explican que un cuerpo de agua al ser fertilizado decrece en variedad de especies, aunque se incrementa en productividad, esta disminución esta dada por el efecto del nitrógeno; es posible que en los estanques el nitrógeno tuvo un efecto inhibitorio. Algunos experimentos en este sentido han demostrado que el fertilizante tiene un efecto nocivo para el desarrollo de las diatomeas Roolte Van y Valieta (1976), reportan que en estanques fertilizados se observa un descenso en el número de diatomeas, mientras que en los estanques sin fertilizantes se observa un aumento en la cantidad de dichos organismos.

En el presente trabajo se encontraron resultados similares en los estanques #3, #4, #5 y #6; y en el estanque 2 (control), el número de diatomeas fue superior en relación con los estanques fertilizados. El mayor número de diatomeas fue encontrado en el estanque #1 al cual se le agrego' alimento especial para camarón, la compleja composición de este pudo haber influido en el desarrollo de las diatomeas debido principalmente a su alto contenido de vitaminas.

En el estanque #4 fertilizado con urea y superfosfato, se

presentó un menor número de organismos, con respecto a este tipo de fertilizante Martínez (1984), menciona que los fertilizantes proporcionan un solo tipo de nutrientes, en este caso nitrógeno, debido a esto el crecimiento del fitoplancton en el estanque #4 fue limitado; por otra parte es posible que la cantidad de fertilizante no haya sido la adecuada y que el nitrógeno no estuvo presente en cantidad suficiente, también hizo falta otro tipo de nutriente para aumentar la cantidad de especies.

Con respecto al estanque #6 fertilizado con gallinaza no se encontró la cantidad de fitoplancton esperada Costa-Pierce et al., (1985), reporta que en general los estiercoles son fertilizantes que aportan mayor cantidad de compuestos nitrogenados. Por todo lo antes mencionado con respecto al nitrógeno sería lógico pensar que habría mayor densidad fitoplanctonica, pero no fue así, debido esto quizás a que las cantidades de fertilizantes no fueron las suficientes Martínez (1984), recomienda que la cantidad de estiércol debe ser de 1 ton/ha y menciona que si es necesaria una segunda aplicación se haga con el 50% de la primera aplicación.

## Capítulo VI.-CONCLUSIONES

- 1.- Se pudo observar que la temperatura no influyó en la densidad específica del fitoplancton, a excepción del grupo de las cianofitas y diatomeas que fueron los únicos que se vieron influenciados por las bajas temperaturas.
- 2.- En cuanto a la salinidad se observó que tuvo una mayor influencia sobre algunos grupos taxonómicos. Las bajas salinidades propiciaron una mayor presencia de dinoflagelados, más sin embargo las altas salinidades no permitieron el crecimiento y desarrollo de las cianofitas, en cuanto a los cocolitoforidos, el aumento de salinidad influyó favorablemente
- 3.- La cantidad de fertilizantes añadidos a los estanques no fue la adecuada, en cuanto a la relación N:P (nitrógeno-Fosfato).
- 4.- El uso de los fertilizantes fosfatados no tuvo ninguna influencia sobre la densidad y composición fitoplanctónica sin embargo este tipo de fertilizante tuvo efecto en algunos grupos como el de los dinoflagelados y las cianofitas que se vieron favorecidas por las altas cantidades de fosfato, por otra parte grupo de las cianofitas fue un nutriente limitante.
- 5.- El abono (gallinaza) no tuvo el efecto que se esperaba, ya que no se aplicó en cantidades adecuadas.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

6.- Sería conveniente que además de las mediciones de nitritos, nitratos y fosfatos, se hicieran mediciones de algunos otros elementos como el sílico, ya que éste es un elemento fundamental para algunas especies. Paralelamente a estos estudios sería recomendable realizar estudios de la productividad primaria, clorofilas y análisis de aguas, ya que esto da un panorama más completo acerca del número de componentes del fitoplancton y como se esta desarrollando; mediante este tipo de estudios se puede hacer una evaluación de la evolución de los organismos en cultivo.

