

2ej
51



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANC-
TON DURANTE EL CICLO ESTACIONAL "VERANO-
83 VERANO-84" EN LA LAGUNA DE COYUCA DE
BENITEZ, EDO. DE GUERRERO Y SU POSIBLE
DETECCION POR MEDIO DE TECNICAS DE PER-
CEPCION REMOTA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JOSE JAVIER DAVILA ZUÑIGA

1 9 8 6



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.

I N D I C E

I	RESUMEN	1
II	INTRODUCCION	5
III	OBJETIVOS	9
IV	ANTECEDENTES	10
V	AREA DE ESTUDIO	13
VI	METODOLOGIA	18
VII	RESULTADOS Y DISCUSION	21
VIII	POSIBLE DETECCION DE PRODUCTORES PRIMARIOS POR MEDIO DE PERCEPCION REMOTA	48
IX	CONCLUSIONES	56
X	AGRADECIMIENTOS	60
XI	BIBLIOGRAFIA	61

R E S U M E N

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación llamado: "Percepción Remota en Cuerpos de Agua"; realizado en la Laguna de Coyuca de Benítez, Estado de Guerrero, en donde se llevó a cabo una evaluación estacional de los parámetros físicos, químicos y biológicos, para determinar la dinámica de esta Laguna costera y relacionar dichos datos con los obtenidos mediante el análisis de fotografías aéreas y de imágenes de satélite. Siendo responsable del proyecto la Dra. Pilar Ruíz Azuara coordinadora del Laboratorio Interdisciplinario del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM, la cual co-dirigió esta tesis conjuntamente con el M. en C. Filiberto Vega Rodríguez.

Como la finalidad de esta tesis es establecer la dinámica del fitoplancton de la Laguna de Coyuca y su posible detección por medio de percepción remota, se evaluó la distribución y abundancia de los géneros representativos del fitoplancton mediante el conteo de organismos por medio de la técnica de U¹⁴C. Como parte del proyecto general, el grupo determinó también los factores ambientales que la limitan como son los parámetros físico-químicos siguientes: Transparencia Secchi, pH, Temperatura, Concentración de Oxígeno, Salinidad y Nutrimientos, de estos últimos se estimaron: Fosfatos, Amonio, Nitritos y Ni

tratos. También, con el objeto de conocer las propiedades ópticas del agua, como la reflectividad de la capa superficial se utilizó la radiometría "in situ". Correlacionando a su vez estos resultados con los obtenidos a nivel promedio por estación del año para otros factores biológicos como la Productividad Primaria Neta (utilizando el método de Gardner-Gran), la Concentración de Clorofila a (según Strickland and Parsons), la Evaluación de la Materia Orgánica y la determinación de la DBO y la DQO, de esta forma se obtiene una visión completa a través de un ciclo anual del comportamiento del fitoplancton de esta laguna costera. Además se llevó a cabo una revisión bibliográfica de las técnicas de percepción remota como el análisis de fotografías aéreas e imágenes de satélite para determinar la posible detección de los productores primarios.

En la Laguna de Coyuca, la variación de los parámetros esta influenciado estacionalmente por los procesos de intercambio que se generan según la época, estos se dan principalmente en el período en que la laguna se encuentra en comunicación con el mar a través de una boca en la barra arenosa, existiendo intercambio físico-químico-biológico, (verano y otoño). Otro período es la etapa en que la laguna esta aislada del mar, (invierno, primavera), en esta etapa no hay intercambio. El primer período comienza nuevamente con el aumento de la precipitación en el siguiente verano, y se complementa con la apertura de la barra y el inminente intercambio físico-químico-biológico.

Se estableció que el comportamiento de la Laguna de Coyuca desde el punto de vista del fitoplancton y de algunos parámetros hidrológicos es biestacional.

En verano y otoño se observó la mayor abundancia de fitoplancton. En verano-84 se detectaron 212,378,000 organismos por litro, siendo la época con mayor intensidad en los cambios y fluctuaciones en la masa de agua, debido a la mezcla de agua de mar.

En invierno y primavera se manifestó un período menos dinámico y más homogéneo. Los cambios y fluctuaciones en la masa de agua no fueron tan intensos como en las estaciones anteriores, la estimación del fitoplancton en números totales de densidad fué menor, 106,231,000 organismos por litro. (primavera de 84).

La diversidad de organismos fitoplanctónicos en la laguna es baja, con géneros que presentan un índice de abundancia elevado como: Nitzschia, Anabaena y Chlorella. Se analiza su distribución y su variación estacional durante el ciclo verano 83-verano 84.

Los resultados que se han encontrado hasta el momento sugieren que es amplio el potencial de las técnicas de percepción remota para este tipo de estudios, por ejemplo Strong (1974) en el Lago Erie, encuentra un contraste muy marcado entre la

imágen de la banda 5 y la banda 6, una región reflectiva aparece en mss-6 y representa una mayor concentración algal. Confirman también la aplicabilidad de estas técnicas, los obtenidos por Ruíz-Azuara (1985) quien reporta los modelos estadísticos globales correspondientes a algunos parámetros de salinidad del agua obtenidos en base a datos de satélite y muestreo "in situ" en la Laguna de Coyuca de Btz. en Guerrero, y los de Aguirre, R. y Ruíz-Azuara, P. (1985) que presentan correlaciones simultáneas obtenidas por regresión lineal (simple y múltiple) de la radiación "in situ" reflejada por el agua de la Laguna de Coyuca con algunos parámetros hidrobiológicos, incluido el fitoplancton.

I N T R O D U C C I O N .

El estudio de la Dinámica Ecológica de una laguna costera implica el análisis de variables tales como los parámetros biológicos dentro de los que se incluyen: la cuantificación de la productividad primaria, la cantidad de clorofila, las poblaciones fitoplactónica, zooplactónica, bentónica y neustónica, además de la evaluación de la cantidad de materia orgánica y del conocimiento del funcionamiento de los mecanismos abióticos que lo controlan como son: la luz, la temperatura, la salinidad, los elementos químicos y los gases disueltos (Toledo 1983).

En un sistema lagunar costero existen una serie de variaciones constantes que influyen directamente en la dinámica ecológica de estos lugares y para su conocimiento se requiere de un análisis completo de todas las variables que intervienen en este sistema.

Dentro de las variaciones importantes se incluye el flujo periódico de nutrientes y materiales diversos por los diferentes afluentes de la laguna, corrientes generadas por los mismos afluentes y vientos, cambios de salinidad por los constantes aportes de agua dulce proveniente de los ríos, como el del agua de mar cuando existe comunicación con él, por medio del contacto y flujo constante o por medio de bocas efímeras como ocurre en

algunos casos en donde se tiene conexión con el mar solo en de terminadas épocas del año-uno o dos meses- y el resto permanece sin comunicación. (Yañez-Arancibia 1976).

Todo esto entre otras cosas provoca en estos sistemas una inestabilidad, cambios constantes, zonas con características diferentes, con oscilación de valores de los parámetros cuantificables, lo que presenta una complejidad difícil de analizar, en cuanto a que el sistema es cambiante en todo momento. Incluso, en períodos cortos de tiempo no se encuentran relaciones directas de parámetros, sino que las diferentes interrelaciones diarias del conjunto de ellos marcan la dinámica del sistema, en un momento dado.

El seguimiento de estos cambios para poder conocer el comportamiento de una laguna costera debe llevarse a cabo mediante un estudio frecuente, estableciendo las comparaciones necesarias entre cada una de la épocas o fechas de muestreo y marcando todas las variaciones entre cada una de ellas, de esta forma se contribuye al conocimiento de estos sistemas lagunares costeros que son de gran importancia ya que en ellos se llevan a cabo procesos de producción, consumo e intercambio de energía con gran intensidad y que no han sido estudiados y comprendidos por completo. (Toledo, 1983).

El análisis de distribución y abundancia del fitoplancton durante un ciclo estacional y la evaluación de sus factores limitantes se convierte en un marco de referencia que permite entender la dinámica de una laguna costera, debido a que la estructura de las poblaciones fotosintéticas en ecosistemas acuáticos esta cambiando constantemente en densidad y composición, respondiendo a los cambios ambientales, afectando la tasa fotosintética, la eficiencia en la asimilación, la tasa de utilización de nutrientes y la tasa de alimentación.

El fitoplancton, ha sido ampliamente usado como indicador de la calidad de agua. Algunas especies florecen en aguas eutróficas, mientras que otras son muy sencibles a los desechos orgánicos y químicos. El fitoplancton indicador de agua poco contaminada incluye: Melosira islandica, Cyclotella ocellata y especies de Dynobryon. Las especies indicadoras de agua contaminada son: Nitzschia palea, Microistys aeruginosa y Aphanizomenon flos-aquae; las dos últimas pueden formar florecimientos nocivos en aguas contaminadas, librando toxinas y malos olores, (APHA,1980).

Debido a su corto ciclo de vida, el plancton responde rápidamente a los cambios ambientales y por esto el índice de crecimiento y la composición de las especies indica la calidad de la masa de agua en la que se encuentra. También debido a su pequeño tamaño y gran número, influye fuertemente en ciertos

aspectos no biológicos como el pH, el color, el sabor, el olor, etc. (APHA, 1980).

La aplicación de técnicas de Percepción Remota en este tipo de trabajos puede resultar de utilidad debido a que la de tección de los productores primarios por medio de su monitoreo puede ser determinante, para evaluar cualitativamente la dinámica de estos cuerpos de agua: y más aún, poder tener un seguimiento más profundo con datos constantes ya sea mediante imágenes de satélite ó de avión y asegurar un estudio frecuente, lo que per mitiría tener un registro de los cambios que ocurren (estacional mente) en un medio dinámico e inestable. (Strong, 1974).

O B J E T I V O S

I Determinar la dinámica del fitoplancton en la laguna costera "Coyuca de Benitez" en el Estado de Guerrero a través del análisis de:

A) La distribución y abundancia del fitoplancton durante el ciclo estacional verano-83 -- verano-84.

B) Relacionar los resultados anteriores en función de los demás parámetros estudiados en el proyecto global. (Transparencia Secchi, pH, Temperatura, Concentración de oxígeno, Salinidad y Nutrimientos).

II Determinar el papel auxiliar de las técnicas de percepción remota en el seguimiento de la dinámica fitoplantónica.

A N T E C E D E N T E S .

En el sistema lagunar costero de Guerrero se han llevado a cabo diferentes estudios que han enriquecido el conocimiento del área. Yañez-Arancibia (1978) agrupa los trabajos realizados en la región, refiriéndolos como hidrológicos, geológicos, ecológicos, climatológicos, etc., de acuerdo a los objetivos de los mismos.

Entre las investigaciones hidrobiológicas más recientes llevadas a cabo están los de Mee (1977), quien realizó un estudio hidroquímico de las lagunas, Chautengo, Mitla y Tres Palos, estableciendo su ciclo estacional y nictimeral. Guzmán (1976), llevó a cabo el curso de Biología de Campo en la Laguna de Coyuca, con el objeto de contribuir al conocimiento de la ecología del sistema, evaluando parámetros físico-químicos y biológicos. Licea (1976), desarrolló el estudio del fitoplancton de cinco lagunas pertenecientes al sistema costero de Guerrero (Mitla, Apozahualco, Potosí, Nuxco y Chautengo), evaluando además algunos parámetros físico-químicos. Mandelli y Botello (1976), estimaron el ciclo hidrológico de varias lagunas del sistema lagunar costero. Yañez-Arancibia (1976), contribuyó al conocimiento de la dinámica ecológica del sistema lagunar a través de su estudio de la fauna ictiológica. Klimek (1977), determinó la productividad de la laguna de Coyuca de Benítez -entre otras- describién

dola como una laguna de alta productividad, en base a diversos parámetros físico-químicos y biológicos. Ruiz-Azuara et-al (1983), en el estudio Limnológico de la laguna costera "Coyuca de Benítez", Gro.", llevarón a cabo un estudio durante el ciclo anual verano-81 primavera-82, siendo su objetivo principal la determinación de la productividad primaria neta por percepción remota vía la concentración de clorofila a. Carbajal y Escobar (1982), llevaron a cabo también un curso de Biología de Campo en el área de estudio, evaluando la productividad primaria.

Desde el punto de vista biológico se han llevado a cabo estudios sobre el plancton y su ciclo anual en lagunas costeras importantes del Golfo de México y en otras zonas litorales del Pacífico Mexicano, entre los que destacan los trabajos de Gómez-Aguirre (1981); Licea (1976), y De La Lanza (1984), los cuales se han tomado como referencia para el análisis completo de la dinámica fitoplanctónica de este lugar.

Otros trabajos que se han usado también como antecedentes y referencias en el área de percepción remota son: Lankford (1977); y Carranza-Edwards, et,al. (1975), quienes hacen un estudio geológico y geomorfológico utilizando la técnica de percepción remota en el área de estudio. Strong (1974), encuentra un contraste muy marcado entre la imagen de la banda 5 y la banda 6, una región reflectiva aparece en Mss-6 y representa una mayor

concentración algal; un patrón diferente es observado en Mss-5, el cambio en el contraste ocurre a 0.7 μm . Wezernak (1976) describe la relación para encontrar la concentración de la clorofila a. Ruíz-Azuara (1985) en uno de los trabajos más recientes llevados a cabo en el Laboratorio Interdisciplinario de la Facultad de Ciencias, UNAM, obtuvo que los parámetros hidrobiológicos (datos "in situ") pueden ser correlacionados con datos de reflectividad registrados por el barredor multiespectral del Landsat 3. Los modelos estadísticos obtenidos por regresión lineal múltiple muestran altos coeficientes de determinación (R^2). El muestreo "in situ" y la imagen Landsat corresponden a la estación de verano - 81, siendo el área de estudio La Laguna de Coyuca de Btz. Guerrero, Aguirre y Ruíz-Azuara. (1985) presentan correlaciones simultáneas obtenidas por regresión lineal (simple y múltiple) de la radiación "in situ" reflejada por el agua de la Laguna de Coyuca de Btz. Gro. con los parámetros hidrobiológicos siguientes: Amonio, D. Q. O., Clorofila, Productividad Primaria Neta, Fosfatos, Fitoplancton, Carbón orgánico particulado, Materia orgánica particulada, Nitratos, Nitritos y D. B. O.

A R E A D E E S T U D I O.

El área de estudio se encuentra ubicada geográficamente en el sur del estado de Guerrero formando parte de una franja irregular paralela a la línea de costa; entre los 99° 58' y 100° 05' de longitud Oeste y los 16° 55' y 17° 05' de latitud Norte
Figura 1.

La zona esta comunicada por la carretera Federal No. 200 Lazaro Cárdenas-Acapulco y Puerto Escondido-Acapulco.

Clima.

Los factores locales de la costa de Guerrero como son: la cercanía del mar y la altitud, son decisivos en la definición del tipo de clima que impera en el área.

Para estudio del clima se tomaron en cuenta los datos de temperatura, precipitación, humedad relativa, datos de nubosidad y vientos. (SAHOP, 1970)³⁹

Con estos datos se llevó a cabo la clasificación climática:

- mes más calido, agosto con 28.5° C.
- mes más frío, enero-febrero con 26.5° C.
- oscilación térmica de 2.2° C.

- porcentaje de precipitación invernal 1.45%
- Clasificación. (clima de Acapulco y Coyuca de Benítez).
- Tipo, A- cálido (temperatura media del mes más frío mayor de 18° C).
- subtipo, Aw-intermedio, en cuanto a grado de humedad entre Aw1 Aw2 con lluvias en verano.
- porcentaje de lluvias invernal menor de 5% de la total anual (w).
- oscilación térmica "i" isotomal. menor de 5° C.
- máximo de claves aceptado en el municipio Awl(w) i.

Definición.

Clima cálido subhúmedo; correspondiente al intermedio en cuanto a grados de humedad, entre el más seco y el más húmedo de los subhúmedos, con dos máximos de lluvia en verano, entre una corta estación seca, cercanos al otoño, porcentaje de lluvia invernal de 5% de la total anual y con poca oscilación térmica 5° C.

Precipitación

La disminución de las lluvias comienza en octubre, siendo muy escasas en febrero, marzo y parte de abril para aumentar en mayo y alcanzar un máximo en junio, la lluvia decrece en los meses siguientes debido a que la temperatura sigue en aumento hasta el mes de agosto; pero en septiembre, con el descenso de

la temperatura, es cuando la precipitación alcanza su máximo nivel de 353.9 mm.

El Río de Coyuca, nace en la Sierra Madre del Sur, donde se le van uniendo varios afluentes importantes que constituyen una red rectangular que indica un patrón estructural, sin embargo al llegar a la laguna costera en su camino hacia el mar, forma algunos meandros y zonas pantanosas entre el río y la laguna donde desemboca después de recorrer un canal paralelo a la costa. El volúmen Medio Anual de escurrimiento en la estación de Coyuca, es en promedio de $979,941 \times 10^6 \text{ m}^3$ y el gasto máximo aforado es de $2660 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y el mínimo correspondió a $0.896 \text{ m}^3/\text{seg.}$ por el cual este río tiene un escurrimiento base en su cauce, su cuenca drenada es 1303 Km^2 . (S.R.H., 1986)⁴⁶.

La laguna de Coyuca tiene un área de aproximadamente 34Km^2 con profundidades superiores a los 10m. Es drenada por el Río Conchero el cual tiene escurrimientos muy reducidos. La laguna se encuentra prácticamente incomunicada con el mar ya que el canal de acceso normalmente se encuentra bloqueado por medio de una barrera en sus desembocadura al mar, coincidiendo con la desembocadura del río Coyuca; mide más o menos 9 Km. de este a oeste, con una anchura máxima de 5 Km. (SAHOP, 1970).⁴⁰

La Barra de Coyuca forma el cierre de la laguna de Coyuca con respecto al Océano Pacífico, tiene una extensión longitu

tudinal de 14 Km. aproximadamente y un ancho medio de 600 m., esta formada exclusivamente por depósitos de playa, sustituidos por arenas medias finas, formando una zona acuifera separada del resto de los valles. Debido a que no tiene una zona grande de recarga y que la única con que cuenta es la proveniente de la precipitación misma sobre la barra, debe existir un acuífero delgado de agua dulce en la parte superficial y es probable que en la parte profunda predominen aguas de alta salinidad. (SAHOP, 1970).⁴⁰

Vegetación Circundante.

Los diferentes tipos de vegetación están determinados por factores como el clima, calidad del suelo y condiciones orográficas. Dentro de la flora natural encontramos según la publicación de (SAHOP, 1970)⁴²:

- Manglares. Estos se presentan en las orillas de los esteros, desembocaduras de los ríos y otros sitios semejantes. Entre otros, tenemos el Mangle rojo, mangle prieto, mangle blanco y anate.
- Matorral Crasicaule. Los que se encuentran en el área son: Palo Dulce, plomo amarillo, huizache y rosal.
- Palmar.- El grupo dominante es la orbignya que se localiza en los suelos arenosos y profundos y bien drenados. Figura 2.

Dentro de la flora inducida, los principales productos que se cosechan son: copra, maíz, ajonjolí, frijol, arroz y café de bajo nivel de producción y, consecuentemente, de autoconsumo.

Frutales como: papaya, piña, coco y plátano. (SAHOP, 1970)⁴².

M E T O D O L O G I A .

Se llevó a cabo un muestreo estacional durante el ciclo verano-83 verano-84, correspondiendo las fechas de muestreo a verano-83, (3 y 4 de agosto de 1983); otoño-83 (del 5 al 17 de noviembre de 1983); invierno-84, (del 7 al 9 de febrero de 1984); primavera-84, (del 17 al 19 de mayo de 1984); y verano-84 (del 4 al 7 de agosto de 1984).

Se seleccionaron previamente 15 puntos de muestreo, los cuales se indican en la figura 3. En cada uno de ellos, se tomaron muestras de agua de superficie, a 0.50 m y a un metro, los dos últimos niveles se muestrearon mediante la botella Van-Dorn. De cada nivel se tomaron muestras para el análisis de la distribución y abundancia del fitoplancton, las cuales se fijaron "in situ" con lugol, manteniéndose en la obscuridad para su evaluación posterior. Como parte del proyecto general se registraron también "in situ" las mediciones de algunos parámetros físico-químicos: temperatura del aire y del agua mediante el termómetro de máximas y mínimas, pH a través del papel indicador y del Potenciómetro digital, transparencia con el disco de Secchi y profundidad. Asimismo, se obtuvieron las muestras de agua requeridas para el análisis de parámetros físico-químicos como la concentración de oxígeno, salinidad y nutrimentos. El oxígeno disuelto se determinó por el método Winkler (1888), tomado de

Strickland and Parsons (1972). Para evaluar la cantidad de nutrimentos (fosfatos, nitritos, nitratos y amonio), se empleó la técnica espectrofotométrica descrita por Strickland and Parsons (1972). La salinidad se cuantificó por medio de un refractómetro.

La determinación de la distribución y abundancia del fitoplancton se efectuó mediante la técnica de Uthermol, la cual se describe brevemente a continuación: Para el conteo en microscopio invertido, se prepara una muestra de análisis, llenando una cámara de sedimentación de 5cc.; después de 24 horas se transfiere la cámara a la platina del microscopio y se cuenta el número de organismos de cada uno de los géneros representativos que se encuentran en la muestra, obteniéndose el número total de ellos por ml. de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{Conteo por campo (No./Ml.)} = \frac{O \times AT}{C \times A \times V}$$

O = No. de organismos contados

AT = Area total del fondo de la cámara

A = Area de un campo (área de la imagen de una rejilla Whipple) mm²

C = No. de campos contados

V = Volúmen de la muestra sedimentada, ml. Wetzel y Likens, (1979).

Previamente se llevo a cabo la identificación de los

géneros encontrados con el auxilio de claves. (Davis, 1955).

El método de enumeración utilizado fué, Unidad natural de conteo (grupo), siendo la unidad de conteo cualquier organismo unicelular o colonia natural, reportándose los resultados como organismos por ml. siguiendo a Wetzel y Likens (1979). Para efectuar la comparación de resultados reportados por otros autores en diversas lagunas costeras se llevó a cabo la conversión a organismos por litro.

La posible detección de los productores primarios de la Laguna de Coyuca de Btz. Guerrero por medio de técnicas de percepción remota se analiza y discute en el capítulo correspondiente.

R E S U L T A D O S Y D I S C U S I O N .

La variación de parámetros estacionalmente esta influenciada por los procesos de intercambio de masas de agua, que se generan según la época, estos son principalmente el período en que la laguna se encuentra en contacto con el mar a través de una boca en la barra arenosa existiendo un intercambio biológico físico y químico.

En la Laguna de Coyuca este intercambio adquiere condiciones especiales, ya que el contacto con el mar es de la forma descrita pero a través de un largo canal meándrico, en este lapso de tiempo (agosto a noviembre),. que corresponde a las estaciones de verano y otoño, existiendo mezclas de aguas dulces y marinas con el consecuente intercambio biológico, físico y químico ocurriendo principalmente en la zona del canal meándrico, con un gradiente hacia el interior de la laguna, que no es común detectarlo, ya que en la laguna de las características son homogéneas y corresponden a una laguna de agua oligo-halina. Otro de los fenómenos importantes que ocurren en el Sistema es cuando la laguna se encuentra aislada del mar. en el lapso de diciembre a mayo (invierno y primavera), donde al haber una evaporación mayor y reducirse los aportes de agua dulce, disminuye el volúmen de la Laguna y puede aumentar la salinidad y la temperatura; en esta etapa no existe mezcla de agua de mar

con agua dulce y por lo tanto no hay intercambio biológico, físico, ó químico entre ellos y los valores de los parámetros registrados en esta época tienen fluctuaciones que caracterizan estas condiciones.

En verano las condiciones climáticas son diferentes, existe precipitación abundante, los aportes de agua dulce aumentan el volúmen de agua en la laguna y empieza a generarse una dinámica que se complementa con la apertura de la barra y el intercambio biológico-físico y químico. Las fluctuaciones de los diversos parámetros físico-químicos y biológicos durante el ciclo Verano-83 verano-84 influenciados por los fenómenos descritos, provoca una dinámica constante, la cual se describe y analiza a continuación:

TEMPERATURA.

Además de otros factores que operan en la selección de las floras y faunas de las lagunas costeras, las fluctuaciones térmicas son de gran importancia.

En la Laguna de Coyuca de Btz. las estimaciones en promedio de las estaciones del año muestreadas fueron las siguientes: verano-83 32.54° C., otoño-83 30.62° C., invierno-84 29.37° C., primavera-84 31.78° C., y en verano-84 28.81° C., siendo la oscilación media anual de la temperatura no mayor a 3° C., figura

4, tablas 1 a la 5. De esta manera, Gómez-Aguirre y Arenas-Fuentes, (1981), tomado de Gómez-Aguirre, 1981, conciben una separación de las aguas salobres del pacífico en dos categorías: I con oscilación media anual de mayor de 10° C., entre el norte de Sinaloa, Sonora y Baja California, y II con oscilación media anual de igual o menor de 10° C., en el resto de las aguas salobres del pacífico de México (Gómez-Aguirre, 1981).

TRANSPARENCIA.

Los valores más altos de transparencia se registraron en otoño-83 fluctuando entre 50 y 150 cm. En verano-83, invierno-84 y verano-84 la mayor cantidad de estimaciones fueron homogéneas, entre 30 y 60 cm., mientras que en primavera-84, las variaciones de transparencia estuvieron entre 20 y 40 cm. figura 5, tablas 1 a la 5. Se puede considerar que la turbiedad del agua de los estuarios y lagunas costeras muestra un ciclo anual y un ciclo diario, el anual responde al régimen del clima de la región, y el ciclo diario estará sujeto a la circulación producida por el propio ciclo de marea; si ciertamente la marea aporta aguas limpias al sistema, sus corrientes van a actuar en el sentido de que al progresar la onda, origina la remoción de materiales depositados en el fondo y que durante el reflujó las corrientes contrarias se encargarán de conducir esta turbiedad hacia la boca y fuera de ésta: figura 6. (Gómez-Aguirre 1981).

Otra de las variables importantes que hay que considerar es la profundidad, característicamente las lagunas costeras son someras. (Figura 7). En la Laguna de Coyuca de Benítez la profundidad máxima medida es de 19 metros, en el punto de muestreo número 15, y la medición mínima se localiza en el punto cuatro con un valor de 90 cm. (tablas 1 a la 5). Las Lagunas costeras o litorales son masas de agua confinadas sobre el margen de los continentes, de poca profundidad, cercanas a la costa y en comunicación limitada con el mar. Como el objetivo principal es el análisis del fitoplancton, Margalef en (1969) observa que la escasa profundidad de las lagunas, a cuyo fondo llega la luz solar, determina una menor independencia del fitoplancton con las algas bentónicas, encontrándose numerosos elementos ticoplanctónicos.

En cuanto a la nubosidad, el porcentaje en la laguna de Coyuca, fluctuó entre (30 y 40%), de acuerdo a la intensidad de luz así como su intermitencia producida por la nubosidad, son variables que repercuten sobre las comunidades de plancton, el fotoperíodo diario y estacional modifican sus valores por la nubosidad, parece ser que ciertos niveles de cobertura entre 30 y 40% favorecen el desarrollo del fitoplancton superficial en aguas de baja transparencia, según Gómez-Aguirre (1981).

OXIGENO DISUELTTO.

Se registró durante el ciclo anual, una concentración

que osciló entre 0.4 y 14.83 mg/L, siendo el valor máximo en la estación de primavera-84 y el mínimo en verano-83. Los valores promedio de cada una de las estaciones del año son, verano 83, 5.87; en otoño-83, 8.54; en invierno-84, 7.45; en primavera-84, 10.12 y en verano-84, 5.35, todos reportados en mg/L. Las estimaciones menores se registraron a través del canal meándrico y en pie de la cuesta, principalmente en verano-83 y en verano-84. Figura 8, tablas 1 a la 5.

De acuerdo con los valores encontrados se puede considerar a la Laguna de Coyuca de Benítez, como un sistema con un elevado contenido de oxígeno. En consistencia con resultados reportados por Villalobos et al 1976 y Klimek, 1977. La alta concentración de O₂ se debe a que existen cambios diurnos y estacionales, tales como la variación de la tasa de respiración, cambios de temperatura, presión atmosférica, la influencia de los vientos en la remoción del agua y a que también la vegetación sumergida aporta un porcentaje alto de oxígeno al sistema acuático. (Licea, et-al 1976).

pH.

Por medio de análisis de los mapas de isoclinas de pH llevados a cabo mediante la interpolación de valores, se determinaron las zonas de la masa de agua, existentes en cada estación del año. Figura 9 a la 13, tablas 1 a la 5, las cuales se

describen en seguida:

Debido a la dinámica del sistema y el constante intercambio físico-químico y de mezclas de agua, no se pueden establecer con exactitud las zonas a nivel horizontal y vertical (niveles superficial, medio y profundo) y mucho menos limitarlas, pero un comportamiento semejante y constante se da para poder definir las zonas características de la Laguna subsuperficialmente.

En las estaciones de verano y otoño se detectaron tres zonas en la laguna, una se encuentra a la entrada, donde se comunica con el canal, abarcando los puntos de muestreo, 4, 12, 13 y 14, es una zona más o menos definida, aquí se encuentra el pH más alto, con valor de 8 en los tres niveles. Otra zona se encuentra en la parte de las islas influenciada por los aportes de agua dulce que se encuentran en esa zona, abarca los puntos 9, 8 y 7, en donde los valores de pH son homogéneos, iguales a 7 en los tres niveles. Otra zona definida se encuentra cerca de pie de la cuesta alrededor de los puntos de muestreo 1, 2, 3, 6 y 15 en donde la mayoría de los valores de pH son iguales a 7 y la variación es mínima, el rango va de 6.5 a 7, figura 9 y 10.

En las estaciones menos dinámicas (invierno y primavera) la homogenización se hace evidente, hay pocas variaciones y por esto sólo se observa una masa de agua homogénea en los tres niveles, superficial, medio y profundo. Los valores más bajos siguen siendo los que pertenecen a la zona del canal, (6.5). Figura 11 y 12.

En verano-84 en los tres niveles muestreados se vuelve a manifestar un dinamismo creado por los aportes de agua dulce de los tributarios y por el contacto de la laguna con el mar por medio de la apertura de la barra. Así se observan en la figura 13, tres zonas que corresponden a las ya mencionadas.

Los valores de pH son más bajos que en las estaciones del año anterior, varían de 6 a 6.5 y los mayores son de 7.

Con respecto a este parámetro se podría considerar un ciclo estacional en la laguna de Coyuca con un comportamiento dinámico que se da en verano y otoño y uno homogéneo y tranquilo en invierno y primavera.

SALINIDAD.

Uno de los factores más importantes que influyen en la abundancia y distribución de especies, es la salinidad. En la laguna de Coyuca la salinidad más alta fué de 4‰ en todo el ciclo estacional, esto se debe a que la laguna no tiene comunicación con el mar constantemente, y en la época cuando no hay flujo de agua de mar hacia la laguna, el gradiente es menor. Además la comunicación es mediante un canal lo suficientemente largo como para que el gradiente de salinidad disminuya en ese trayecto, por lo cual la laguna se considera de características oligohalinas. En la vertiente del Pacífico, se consideran dos

grandes unidades de agua salobres: I Eu-hiperhalina, que comprende el norte de Sinaloa, Sonora y ambas costas de Baja California; II Oligo-polihalina, del sur de Sinaloa a Chiapas, misma que se explica por la distribución climática, en particular la de lluvias y de radiación solar vs evaporación, a esta segunda unidad pertenece la Laguna de Coyuca, según la consideración sobre las características hidrológicas de lagunas costeras de México llevada a cabo por Gómez-Aguirre (1981).