## Capítulo VII.-BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H.P y Horiga, C.P. 1985. Qué es la acuicultura? Fonsepaca. Mex. p.p 1-57
- Barreiro, M. T. 1983. Avances en el conocimiento de las comunidades de productores primarios de la Laguna de Términos en Campeche. Univ. Aut. Metropolitana. Mex. p.p 1-15
- Boney, D.A. 1975. Phytoplankton. Camelot Press LTD. Great Britain. p.p 1-114
- Brown, E.E. 1980. Fish farming handbook. AVI. U.S.A. p.p 1-367
- Carr, N.G. 1973. The biology of blue-green algae. University of California. U.S.A. p.p 1-66
- Costa Pierce, B.A, Malecha, S.P y Laws, E. 1985. Effects of policulture and manure fertilization on water quality and heterotrophic productivity in Macrobenthium rosenbergii ponds. Trans. Amer. Fish. Soc. 114:826-836
- Cupp, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. 5 (1): 1-238
- Day, J.D. 1981. Estuarine Ecology. Balkema. U.S.A. p.p 1-401
- Delegación Federal de Pesca (SEPES), Unidad de fomento Pesquero (SP) y Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S. 1985. Reporte final de los trabajos realizados durante el cultivo experimental del camarón en Puerto Chale B.C.S. La Paz, B.C.S p.p 1-401
- Dortch, Q. y Ahmed, S.T. 1979. Nitrate reductase and glutamate dehydrogenase activities in Skeletonema costatum as measures of nitrogen assimilation rates. Journ. Plank. Res. 1 (2): 164-185
- Edler, L. 1979. Recommendations for marine biological studies in Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll. The National Swedish Environment Protection Board. Sweden. p.p 5-37

- Elgavish, A., Elgavish, G.A y Halmann, M. 1980. Phosphorus utilization and storage in batch culture of the dinoflagellata Peridinium cinctum F. Westii. J. Phycol. 16: 626-633
- Elgavish, A., Halmann, M y Bornan, T. 1982. Study of phosphorus utilization and storage in batch cultures of Peridinium cinctum, Pediastrum duplex and Cosmarium sp. from lake Kinneret (Israel). Phycologia 21 (1): 47-54
- Eppley, R.W. 1972. Temperature and phytoplankton growth in sea. Fish. Bull. 70 (4): 1065-1085
- Furnas, M.J. 1983. Nitrogen dynamics in lower Narragansett Bay, Rhode Island 1. Uptake by size-fractionated phytoplankton populations. Journ. Plank. Res. 5 (5): 657-675
- Fogg, G.E. 1982. Nitrogen cycling in sea water. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 295: 511-520
- Gomez-Aguirre, S. 1972. Fitoplancton del crucero Q.Omitaka-Maru-30 (15-22 Diciembre, 1965) en las costas del Pacifico Mexicano. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural Tomo XXXII: 1605-1607
- Goméz-Ratíi, H. 1970. Técnica para la limpieza y montaje de diatomeas. Laguna noa. (25-26): 13-15
- Granélii, E y Sundbäck, K. 1985. The response of planktonic and microbenthic algal assemblages to nutrient enrichment in shallow coastal waters Southwest, Sweden. J. Exp. Biol. Ecol. 85: 253-268
- Hasle, G.R y Fryxell, G.A. 1970. Diatoms cleaning and mounting for light and electron microscopy. Trans. Amer. Micros. Soc. 89 (4): 469-474
- Hasle, G.R. 1978. The inverted microscope method In: Sournia, A. (Ed.) Phytoplankton Manual. UNESCO. Unid Kindom. p.p 1-207
- Hendey, N.L. 1964. Bacillariophyceae (diatoms) In: Introductory account of smaller algae of coastal waters 4 (5): 298
- Henry, R. y Tundisi, J.G. 1984. Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on fitoplancton in a tropical reservoir (Lobo Reservoir, Brazil) Hidrobiol. 118: 177-185