Las categorías se fincan en el criterio de la proporcionalidad de la mezcla de agua de mar y epicontinental, correspondiendo a oligo-halinas las que contienen de 0.1 a 15% de agua de mar, la clasificación de salinidad usada es la adaptada de Hedgpeth, 1957; Segerstrale, 1957 y 1959 y Ringuelet 1964.

Los valores registrados por estación son: En otoño-83 la salinidad es muy homogénea, los valores son de 3°/00 en la mayor parte de la laguna. En invierno-84 los valores de salinidad aumentan en su gran mayoría a 4°/00 por la evaporación y poco aporte de agua dulce. (Yañez-Arancibia, 1976). En primavera-84 se mantienen las mismas características mencionadas en la estación anterior. En verano-84 la mayoría de los valores son iguales a 4°/00 y se mantiene en gran parte la homogeneidad. En esta etapa empieza una dinámica que puede reflejarse en este parámetro también y continuar en otoño con cambios en la salinidad, principalmente por el aporte de agua dulce en esta

época, (debido a la precipitación) Tablas 1 a la 5.

En la zona de desembocadura del canal las variaciones según las diferentes profundidades son heterogéneas, encontrándose un rango de 2 a 5°/00. En esta misma zona del canal en los puntos de muestreo 10, 5 y 11, los valores registrados son siempre de 1 o 2°/00 a veces cero, bajos debido a que el muestreo se llevó a cabo en la parte superficial y hasta un metro y no se muestreó la parte profunda en donde puede ser mayor la salinidad, ya que cuando ocurre la mezcla de agua de mar con agua de dulce se precipitan los sólidos suspendidos por diferencia de densidades y puede aumentar la transparencia. La cuña salina, como mencionamos se encuentra en la parte profunda y no se obtuvo registro de ella por las condiciones del muestreo.

Podría manejarse un comportamiento semejante a la biestacionalidad marcada por otros parámetros, en verano y otoño, dinámica, cambios y fluctuaciones y sobre todo valores bajos. En invierno y primavera más homogeneidad con valores un poco más altos, hasta de 4°/00, influyendo fuertemente la baja precipitación en esta época.

NUTRIMENTOS.

Para llevar a cabo la interpretación del comportamiento de los nutrientes, fosfatos, nitritos, nitratos y amonio se

utilizó también el método de análisis de mapas de isolinneas de los valores evaluados para cada parámetro, figura 14 a la 29, llevados a cabo mediante la interpolación de estos valores, de este modo se describe y analiza por estación del año, las variaciones encontradas para cada uno de estos nutrimentos.

FOSFATOS.

En otoño-83 se aprecian en los tres niveles (superficial, medio y profundo) las tres zonas delimitadas y bien definidas en el interior de la laguna y que corresponden a las zonas detectadas mediante el pH. Estas zonas son: la correspondiente a las islas, (puntos de muestreo 8 y 9), la zona central y desem bocadura del canal meándrico (puntos 4,12,13 y 14) y la zona más homogénea, la referida a los puntos de muestreo 1,2,3,6,7 y 15. En esta estación se dan los valores más altos encontrados en todo el ciclo estacional, corresponden a los puntos de muestreo uno, donde el valor es 7.2 ug-at P0/L y el punto tres donde el valor es de 10.3 ug-at P0/L, los valores de las otras zonas también son altos y fluctúan entre 1.1 y 7.4 ug-at P0/L. Tabla 6 y 7.

En la estación de invierno-84, no se diferencian más que dos zonas, esto sugiere que el sistema tiende a homogenizar se en cuanto a los valores medidos de este nutrimento, las estimaciones son bajas considerablemente en comparación con la esta

ción del año anterior. En primavera se advierte un patrón homogéneo más o menos definido, los valores siguen siendo bajos menores a la unidad, fluctúan entre 0.95 el máximo y .0231 ug-at PO/L el mínimo. En verano-84, debido al dinamismo creado por las condiciones ambientales ya señaladas se manifiesta nuevamente la zonación, estas zonas marcadas son tres y se observan en los tres niveles subsuperficiales y corresponden a las encontradas en la estación de otoño-83, aquí los valores estimados vuelven a aumentar.

En la zona del canal los valores son muy homogéneos en todas las estaciones del año muestreadas y fluctúa entre 1.5 y 1.0 ug-at PO/L, sólo en primavera descienden hasta 0.02 ug-at PO/L.

Como podemos observar el comportamiento de los fosfatos sigue un patrón semejante de distribución al detectado por los mapas de isoclinas de pH para las zonas de la masa de agua y manifiesta también una biestacionalidad, (figura 14 a la 17), que va de acuerdo con los fenómenos ambientales que ocurren en la laguna y limitan este comportamiento, aunque la variación es pequeña se alcanzan a apreciar los gradientes que definen cada una de las zonas, ya que la variación es de 0.2 a 10.3 ug-at PO_4/L .

NITRITOS, NITRATOS Y AMONIO.

En cuanto al análisis de estos nutrimentos y su comportamiento podemos observar en los mapas de la figura 18 a la 29, que presentan una línea de comportamiento semejante a la descrita anteriormente para fosfatos, esto significa que la distribución de cada uno de estos parámetros esta dada en función de las zonas descritas. De este modo podemos decir que estos nutrimentos presentan también una biestacionalidad, donde los valores más altos se encuentran en verano y otoño (espacio temporal dinámico, con zonación y diversas fluctuaciones) y los valores más bajos en invierno y primavera (espacio temporal homogéneo y sin grandes fluctuaciones). Tabla 6 y 7.

Estas características físico-químicas analizadas hasta ahora, interactúan los procesos biológicos que se dan en el sistema y los cuales se describen y analizan a continuación.

PARAMETROS BIOLOGICOS.

Distribución y abundancia de fitoplancton.

El fitoplancton de las lagunas es sumamente heterogéneo y es difícil interpretar muchas de las presencias y ausencias, sólo se pueden hacer algunas generalizaciones demasiado amplias; muchos dinoflagelados de altamar faltan en las lagunas, lo mismo que la mayor parte de las desmideaceas de agua dulce, además existen algunas especies que tienen su centro de distribu

ción en las lagunas (Margalef, 1967).

El fitoplancton está sometido al igual que el zooplancton a la constante eliminación de una parte de la comunidad. En las lagunas esta eliminación tiene más importancia a nivel horizontal que a través de la columna de agua debido al intercambio con sistemas adyacentes que son marinos o de agua dulce y que provocan cambios y fluctuaciones en las condiciones ambientales del sistema, algunas modificaciones y parámetros limitantes ya han sido analizados y se hará referencia a ellos para tratar de explicar el tipo de organismos, su distribución y abundancia dentro de la zona de estudio.

En la laguna de Coyuca de Benítez en Guerrero, encontramos que en todas las estaciones del año del ciclo muestreado (verano-83, verano-84), la mayor diversidad de organismos se halla ubicada en la zona del canal. Esto puede deberse a que en el canal meándrico ocurren constantes variaciones, apertura y cierre de la barra, aporte de agua dulce (Río Coyuca), cambios de salinidad, cambios en el pH y en la concentración de nutrientes y otros parámetros importantes que ya se han analizado. De este modo se puede explicar la presencia de géneros que sólo se encuentran en puntos de muestreo como el número cinco y el diez que pertenecen a la zona mencionada. Figura 30. Así encontramos géneros como Merismopedia, Chaetoceros, Peridinium, Gomphonema, Closterium, Characium, Scenedesmus y Cinnodinium que no

aparecen más que en casos muy raros en otras áreas de la laguna la poca abundancia de estos géneros implica las condiciones difíciles que se dan en esta zona como resultado de los procesos de mezcla y flujo. También encontramos algunos géneros típicamente marinos (Chaetoceros) y otros muy frecuentes en ambientes de agua dulce. Además de estos géneros, se encontraron en esta zona algunos con un índice de abundancia mayor que en la laguna, como son Navicula, Diatoma, Amphora, Frustulia y Amphiprora, estos organismos abundan generalmente en invierno y primavera, no sólo en el canal sino en toda la laguna y presentan un índice de abundancia bajo en verano y otoño, géneros como Nitzschia, Anabaena, Spirulina, Aphanizomenon, Cyclotella, Coelastrum y Chlorella se encuentran presentes en esta zona, aunque la mayoría son escasos.

En la parte correspondiente a la laguna se observa una diversidad baja en cuanto a géneros que tienen un índice de abundancia elevado, los cuales son: Nitzschia, Anabaena, Spirulina, Cyclotella, Coelastrum y Chlorella. La constante eliminación de una parte de la Comunidad, debida al intercambio de sistemas adyacentes, marinos y de agua dulce llega a seleccionar comunidades formadas por pocas especies dominantes de gran productividad y con elevado contenido relativo de clorofila. Esta circunstancia unida a la amplitud de las fluctuaciones ambientales, condicionan la baja diversidad media de las poblaciones del fi

toplancton y del plancton en general de las lagunas costeras, Margalef, 1969. Concuerda con la experiencia de que poblaciones de mayor productividad y menos diversas se encuentran donde y cuando existen gradientes de salinidad. (Margalef, 1969).

La diversidad del plancton de las lagunas es, en general baja y comunmente muy baja. Esto significa que las más veces existe una o unas pocas especies con fuerte dominancia numérica sobre las restantes (Copeland y Jones, 1965; Hulburt, 1963), tomado de Margalef, 1969.

Odum et al, 1972, hallan que la diversidad va aumentando gradualmente en la Laguna Madre, desde Corpus Christi hasta las aguas libres del golfo de México. La diversidad baja se observa tanto en el fitoplancton como en los copépodos.

En un trabajo clásico (Margalef, 1957) se definen a las comunidades de "baja diversidad" como aquellas de mayor orden y menor probabilidad de conjunto, comunidades éstas muy frecuentes en los ambientes salobres, en tanto que la de "alta diversidad" son aquéllas que contienen menor orden y mayor información y por consiguiente guardan un estado de menor segregación, las comunidades thalassogénicas (figura 31). Por el contrario en condiciones críticas, la diversidad es baja, hasta de una sola especie con muchos individuos, lo cual llega a ocu

rrir en condiciones sumamente estrictas y en la mayoría de los casos en espacios y tiempo restringidos. Este hecho resulta común para los estuarios y lagunas costeras.

Además se encontraron otros géneros como: Navícula, Diatoma, Amphora, Frustulia, y Amphiprora que tienen un índice de abundancia bajo en esta zona.

Los géneros mencionados anteriormente presentan una distribución muy homogénea, (se observaron en todos los puntos de muestreo internos), y sólo se pueden caracterizar zonas en cuanto a índices de abundancia, ya que para cada género es diferente. El índice de abundancia varía según el tiempo y el espacio, dentro de un comportamiento estacional el aumento y disminución del número de organismos por mililitro de cada género es de importancia para tratar de explicar la dinámica y sucesión del fitoplancton. De este modo se puede observar que en verano-83, el número total de organismos por ml. estimados de fitoplancton es de 192,890. En otoño-83, el porcentaje de abundancia se mantiene semejante. En cambio en invierno y primavera el número de organismos desciende considerablemente (figura 32 y 32-A). Se nota en verano-84 un aumento de organismos. La abundancia es de ordinario elevada y en todo caso, sometida a grandes fluctuaciones. Por lo que se refiere al fitoplancton, las cifras oscilan entre 12 y 2000 células por ml. y en los casos de antoplancton, que colorea el agua, se llega a más de

un millón de células por ml. Estas cifras abarcan ejemplos de la costa Atlántica de América, costas del Báltico (Halme, 1944) y del Atlántico Europeo y algunos datos de lagunas circunmediterráneas. Las densidades muy altas se refieren a poblaciones en las que una gran proporción de los elementos son de muy pequeñas dimensiones, a veces de no más de tres micras de diámetro. Como es natural, su estudio requiere la sedimentación de muestras y su observación con un microscopio de Uthermol (Overbeck, 1962), tomado de Margalef, 1969. Gómez-Aguirre (1981), en la cosecha de fitoplancton de la laguna de Agiabampo, en el pacífico mexicano llevada a cabo en mayo de 1969, se encontró densidades del orden de 10^6 a 10^8 céls./l. Apéndice 1. Así podemos darnos cuenta que en este comportamiento general en cuanto al número de organismos totales por litro, corresponde a las estaciones más dinámicas, el mayor porcentaje de abundancia de organismos y a la época de invierno y primavera de los meses de diciembre a mayo (época sin intercambio), los valores evaluados más bajos.

La distribución espacial de organismos fitoplanctónicos que encontramos en la laguna en función de la abundancia, corresponde a las zonas de la masa de agua detectadas por los mapas de isolíneas de pH y nutrimentos. En primer lugar se observa que en las estaciones más dinámicas (verano-83, otoño-83) el mayor número de organismos evaluados se da en la zona corres

pendiente al litoral interno de la laguna, junto a la Isla Montosa (habitada) y la Isla Presidio (no habitada), figura de localización, abarca los puntos de muestreo 7.8 y 9. El registro mayor fué en el punto 9 y es de 28,158,000 organismos por l., número total de los tres estratos, en verano-83, le sigue en abundancia la zona correspondiente a los puntos de muestreo 4,12,13 y 14, que se encuentra en el centro de la laguna, cabe señalar que el dinámismo en estas zonas se ve influenciado también, por los tributarios temporaleros, que se forman debido a la precipitación, en el caso de la zona de las islas, estos tributarios que desembocan en el litoral interno enriquecen con aporte de nutrimentos al sistema, a esto puede deberse la mayor abundancia en esta zona. En el caso de la zona central, la influencia viene de la corriente del canal meándrico que desemboca en el punto de muestreo 4 y se proyecta hasta los puntos 12,13 y 14 con consecuencias similares a la zona anterior. Figura 33 a la 37, tabla 8-22.

La zona referida al fondo de la laguna, en sentido que incluye los puntos de muestreo 1,2,3,6 y 15, es la más homogénea, tiene una evaluación menor de org./ml que las zonas anteriores. (tablas 8-22). El punto de muestreo uno se ubica en una zona que consideramos diferente, por las condiciones en las que se encuentra. La pequeña zona de Pie de la Cuesta se ve expuesta a desechos orgánicos provenientes de la población, (desechos sólidos, hidrocarburos, etc.), ya que el área es utilizada como

embarcadero de una gran cantidad de lanchas turísticas. En las tablas y gráficas correspondientes se observa una disminución marcada, en el número de organismos por ml. causada por las modificaciones señaladas, en el ciclo hidrológico de este punto. Figura 33 a la 37, tabla 8-22. En invierno y primavera, etapa sin intercambio y con pocas fluctuaciones, se mantiene el mismo patrón de distribución, pero con un índice de abundancia menor, y un aumento cualitativo en lo que se refiere a bacterias. En estas estaciones del año se nota el incremento de organismos en la zona del canal, y se nota también el aumento de los géneros (Navicula, Diatoma, Frustulia y Amphiprora, en cuanto a su abundancia, en la zona de la laguna. Figura 33 a la 37, tabla 8-22.

Estas características de la población fitoplanctónica, son un reflejo de las características de las zonas de la masa de agua que se definieron anteriormente.

La distribución espacial de los géneros más importantes en función de la abundancia, es según las figuras 38 a la 41, y las tablas 8 a la 22 como sigue:

Mitzzschia: Su mayor abundancia se da en verano y otoño en el punto de muestreo 9. (zona de las islas), sigue en abundancia el punto 14 (zona central) y después el punto 3 (zona homogénea).

Anabaena: Presenta un comportamiento semejante en cuanto a porcentajes de abundancia en las tres zonas referidas.

Navicula: El porcentaje más alto de abundancia se da en invierno y primavera principalmente en el punto 9 (islas), le sigue el 4 (zonas central) y al final el punto de muestreo 2 (zona homogénea). En la zona del canal en los puntos 5 y 10, el índice de abundancia de este género aumenta considerablemente, estando a la altura de la zona central y la zona homogénea. (figura 30).

Chlorella: Mayor abundancia en los puntos 7, 8 y 9 (zona islas). En la zona central el porcentaje desciende, disminuyendo aún más en la zona homogénea. La abundancia que presenta este género es mayor en el verano cercano, por la fecha del muestreo, en las zonas correspondientes a la laguna, ya que en la zona del canal el índice es muy bajo. En primavera sucede un fenómeno inverso, en la zona del canal el índice es elevado y en las zonas de la laguna el índice de abundancia es bajo. (tablas 8-22). Este es un hecho muy interesante que se tratará en la siguiente parte.

En cuanto a la sucesión de géneros se pudo observar que en verano y otoño-83, el género dominante fué Nitzschia, ya que el porcentaje de abundancia fué el más elevado. Figura 42, tabla 8-22.

En invierno y primavera-84 los géneros Navicula, Diatoma, Amphora, Frustulia y Amphiprora, que en las estaciones

del año anteriores tenían poca abundancia, aumentan su número considerablemente, a su vez los porcentajes de abundancia del género Nitzschia son menores.

En verano-84 con el dinamismo del sistema, géneros como Navícula y Diatoma tienen evaluaciones bajas, y se observa un aumento de organismos como las especies de Nitzschia.

De los demás organismos característicos de la laguna, no podemos establecer un patrón de comportamiento ya que en todo el ciclo estacional estimado, los valores de número de organismos por ml. son muy similares, por ejemplo (Cyclotella, Coelastrum y Chlorella).

En relación a los géneros Anabaena, Spirulina y Aphanizomenon, es importante comentar que del género Aphanizomenon sólo se encontraron ejemplares, aunque pocos, en las estaciones de verano y otoño, no se registraron en invierno y primavera. En cuanto a Anabaena, su presencia en los puntos del canal es escasa, pero en los puntos de muestreo de la laguna se presenta regularmente durante todas las estaciones del año, es un organismo que está en épocas tanto dinámicas como homogéneas con un porcentaje semejante. El género Cylindrospermum presenta las mismas características aunque su conteo fué irregular.

Esta presencia permanente de un género de cianofíceas, al cual corresponden diferentes especies que se consideraban propias de agua salobre, según las nuevas tendencias en la taxonomía de este grupo inauguradas por Drovét y Daily (1956) y (Drovét, 1964) tomado de Gómez-Aguirre, 1981, pertenecerían a especies de amplia valencia ecológica, eurihalinas. Así la frecuencia de cianofíceas en las lagunas se ha de interpretar en el sentido que las lagunas ofrecen condiciones de vida en las cuales las cianofíceas pueden competir ventajosamente con otros seres. Schwabe, (1962) según Margalef, 1969, señala acertadamente este rango de las cianofíceas. Es aleccionador el contraste entre la frecuente abundancia de cianofíceas en el plancton de las lagunas y su relativa escasez en el plancton marino. Esta característica del plancton de algunas lagunas va ligado a ciertas características en cuanto al comportamiento de los nutrimentos (fosfatos, nitritos, nitratos y amonio).

Según Margalef, 1969, el desarrollo de cianofíceas puede ponerse en relación con el siguiente tipo de ciclo de elementos nutritivos, común en muchas lagunas, cuando hay gran producción de fitoplancton y el agua se oxigena, una fracción de fosfato puede incorporarse al sedimento y el nitrógeno inorgánico disuelto se pierde más tarde por desnitrificación, si al final de la temporada el sedimento se hace reductor puede liberarse fosfato hacia el agua y el nitrógeno resulta limitan

te para la mayor parte de los organismos excepto para los que pueden fijar nitrógeno.

Este ciclo no es general para todas las lagunas y es posible que el sistema en estudio sólo presente estas características en alguna etapa del ciclo analizado. El comportamiento de los fosfatos con respecto a la densidad del fitoplancton guarda una relación directamente proporcional. Ryther, (1954) tomado de Lackey, 1967, encuentra una relación semejante en su trabajo llevado a cabo en Great South Bay. Lo mismo podemos observar con los demás nutrientes, Amonio, Nitritos y Nitratos (figura 43), (la curva teórica indica que la relación de nutrientes y biomasa fitoplanctónica es inversa). (Russell, 1980).

La relación nitrógeno/fósforo para el punto cinco de muestreo, (que es donde se lleva a cabo el contacto físico de la mezcla de agua dulce y agua de mar, en otoño y verano), en cada una de las estaciones del año muestreadas es: otoño-83, 6.5/1; invierno-84, 13.07/1; primavera-84, 345.5/1 y verano-84, 11.57/1. La cantidad de nitrógeno es baja en otoño-83, invierno-84 y verano-84 en comparación con la relación nitrógeno/fósforo reportada para estuarios, siendo en la estación de otoño cuando en la relación el fósforo tiene una evaluación mayor. La suma de las evaluaciones de los compuestos nitrogenados es más o menos homogénea (44.5115 ug-atN/1), en verano-84, invierno-84, bajando su valor a (25.6959) en otoño-83. Es ampliamente aceptado que la cantidad de PO_4 y NO_3 disponible generalmen

te gobierna la abundancia de las algas. Una relación favorable de nitrógeno; fósforo se encuentra en el rango de 10/1, reportada por Lackey, (1967). Pero desviaciones de estas relaciones son comunes y efectivas y además, hay otra serie de factores limitantes también.

En la zona de la laguna la relación nitrógeno/fósforo llevada a cabo, refleja un porcentaje menor de nitrógeno en la estación de otoño, tabla 23, debido también a la mayor abundancia de fosfatos. En invierno y verano, la proporción de nitrógeno con respecto a los fosfatos siempre es mayor y coinciden generalmente con las relaciones favorables reportadas por Lackey (1967), en primavera existe una mayor abundancia de compuestos nitrogenados que rebasa por mucho las relaciones de N/F citadas.

En cuanto al género Chlorella se observó, que su presencia es mayor en la estación de primavera coincidiendo con la mayor evaluación de materia orgánica, Delgadillo (1986), prolongándose su permanencia hasta la estación de verano en donde por época del muestreo hay una gran cantidad de desechos orgánicos, el muestreo se llevó a cabo en el verano cercano, muy pegado a la estación de primavera. Coinciden las zonas de mayor cantidad de materia orgánica, Delgadillo (1986), con el mayor número de organismos de este género. (Zona de puntos de muestreo 7, 8 y 9 y puntos centrales de la laguna). En las demás estaciones el porcentaje de abundancia es bajo y se manifiesta muy irregular.

En la zona del canal en verano es bajo el número de organismos por ml. y en las otras zonas es alto, mientras que en primavera sucede lo contrario, aumenta el número de organismos por ml. en el canal.

Este género de clorofitas se desarrolla en aguas contaminadas con materia orgánica, su presencia puede deberse a la gran cantidad de vegetación circundante, y que en un momento dado se encuentra en descomposición junto con otros desechos orgánicos en el cuerpo de agua. De la Lanza, 1984 y Ryther 1954.

Aparecen además algunos géneros como: Navícula, Amphiprora y Characium, organismos bentónicas, debido a la poca profundidad de las lagunas, a cuyo fondo puede llegar la luz solar, lo cual determina una menor independencia del Plankton con respecto al bentos. (Margalef, 1969).

El género Navícula en invierno y primavera tiene un aumento en la cantidad de organismos, disminuye en verano y otoño, presenta un comportamiento inverso a Nitzschia, aunque no llega a los índices de abundancia tan elevados de este último género.

De una forma general la abundancia de organismos fito

planctónicos se comporta de acuerdo al ciclo anual mostrado por las características hidrológicas y los parámetros físico-químicos, esto es biestacionalmente, o sea que por períodos de cada dos estaciones las condiciones ambientales y biológicas se mantienen con más o menos las mismas características. Todas las modificaciones cambios y fluctuaciones mostradas en el sistema durante el ciclo estacional se han interpretado hasta ahora en función de la distribución y la abundancia de fitoplancton, pero es importante señalar la variación estacional de otros parámetros biológicos evaluados por miembros del laboratorio interdisciplinario, adjuntos al proyecto de investigación general, en el mismo sistema, para poder establecer un patrón de comportamiento general en la dinámica ecológica del área de estudio. La productividad primaria evaluada por el método de Gardner-Gran, en los valores promedio por estación del año tiene un comportamiento biestacional figura 43, Pérez-Zea (1986), y sigue un patrón directamente proporcional a la biomasa del fitoplancton. En cuanto a la cantidad de materia orgánica el comportamiento es inverso, y sigue el lineamiento biestacional, figura 43, Delgadillo (1986).

Además de estos trabajos se están llevando a cabo, la evaluación de la concentración de clorofila-a, Monreal (1986), y la determinación del DBO y DQO para evaluar la calidad del agua desde estos parámetros, López (1986). De este modo la conjunción de todos los parámetros nos da una visión más completa

de la dinámica ecológica de la laguna de Coyuca de Benítez en el estado de Guerrero, estudios que debemos realizar para entender, clasificar y aprovechar este tipo de ecosistemas costeros. Ya que las lagunas litorales representan ecosistemas menos organizados que periódicamente ofrecen gran cantidad de alimento no consumido directamente en la propia laguna, por esto constituyen áreas de cría o de alimentación para especies migrantes de amplio espectro ecológico y procedentes del mar, además pueden utilizarse como centros experimentales para la cría y cultivo de animales marinos potencialmente útiles (Margalef, 1969).

POSIBLE DETECCION DE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS
DE LA LAGUNA DE COYUCA DE BTZ. GUERRERO POR ME
DIO DE TECNICAS DE PERCEPCION REMOTA.

INTRODUCCION.

La percepción remota se puede definir como la ciencia y el arte de adquirir información de objetos a través de mediciones hechas a distancia, sin tener contacto con los materiales de interés. (Lindenlaub, 1976). Estas mediciones son posibles debido a instrumentos diseñados para medir las variaciones espectrales, espaciales y temporales en el campo de fuerza. Las bases físicas de la percepción remota recaen en la exactitud de los instrumentos para medir estas variaciones. (Lindenlaub, 1976). Las variaciones espectrales dependen de la intensidad de la radiación incidente, del ángulo de incidencia, de las características de la superficie terrestre y de la dispersión provocada por la atmósfera terrestre que absorbe y dispersa selectivamente la radiación solar. Cada objeto absorbe y emite energía radiante de diferente forma y su curva registrada en función de la longitud de onda es la que se conoce como firma espectral. (Holz, 1973).

Las variaciones espaciales dependen del área de cobertura de la imagen en donde se destacan para un área determinada, diferentes zonas en función de sus diferentes respuestas de reflectividad. Las variaciones temporales se dan de acuerdo al

cambio de las condiciones ambientales. (Lindenlaub, 1976).

La adquisición de datos se lleva a cabo por medio de sensores remotos, que son los instrumentos o dispositivos que permiten la recolección y el registro de datos provenientes de los objetos. Estos son; el barredor multiespectral, la cámara multibanda, el radar, etc.

El barredor multiespectral de los satélites Landsat 1, 2 y 3 incluye cuatro canales con las siguientes bandas del espectro:

BANDA	RANGO ESPECTRAL
4	0.5-0.6um
5	0.6-0.7um
6	0.7-0.8um
7	0.8-1.1um

El barredor multiespectral de los Landsat 1, 2 y 3 tiene dos canales en la región del visible y dos canales en la región reflectiva del infrarojo. El sistema de barredor multiespectral recibe la energía radiante emitida por los objetos a través de un espejo giratorio que hace incidir la radiación en varias celdas detectoras sensibles a determinadas longitudes de onda. (figura 45). Las señales eléctricas son amplificadas y registradas sobre cinta magnética, por la asignación de valores a la brillantez (intensidad). El registro de la información también es fotográfica utilizándose la digitalización de la imagen para extraer

la información requerida. (Holz, 1973).

Se aplican técnicas de percepción remota para estudios del medio ambiente por las siguientes ventajas : se puede cubrir gran área de superficie terrestre, las características de los objetos no visibles al ojo humano se pueden transformar en forma de imágenes, se pueden tomar imágenes en diferentes tiempos y dar a conocer cambios en el medio ambiente y se puede obtener información repetitiva de un mismo sitio cada 18 días, con respecto a imágenes de los satélites Landsat 1,2, y 3. Con imágenes aéreas se podría tener información más frecuente cuando sea requerida.

Los datos obtenidos por medio de técnicas de percepción remota se utilizan en áreas como: Geología, Agricultura, Recursos Hidráulicos, Desarrollo Urbano y Ecología, Contaminación, Oceanografía, Lagunas Costeras, etc.

Según A. E. Strong (1974), en un estudio llevado a cabo en Lago Erie utilizando imágenes de satélite, se pudo evaluar el florecimiento de algunos productores primarios, que consiste en la alta concentración de organismos fitoplanctónicos en un momento dado, el cual se da cuando las condiciones ambientales son las adecuadas. Para poder observar este fenómeno se utilizarán imágenes que incluyen las bandas mencionadas antes.

Esto se debe a que se encuentra un contraste muy marcado entre la banda 5 y la banda 6, una región reflectiva aparece en MSS - 6 y representa una mayor concentración de productores primarios, un patrón diferente es observado en MSS - 5, el cambio en el contraste ocurre a 0.7 um. (Strong, 1974).

Las bandas 6 y 7 se utilizan para sustancias altamente reflectivas a esas longitudes de onda tal como la clorofila a que refleja en el infrarrojo cercano a 0.70 y 0.75 um. de ahí el contraste de las bandas 5 y 6.

El MSS - 6 en ERTS es buen mecanismo para detección de algas superficiales. El florecimiento de productores primarios ha sido notado durante un inmediato período de calma acompañado por insolación abundante. Son más notables en lagos eutróficos y en algunas áreas costeras de los océanos.

Se puede hacer una corroboración con la reflectancia fuerte de la clorofila, ya que el vigoroso crecimiento algal es rico en clorofila y refleja altamente en el infrarrojo. (Strong, 1974).

El monitoreo del florecimiento algal por medio de la concentración de clorofila y su distribución, prevee información en la circulación del agua soportando esta rica biomasa. (Strong, 1974).

Se puede obtener también indirectamente la cantidad de biomasa fitoplanctónica vía la concentración de clorofila mediante la relación:

$$\log. CH = a + b R 1$$

donde CH = concentración de clorofila \underline{a} (mg/m³).

a, b = constantes

$$R 1 = \frac{0.62 \text{ um} - 0.70 \text{ um}}{0.42 \text{ um} - 0.48 \text{ um}}$$

Relación descrita por Wescernak, 1974.

Uno de los objetivos más importantes en las investigaciones que se han desarrollado en el Laboratorio Interdisciplinario es valorar la capacidad real de la utilización de la percepción remota, con los recursos nacionales disponibles, en los estudios hidrológicos y en especial en la determinación de la productividad primaria neta. (Ruiz-Azuara et-al, 1983). Para esto se llevó a cabo un estudio del ciclo estacional verano-81 primavera-82 en laguna de Coyuca, de Benítez Guerrero, con base en las imágenes del barredor multiespectral DS-1280 de DETENAL, que cuenta con el canal o banda dos, el cual incluye el pico de absorción a .665 micras de la clorofila a. (figura 44). Los resultados de dicho trabajo en términos generales, indicaron que la produc

tividad primaria neta mostró un comportamiento similar al de la clorofila a con las variables estimadas. Con respecto al problema principal que sería la determinación de la productividad primaria neta por percepción remota, vía la concentración de clorofila a, se estudiaron las imágenes multiespectrales disponibles. Se obtuvieron varias clases diferentes de reflectividad para la estación de verano, pero sólo de una región de la laguna, la cual incluyó dos de los puntos de muestreo. Estas imágenes formados con los datos de las bandas 2 y 3 del barredor (rojo y cercano infrarojo) dan dos clases diferentes para los dos puntos de muestreo incluidos, que son el 4 y el 9. Se observó menor reflectividad en el canal 2 para el punto que tenía mayor concentración de clorofila a (Ruiz P. et-al), 1983. Estos resultados preliminares mencionados sugieren la capacidad de la percepción remota para estudios hidrobiológicos de este tipo, en consistencia con resultados de Klemas y Cols, (1980), Ruiz-Azuara (1983).