- Horwood, J. 1982. Algal production in the West Central North Sea. Journ. Plank. Res. 4 (1): 103-124
- Jimenez, R.S. 1975. Diatomeas y Silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Instituto Oceanografico de la Armada. Guayaquil, Ecuador. p.p 1-75
- Laing, I y Utting, S. 1980. The influency of salinity on production of two commercially important unicellular marine algae. Aquaculture 21: 79-86
- Lechuga, C y Ayala, B. 1985. Reporte final de los trabajos realizados durante el cultivo experimental del camarón en Puerto Chale B.C.S. CIB. La Paz, B.C.S. p.p 1-366
- Levinton, J.S. 1982. Marine Ecology. Prentice-Hall Inc. U.S.A p.p 1-507
- Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory. Chicago Press. U.S.A. p.p 1-109
- Margalef, R. 1977. Ecología. Omega. Barcelona p.p 1-800
- Martinez, T.Z. 1984. Modelo Mexicano de Policultivo. Fondepesca. Mex. p.p 1-103
- Milne, P.H. 1972. Fish and shellfish farming in coastal waters, News LTD. London p.p 1-250
- Navarro, N.J. 1983. A survey of marine diatoms of Puerto Rico. Botanica Marina XXVI: 393-408
- Niels, F. 1973. Some littoral diatoms from the coast of Tanzania. Cramer. Germany p.p 1-175
- Nienhius, H y Guerrero, R. 1985. A quantitative analysis of the annual fitoplankton cycle of the Magdalena Lagoon Ccomplex (Mex.). Journ. Plank. Res. 7 (4): 427-441
- Nienhius, H y Guerrero, R. 1986. Biomasa y Distribución del fitoplancton entre 1980 y 1984 en Bahía Magdalena Baja California Sur, Mexico. Atlas CICIMAR #5. CICIMAR. La Paz, B.C.S. p.p 1-63
- Odum, E. 1979. Ecología. CECSA. Mex. p.p 1-248

- Steidinger, K.A y Williams, J. 1970. Dinoflagellates. Mem. Hourglass Cruises Mar. Resp. lab. St. Petersburg. 2: 1-251
- Steidinger, K.A y Tangen, R. 1985. Dinoflagellates (marine dinoflagellates). International phytoplankton course. Stazione zoologica. Naples, Italia. p.p 1-58
- Strickland, J.P.H y Parsons, T.R. 1972. A Practical handbook of seawater analysis. Journ. Fish. Res. Bd. Canada Bull. 1-470
- Sverdrup, H.U, H. Johnson, M.W y Fleming, R.H. 1942. The oceans. Prentice-Hall Inc. U.S.A. p.p 1-320
- Tait, R.V. 1970. Elementos de Ecología Marina. Acribia. Espana. p. 1-320
- Tanaka, N., Sugiyama, M y Okwada, K. 1983. Ecological studies of phytoplankton in Ago Bay with special reference to relation between growth and salinity. Bull. Plank. Soc. Japan 30 (1): 1-10
- Taylor, F.J. 1976. Dinoflagellates from the international Indian Ocean expedition. A report on material collected by the R.V Anton Bruun, 1963-1964. Germany. p.p 1-227
- Thomas, W.H. 1967. Nitrogen nutrition of phytoplankton in the northeastern tropical Pacific Ocean. Tropical Oceanography 5: 280-288
- Tilman, D. Y Kielsing, R.L. 1983. Freshwater algae ecology: taxonomic trade-off in the temperature dependence of nutrient competitive abilities. Ecology 62: 802-815
- Tiznado, G.L. 1980. Aportación al conocimiento del comportamiento biológico de la laguna de San Andrés, Aldama Tamaulipas. 2 Simposio Latinoamericano de acuicultura. Tomo 1. Departamento de Pesca. Mex. p.p 1-3263
- Toro, E.J. 1984. Determinación de las fluctuaciones mensuales de la abundancia y de las biomásas fitoplanctónicas en el estuario del Río Quele (Chile IX Region) Rev. Biol. Mar. 20 (4): 23-37

- Van Heurck, H. 1869. A treatise on the diatomaceae. Weldon and Wesley LTD. London p.p 1-558
- Vinogradov, M.Y y Sushkina, E.A. 1983. The sucession of marine plantik communities. Oceanology 23 (4): 477-481
- Weihaupt, J.H. 1984. Exploración de los océanos. Introducción a la oceanografía CECSA. Mex. p.p 1-640
- Weisberg, J y Parish, H. 1974. Introductory Oceanography. Mc. Graw-Hill U.S.A. p.p 1-800
- Welch, E.B, Stortevant, P y Perkins, M.A. 1978. Dominance of phosphorus over nitrogen as a limited to phytoplankton growth. Hydrobiol. 57 (3): 209-215
- Wheaton, W.F. 1985. Aquacultural Engineering. Robert, E. Krieger. U.S.A. p.p 1-641
- Yoong, F y Reinoso, B. 1983. Cultivo de camarón marino (Penaeus) en el Ecuador. Pasca Marina Julio-Agosto, Noviembre-Diciembre p.p 8-28
- Zevenboom, W, De Groot, G.T y Mur, R.L. 1980. Effects of light on nitrate limited Oscillatoria agardii in chemostad cultures . Arch. Microbiol 125: 59-65