Uno de los trabajos más recientes llevados a cabo en el laboratorio interdisciplinario es el de Ruiz-Azuara (1985)

quien reporta los modelos estadísticos globales correspondientes a algunos parámetros de calidad del agua como: Productividad primaria neta, pH, Concentración de Clorofila a, Concentración de sólidos suspendidos, Salinidad y Transparencia Secchi obtenidos en base a datos de satélite y muestreo "in situ" en la Laguna de Coyuca de Btz. Guerrero, para el verano de 1981. Se encontró que los coeficientes de determinación (R^2) de los modelos de regresión lineal múltiple son para P.P.N. (.99), pH (.90), Cl a (.81), C.S.S. (.99), Sal (.99) y T.S. (.99). Los niveles de significación de los valores correspondientes de F son menores de .01 excepto para Cl a que es alrededor de .05.

Aguirre, R. y Ruiz Azuara P. (1985) presentan correlaciones simultáneas obtenidas por regresión lineal (simple y múltiple) de la radiación "in situ" reflejada a 600 nm por el agua de la Laguna de Coyuca de Btz. Gro. con los parámetros hidrobiológicos siguientes: Amonio, D.Q.O., Clorofila, P.P.N. fosfatos fitoplancton, carbón orgánico particulado, materia orgánica particulada, nitratos, nitritos y D.B.O.

Las correlaciones parciales de la radiación reflejadas por el cuerpo de agua a 600 nm con los parámetros biológicos para verano de 1984 es la siguiente: FITOPLANCTON (-0.325),

productividad primaria neta (-0.388) y para clorofila a (-0.520), lo que puede indicar una relación inversa en cuanto a la radiación reflejada a 600 nm y los parámetros biológicos en cuestión, estrechamente relacionados por el contenido de clorofila que absorbe cerca de esa longitud de onda.

El coeficiente de determinación (R^2) del modelo global, por regresión múltiple es 0.97190. La significación de acuerdo al valor $F = 13.971$ corresponde a una probabilidad .05 p .01.

Los resultados obtenidos por Ruíz Azuara P. (1985), confirman la aplicabilidad de las técnicas de percepción remota en estudios hidrobiológicos de áreas pequeñas, de ahí el interés por continuar sobre la misma línea de investigación trazada por el Laboratorio Interdisciplinario para ampliar y completar estos estudios.

CONCLUSIONES.

La variación de parámetros estacionalmente esta influenciada por los procesos de intercambios que se generan según la época, estos son principalmente el período en que la laguna se encuentra en comunicación con el mar a través de una boca en la barra arenosa, existiendo intercambio biológico y físico-químico. (verano y otoño), el intercambio es con condiciones especiales ya que el contacto con el mar es a través de un largo canal meándrico. Otro período es la etapa en que la laguna esta aislada del mar, (invierno y primavera) donde disminuyen los aportes de agua dulce, hay precipitación esporádica, alta evaporación, puede aumentar la salinidad y la temperatura y en esta etapa no hay intercambio biológico, ni físico-químico entre estos dos sistemas. De mayo a agosto, (verano), las condiciones climáticas son diferentes, existen aportes de agua dulce por lo que aumentan su volumen, por la precipitación abundante y empieza a generarse un dinamismo que se completa con la apertura de la barra y el inminente intercambio químico-físico-biológico.

Las cinco zonas diferentes que se detectaron en la masa de agua, de acuerdo a los mapas de interpolación de valores

de pH y nutrimentos, (fosfatos, nitratos, nitritos y amonio), son producto del dinamismo creado por el ciclo hidrológico en verano y otoño. En las estaciones de invierno y primavera se manifiesta tendencia a la homogeneización del sistema en esa etapa.

De una forma general, el número de organismos fitoplanctónicos se comporta de acuerdo al ciclo mostrado por las características hidrológicas y los parámetros físico-químicos (biestacionalmente). Esto es, que por períodos de cada dos estaciones las condiciones ambientales y biológicas se mantienen con más o menos las mismas características.

En verano se observó la mayor abundancia de organismos fitoplanctónicos con 212,378,000 org./litro siendo las épocas de mayores cambios y fluctuaciones en los parámetros abióticos.

En primavera se manifiesta un período más homogéneo, donde la estimación del fitoplancton es menor, con 106,231,000 org. por litro.

La diversidad de organismos fitoplanctónicos en la laguna de Coyuca es baja, con géneros que presentan un índice de abundancia elevado como: Nitzschia, Anabaena, y Chlorella.

Los géneros Merismopedia, Chaetoceros, Pinnularia, Comphonema, Closterium, Characium, Scenedesmus, Selenastrum, Gymnodinium, Peridinium, se encuentra sólo en los puntos de muestreo pertenecientes a la zona del canal, sólo en casos muy raros se hallan en otras áreas de la laguna.

Los géneros Nitzschia, Anabaena, Cylindrospermum, Cyclotella, Coelastrum, Chlorella, Navicula, Diatoma, Amphora, Frustulia, Amphiprora, Ankistrodesmus y Anabaenopsis, encontrados en la laguna, presentan una distribución muy homogénea en todos los puntos de muestreo internos y sólo se pueden caracterizar zonas en cuanto a índices de abundancia.

La fertilidad de la laguna de Coyuca, en general, es alta. Su fertilidad como la de la mayoría de las lagunas se fundamenta en la mezcla de aguas de propiedades diferentes y en parte, en la reserva de las lagunas cuyo sedimento actúa como trampa o depósito de determinados elementos.

Se sugiere que la estimación de la densidad fitoplanctónica por medio de percepción remota puede llegar a obtenerse también, vía la concentración de clorofila a.

Los resultados que se han encontrado hasta el momento sugieren que es amplio el potencial de las técnicas de percepción remota para este tipo de estudios. Confirman la aplicabilidad

de estas técnicas para áreas pequeñas, los obtenidos por Ruiz-Azuara (1985), quien obtuvo que los parámetros hidrobiológicos (datos "in situ") pueden ser correlacionados con datos del barredor multiespectral del Landsat 3, y los obtenidos por Aguirre, y Ruiz-Azuara P. quienes presentan correlaciones simultáneas obtenidas por regresión lineal (simple y múltiple) de la radiación "in situ" reflejada por el agua de la Laguna de Coyuca de Btz. Gro. con los parámetros hidrobiológicos siguientes: Amonio, D.Q.O. Clorofila, Productividad Primaria Neta, Fosfatos, Fitoplancton, Carbón orgánico particulado, Materia orgánica particulada, Nitrítos, Nitratos y D.B.O. De estos resultados parte el interés por continuar sobre la misma línea de investigación trazada por el Laboratorio Interdisciplinario para ampliar y completar estos estudios.

A G R A D E C I M I E N T O S .

El autor de esta tesis esta particularmente agradecido con los co-directores, M. en C. Filiberto Vega Rodríguez y Dra. Pilar Ruz-Azuara por su valiosa ayuda en la dirección y elaboración de este trabajo.

Agradezco también a los miembros del jurado, Biol. Jaime Saavedra SÓla, M. en C. Patricia Ramos Morales y Biol. Arturo Sánchez Iturbe, por su oportuna y desinteresada revisión.

A la Dra. Guadalupe de la Lanza, por sus importantes correcciones y sugerencias en la etapa de formación de esta tesis.

A todos los miembros y tesistas del Laboratorio Interdisciplinario, Raúl Aguirre, Ana Ma. Pérez, Eduardo Delgadillo, Aurora Monreal, Francisco López, Francisco Uribe, Jesús Rosas y Ernesto Chávez, por su compañerismo y ayuda en los diferentes aspectos relacionados con el trabajo.

A la Srita Ma. Eugenia Oropeza González por su valiosa ayuda en la mecanografía del texto.

También agradezco a todas las demás personas que de una u otra forma ayudaron a la realización de esta publicación.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Aguirre, R. y P. Rufiz, 1985. Radiometría de un cuerpo de Agua y su correlación con algunos parámetros hidrobiológicos. XXVIII Congreso Nacional de Física, Hermosillo, Sonora, Noviembre - 1985. Boletín No. 4, p. 230.
- 2.- APHA, AWWA, WPCF, 1980 Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 15 th ed., Washington, D. C.
- 3.- Carbajal, R. y Escobar, 1982, Evaluación de la Productividad Primaria por la evolución del oxígeno a través del ciclo Nictimeral en la Laguna de Coyuca de Btz. Guerrero. Biología de Campo, Facultad de Ciencias, UNAM.
- 4.- Carranza Edwards, A.M., Gutiérrez Estrada y R. Rodríguez Terres. 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las Costas Mexicanas. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol Univ. Nal. Autónoma de México 2 (1): 81-88
- 5.- Colwell R. 1983, Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrametry. Ed. In Chief.
- 6.- Davis, CH. 1955, The Marine and Fresh-Water Plankton, Western Reserve University. Michigan State University. Press 393 pp.
- 7.- De la Lanza E. G., 1984, Calidad ambiental de la Laguna de Mezcaltitán, Mayarit, México, Durante el estiaje, Instituto de Biología, UNAM, (En prensa).
- 8.- Delgadillo, E. 1986. Evaluación de la Materia Orgánica Particulada en la Laguna de Coyuca de Btz. Gro., Durante el ciclo otoño de 1983 - verano 1984, y su relación con Percepción Remota. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- 9.- Gates et al, 1965, Spectral Properties of Plants, Appl. Opt. 4.11.

- 10.- Gómez-Aguirre, S. 1981, Comunidades Planctónicas Representativas de Estuarios y Lagunas Costeras del Noroeste de México. (105° W y 22-27° N), en los años de 1968 a 1973, México UNAM. Facultad de Ciencias, División de Estudios de Post-grado. Tesis Doctoral.
- 11.- Golterman, H. L., 1969, Methods for Chemical Analysis of Fresh Water. International Biological Programme Marylhone Road London N W L Blackwell Scientific Publications Oxford and Edingurg. pp. 104-109.
- 12.- Guzmán, M. 1976. Ecología de Lagunas Costeras, Laguna de Coyuca, Gro. Biología de Campo. Facultad de Ciencias. UNAM.
- 13.- Hedgpeth, J. W. 1957, Classification of Marine Environments in Hedgpeth, J. W. ED. Treatise on Marine Ecology and Paleocology. Geological Society of America Memoir, 67, Vol. 1, cap. 2: 17-28, 5 figs.
- 14.- Helmut Lieth and R. H. Whittaker. (1975) Primary Productivity of the Biosfera. Spring-Verlag. New York. Heidelberg Berlin.
- 15.- Hernández Paz, Ma. G. 1982. Catálogo de los géneros más comunes de plancton de agua dulce de la República Mexicana México, SARH. DGPOK. SIE. IV ilus.
- 16.- Holz, K. 1973. The Surveillant Science. Remote Sensing of Environment.
- 17.- Klimek, R. 1978. The Hydrochemistry and Productivity of Three Coastal Tropical Lagoons in the South of México, Tesis Doctoral.
- 18.- Klemas, D. S. et-al 1980, Remote Sensing of Marine Fisheries Resources in: Advanced Concepts in Ocean Measurements For Marine Biology. University of South caroline Press. Columbia.
- 19.- Lackey, J. B. 1967. The Microbiota of Estuaries and Their Roles. Estuaries, G. H. Lauff Ed. Publ. N. 83 Am. Ass. Avan. Sci. Washington, D. C. 291-301 pp.

- 20.- Licea, S., Gómez. E. y Gómez, M. E., 1976, Informe final del estudio del fitoplancton en cinco lagunas costeras de Guerrero. Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM México. Vol. IV, 1-12 pp.
- 21.- Lindenlaub, J. C. 1976. Remote Sensing (serie de 15 mini-cursos) Minicourse Study Guide, Fundamentals of Remote Sensing.
- 22.- Lankford, R. R. 1977, Coastal Lagoons of Mexico Their Origin and Classification, UNESCO, Marine Geologist.
- 23.- López, F. 1986. Caracterización Hidrológica para Evaluar la Calidad de la laguna de Coyuca de Btz., Gro. Durante un Ciclo Anual, Otoño-83 Verano-84, Y la Aplicación de Técnicas de Percepción Remota. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- 24.- Mandelli, E.F. y A. Vázquez-Botello. 1976. Informe final de la tercera etapa de estudio sobre uso de la zona costera en los estados de Michoacán y Guerrero. Subprograma de Hidrología. UNAM. Centro de Ciencias del Mar y Limnología (Reporte no publicado).
- 25.- Margalef, R. 1957. La Teoría de la información en Ecología Mem. Real Acad. Cienc. y Artes de Barcelona, 32 (13): 1-79.
- 26.- Margalef, R. 1969. Comunidades Planctónicas en Laguna Litorales. Lagunas Costeras, Un Simposio, Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM, UNESCO, Nov. 28-39, 1967, México, D.F. 545-562, 3 figs.
- 27.- Margalef, R. 1983, Limnología, ed. Omega 1040 pp.
- 28.- Mee, L. D. 1977. The Chemistry and Hydrography of some Tropical Coastal Lagoons Pacific Coast of Mexico. Tesis Doctoral, Department of Oceanography University of Liverpool.
- 29.- Monreal, A. 1986. Evaluación de la Concentración de Clorofila a Fitoplanctónica en la Laguna de Coyuca de Btz. Gro. Durante el Ciclo Estacional Verano-83 verano-84 y su Relación con Técnicas de Percepción Remota Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. (en preparación).

- 30.- Negrete, J. G., Yankelevich, J., Soberon, J. 1976. Juegos Ecológicos y Epidemiológicos, Feccavi/CONACYT. México, - 136-159.
- 31.- Odum, P. 1972. Ecología. Ed. Interamericana, México, 639 pp.
- 32.- Pérez, A., 1986, Productividad Primaria Fitoplanctonica de la Laguna de Coyuca de Btz. Gro., en el período de verano-83-84 y su posible detección por percepción remota. Tesis. Profesional, Facultad de Ciencias UNAM (en preparación).
- 33.- Ringuelet, R. A. 1964. Ecología Acuática Continental. Ma nuales EUDEBA: 1-138 pp.
- 34.- Ruíz Azuara, P., A. Ma. Pérez Zea and Ma. del P. Segarra Alberú 1983. Limnological Study of the Coastal Lagoon Coyuca de Benítez, Gro. During an Annual Cycle (Summer 1981-Spring 1982) Reprinted from Proceedings of the Seven teenth International Symposium on Remote Sensing of Envi ronment, Ann Arbor, Michigan, May 9-13, 423-432 pp E.R.I.W., Vol. I U.S.A.
- 35.- Ruíz-Azuara, P., et al. 1983. Hidrología de cuerpos de agua y percepción remota. (memorias), Seminario sobre la Percepción remota en México. Facultad de Ciencias, UNAM, 17 al 18 de oc tubre. 167-181 pp.
- 36.- Ruíz-Azuara, P., et-al, 1983. Variaciones de algunos pará metros Hidrológicos en la Laguna de Coyuca de Benítez, Gro. entre Verano 1981 y verano-1983. XXVI Congreso Nacional de Investigación en Física, Puebla, Pue., Noviembre, Boletín No. 2, S.M.F. 237 pp.
- 37.- Ruíz-Azuara P., 1985. Detecting Hydrobiological Parameters with Landsat 3: summer 1981 Data. Procedures of the Nineteenth International Symposium on Remote Sensing of Environment Ann Arbor, Michigan, October, 21-25 (in press).
- 38.- Russell-Hunter, W. 1973. Productividad Acuática, Acribia, Zaragoza, España, 273 pp.

- 39.- SAHOP. DETENAL. Carta Climática del Estado de Guerrero. 1970.
- 40.- SAHOP. Dirección General de Ecología Urbana. Ecoplán del Estado de Guerrero. México. 1970.
- 41.- SAHOP. Dirección General de Ecología Urbana. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acapulco, México. 1970.
- 42.- SAHOP. Dirección General de Ecología Urbana. Inventario Forestal del Estado de Guerrero. México. 1970.
- 43.- SAHOP. Dirección de Ecología Urbana. Esquema Ecoplán Municipal de Acapulco, Guerrero, México, 1970.
- 44.- Segerstrale, S. G. 1959. Symposio sulla Classificazioni delle Acque Salmastre. Venecia 8-14 Abril 1958. Arch. Oceanogr. Limnol. XI (Supl.): 1 - 248.
- 45.- S.R.H., 1976. Atlas del Agua de la República Mexicana.
- 46.- S.R.H., 1968. Boletín Hidrológico No. 31 México, D. F.
- 47.- Strickland J. D. and T. R. Parsons, 1972. A Practical handbook of Sea Water Analysis, Fisheries Research Board of Canada. Ottawa 2da. ed.
- 48.- Strong. A.E., 1974. Remote Sensing of Algal Blooms in Lake Erie and Utah Lake. Remote Sensing of Environment, 3, 99-107 pp.
- 49.- Toledo, A., 1983 Como destruir el paraíso. (El desastre ecológico del sureste), Ed. Océano., Centro de Ecodesarrollo, México. 150 pp.
- 50.- Wetzel and Likens, 1979. Limnological Analysis Ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia 4a. Ed.
- 51.- Wezernak, C. T., 1976. Trophic State Analysis of Inland Lakes, R.S.E. 5 (147-165).

- 52.- Wezernak, C. T. 1975, Análisis of Cladophora Distribution in Lake Ontario Using Remote Sensing R.S.E. 4 (37-48).
- 53.- Yañez-Arancibia, A., 1976. Estudio de la dinámica Ecológica de la Fauna Ictiológica del Sistema Lagunar de Guerrero. (Pacífico Central de México) Centro de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. México.
- 54.- Yañez-Arancibia, A., 1978. Patrones Ecológicos y variación cíclica de la estructura trófica de las comunidades neotónicas en Lagunas Costeras del Pacífico de México. An. del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 5(1) 285-306.

Figura 1
REPUBLICA MEXICANA

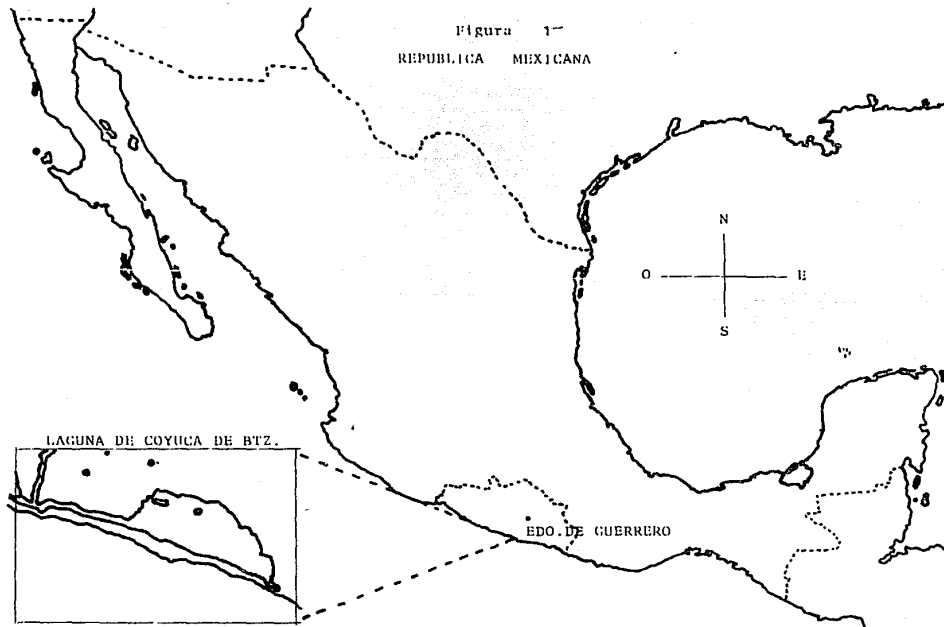
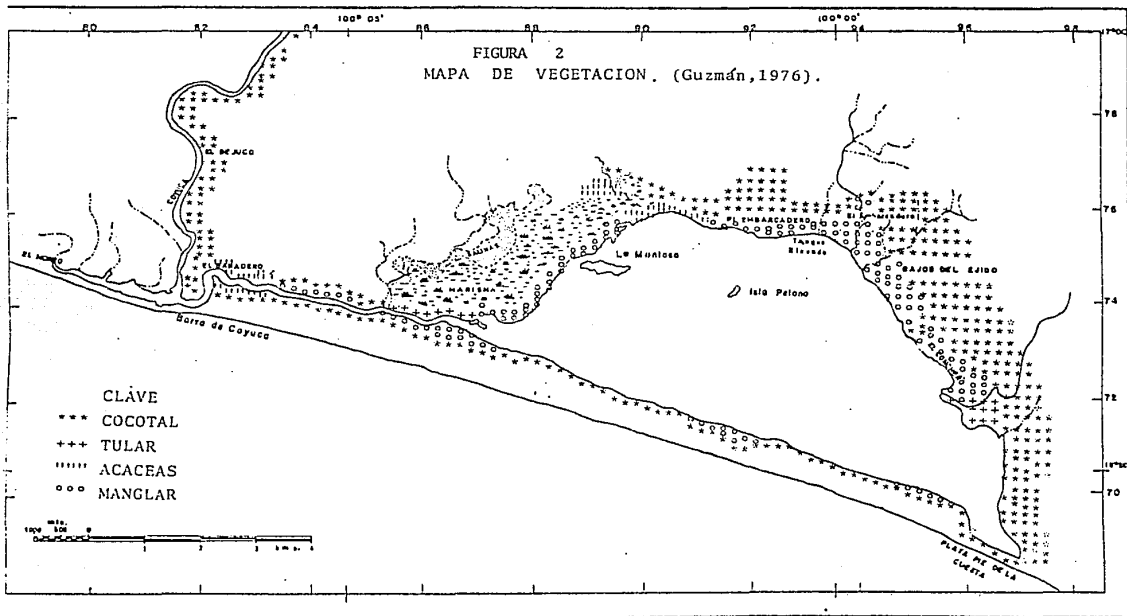


FIGURA 2
 MAPA DE VEGETACION. (Guzmán, 1976).



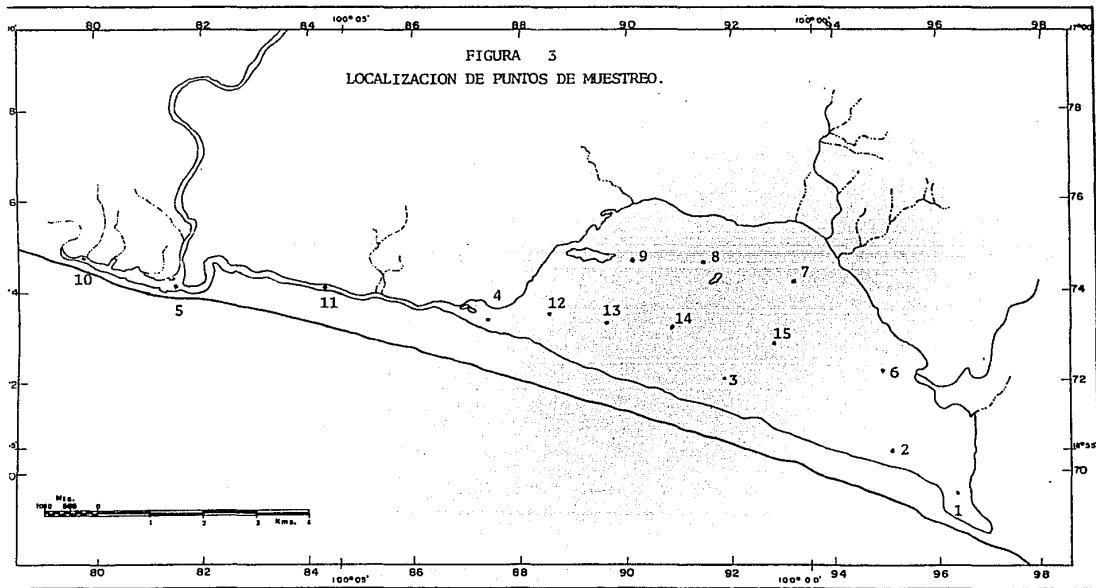


FIGURA 4

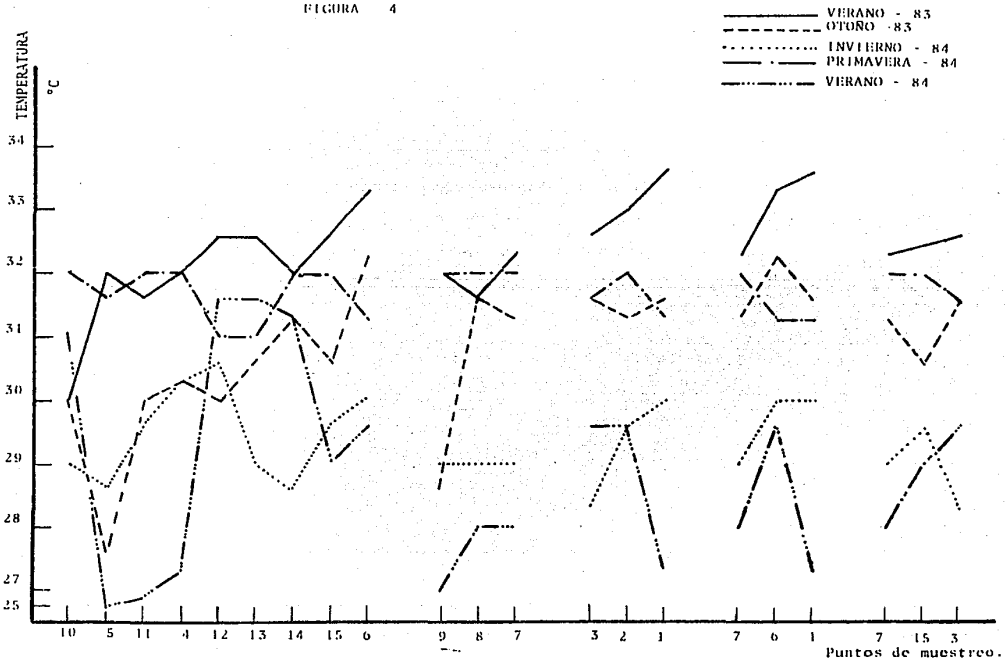


FIGURA 5

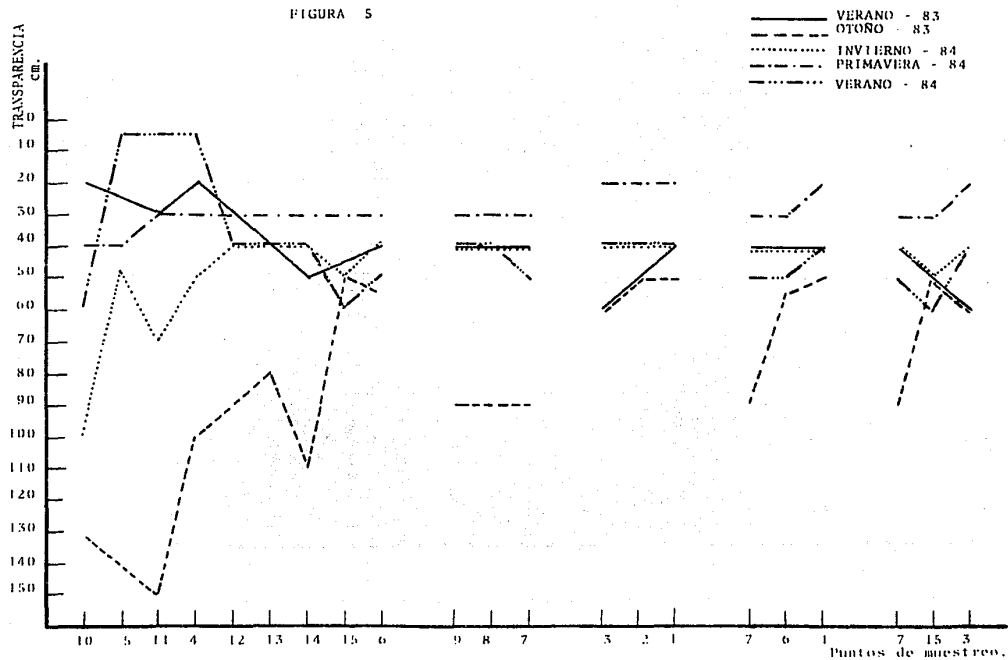


FIGURA 6



Barra de Coyuca de Btz. Fotografía que muestra la zona de intercambio entre el agua de mar y el agua del Rio Coyuca .

FIGURA -

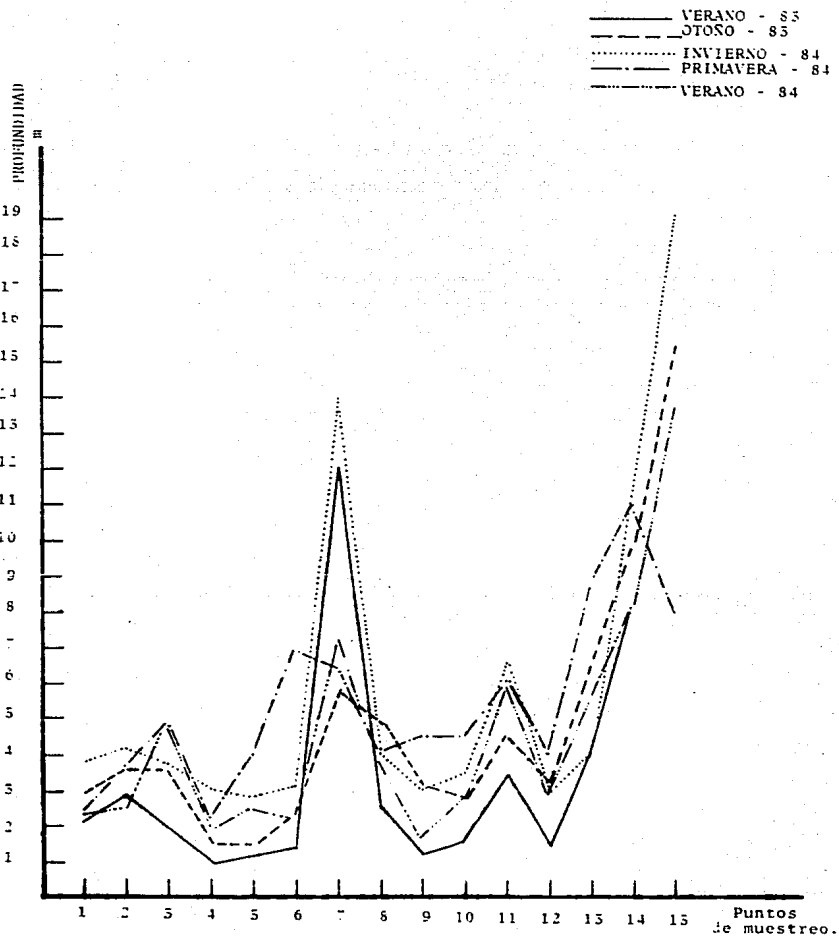


FIGURA 8

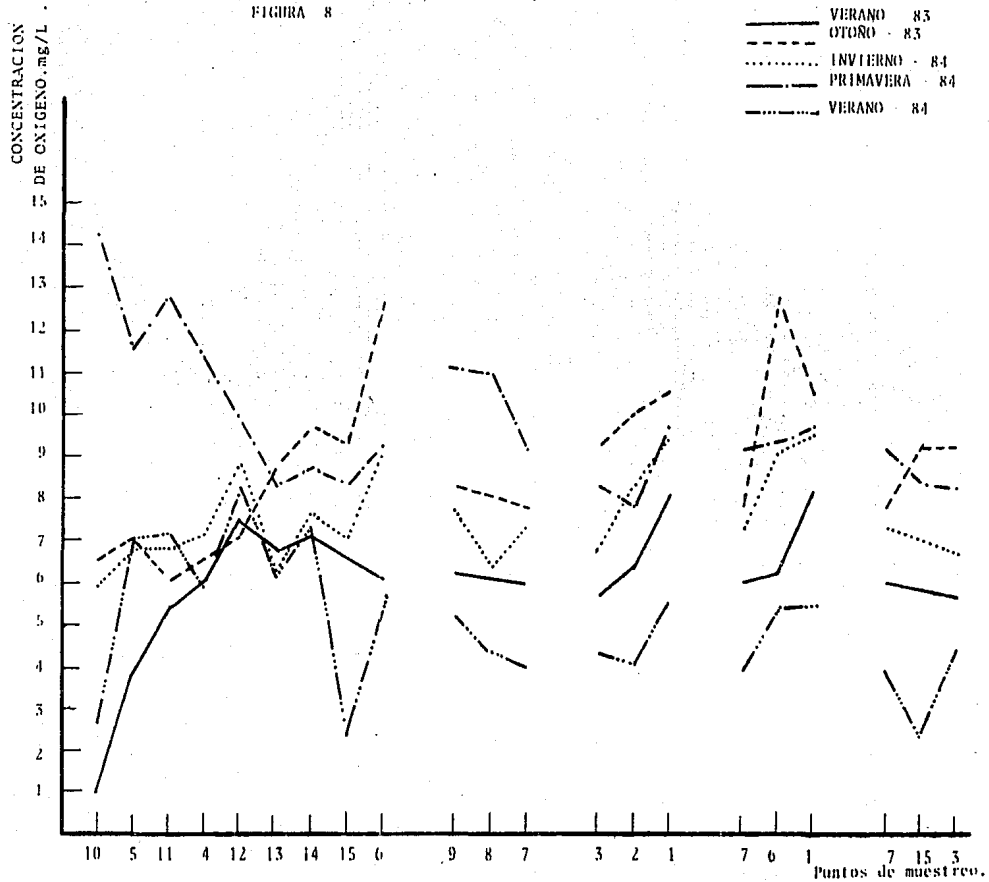


FIGURA 8

CONCENTRACION
DE OXIGENO. mg/L

- VERANO 85
- OTOÑO 85
- INVIERNO 84
- PRIMAVERA 84
- VERANO 84

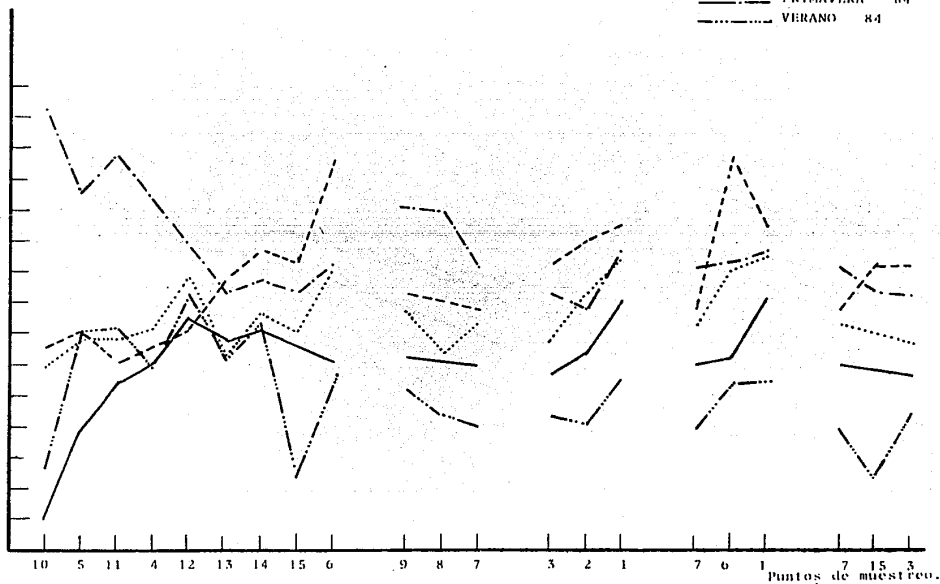
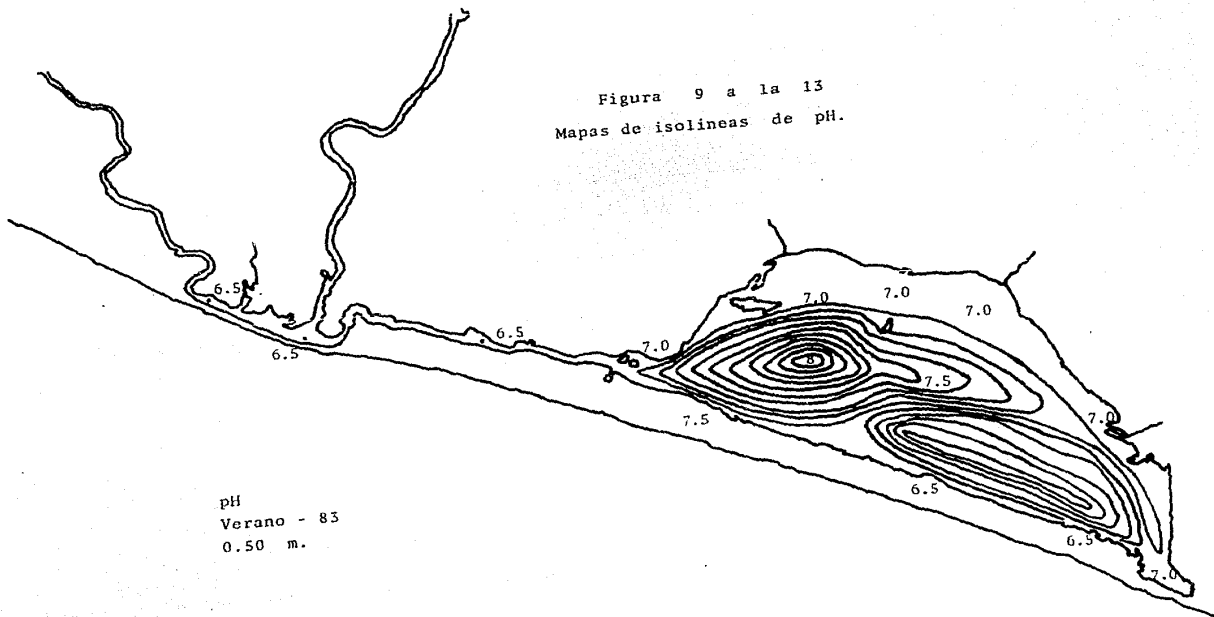


Figura 9 a la 13
Mapas de isolineas de pH.



pH
Verano - 83
0.50 m.

Figura 10

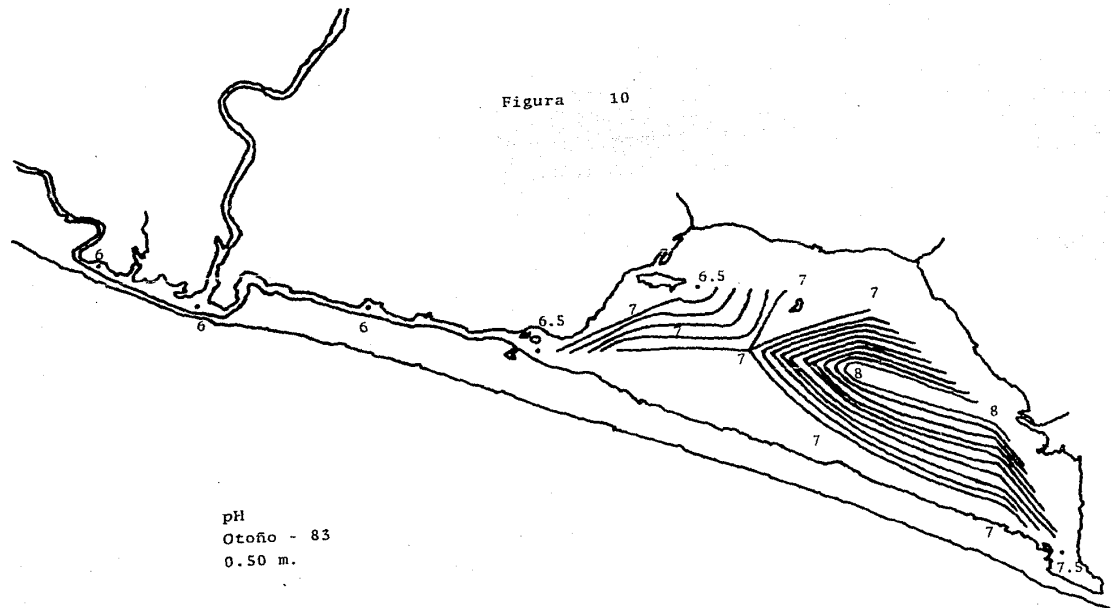
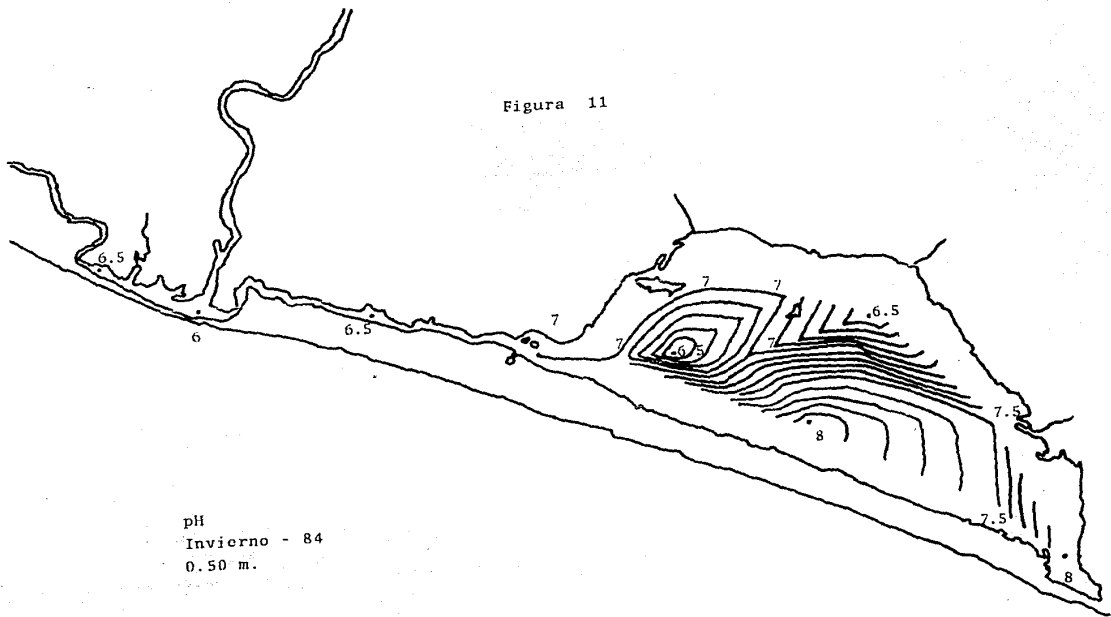


Figura 11



pH
Invierno - 84
0.50 m.

Figura 12

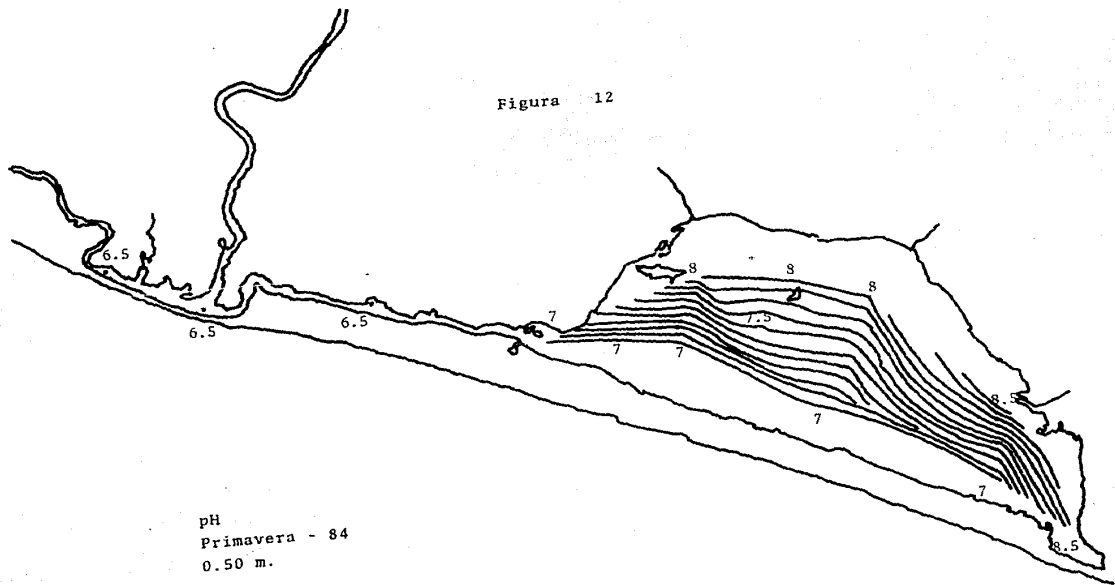
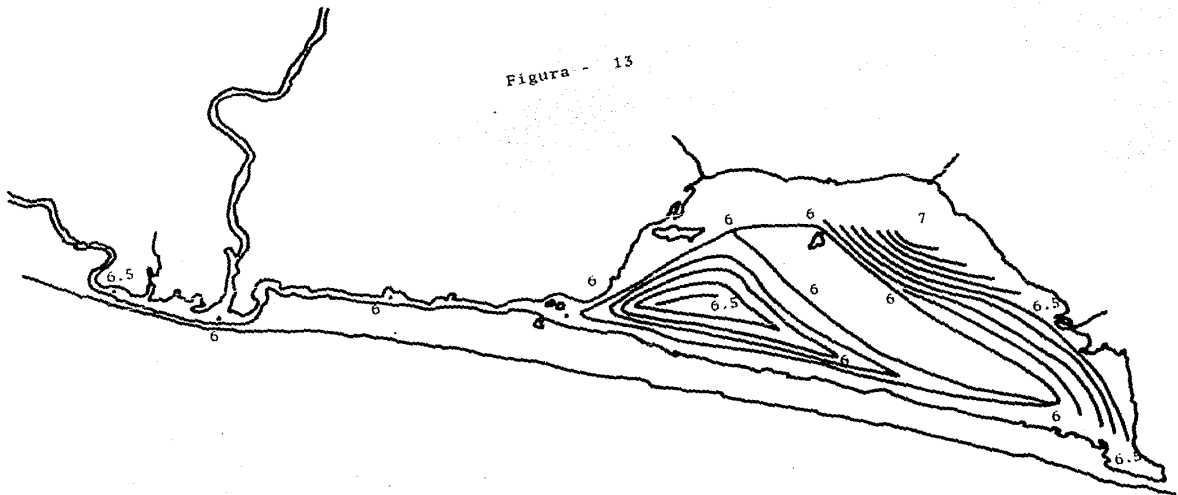
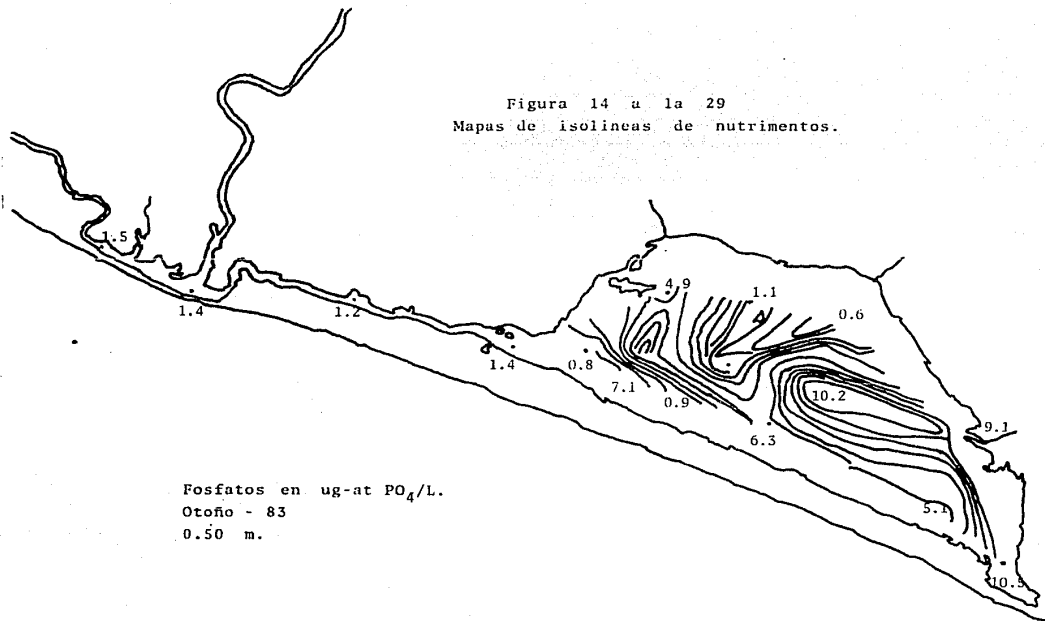


Figura - 13



pH
Verano - 84
0.50 m.

Figura 14 a la 29
Mapas de isoclinas de nutrientes.

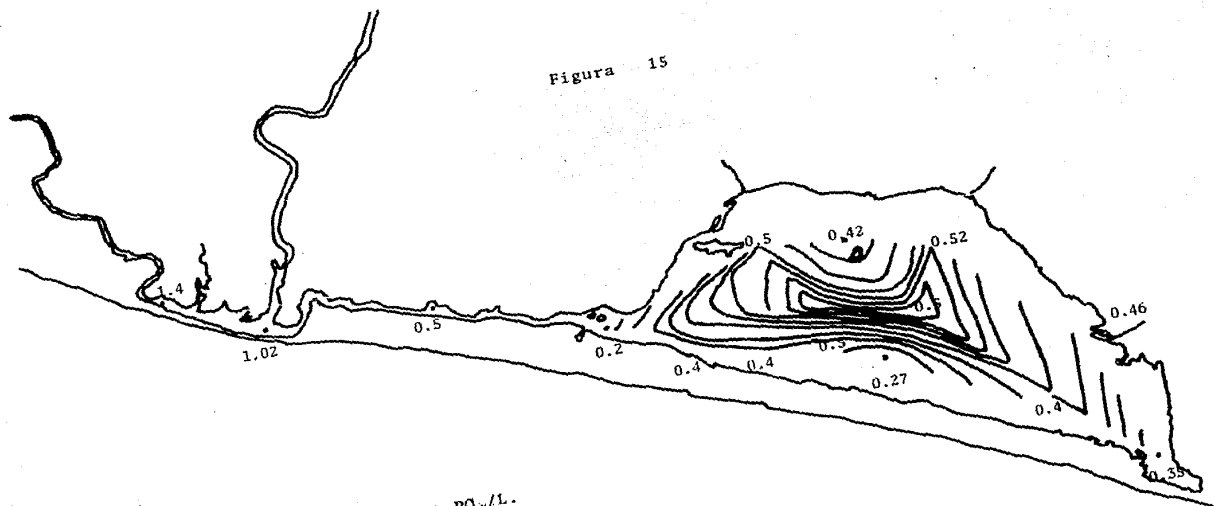


Fosfatos en ug-at PO₄/L.

Otoño - 83

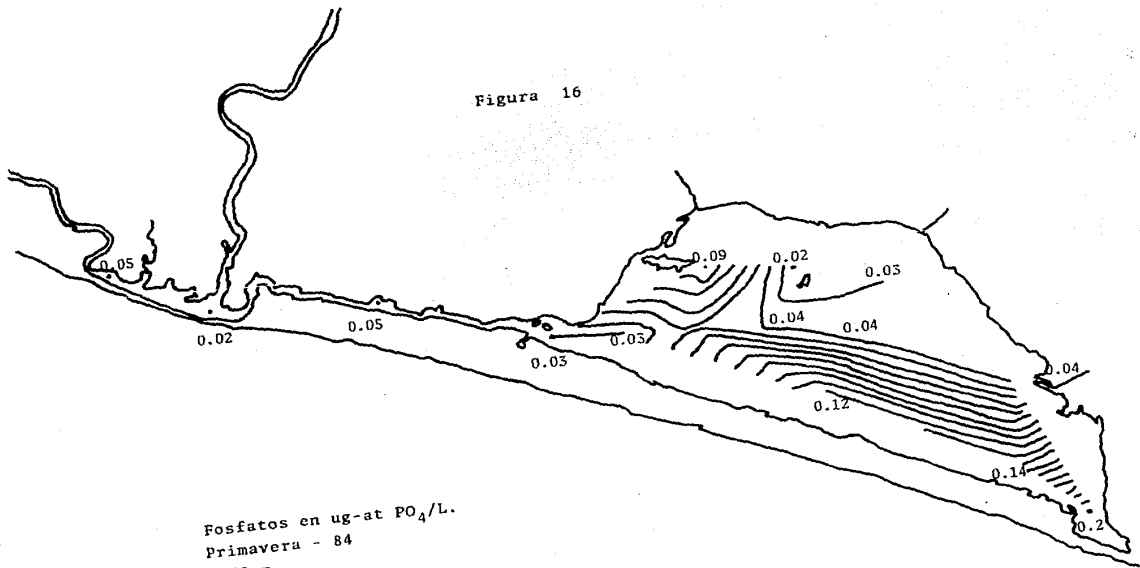
0.50 m.

Figura 15



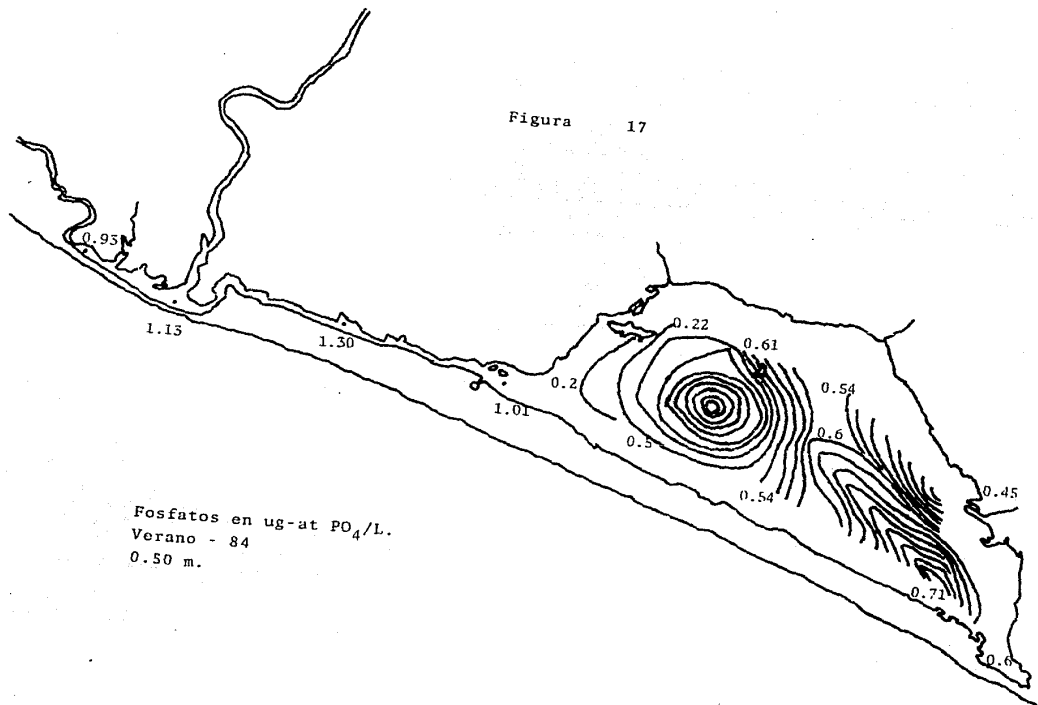
Fosfatos en ug-at PO₄/L.
Invierno - 84
0.50 m.

Figura 16



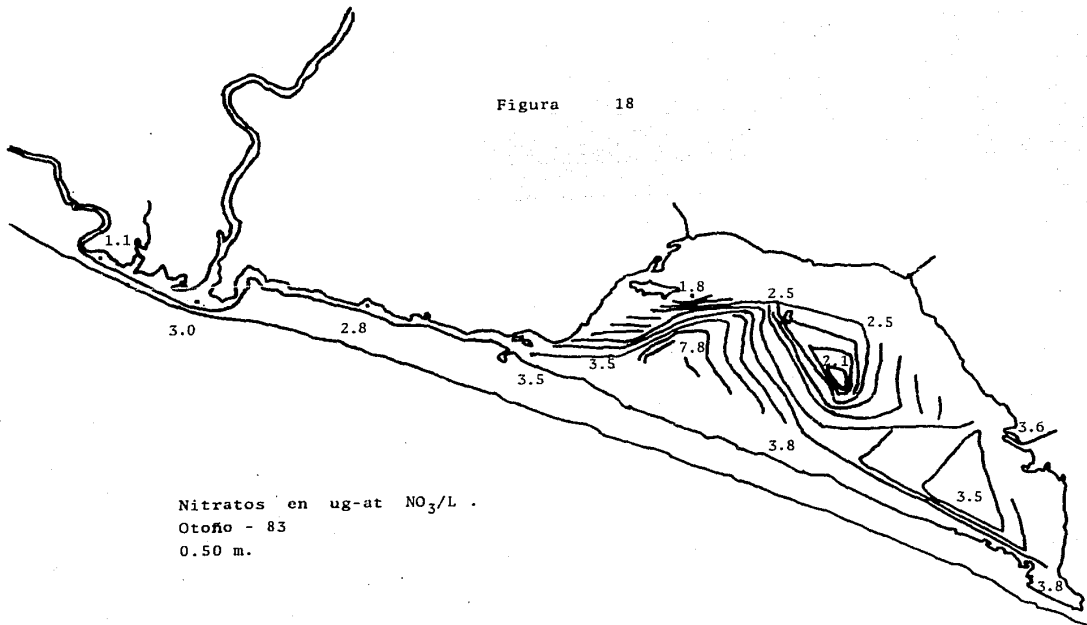
Fosfatos en ug-at PO_4/L .
Primavera - 84
0.50 m.

Figura 17



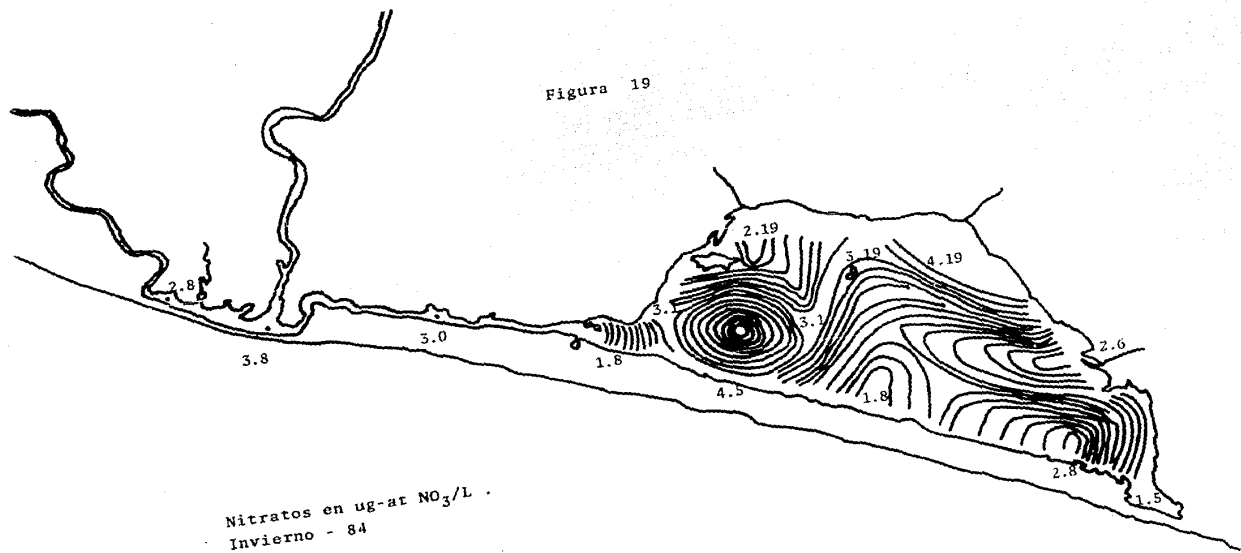
Fosfatos en $\mu\text{g-at PO}_4/\text{L}$.
Verano - 84
0.50 m.

Figura 18



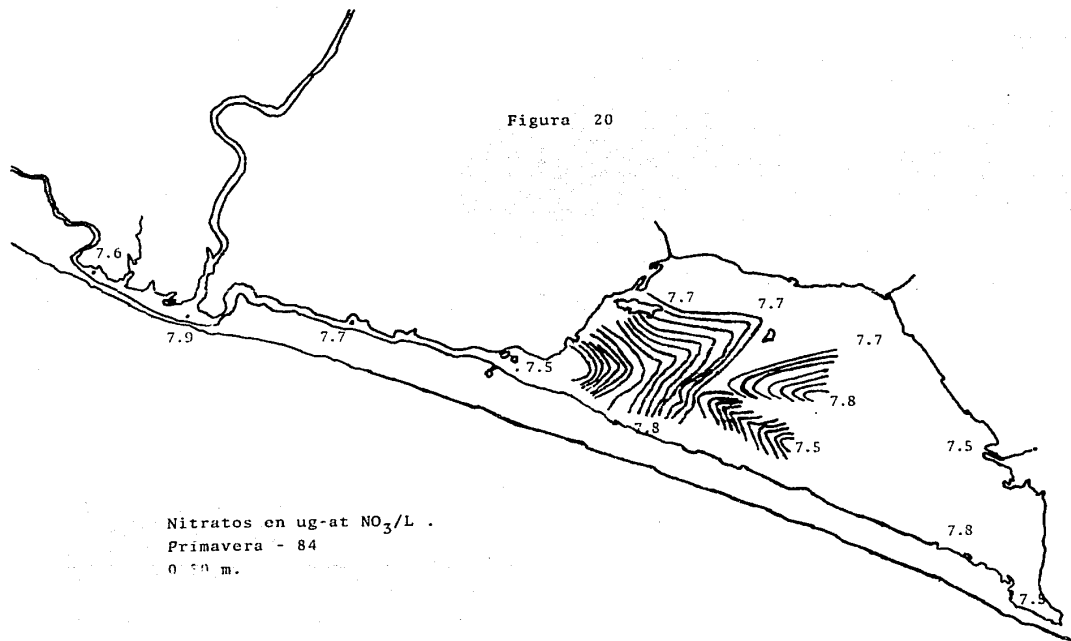
Nitratos en ug-at NO_3/L .
Otoño - 83
0.50 m.

Figura 19



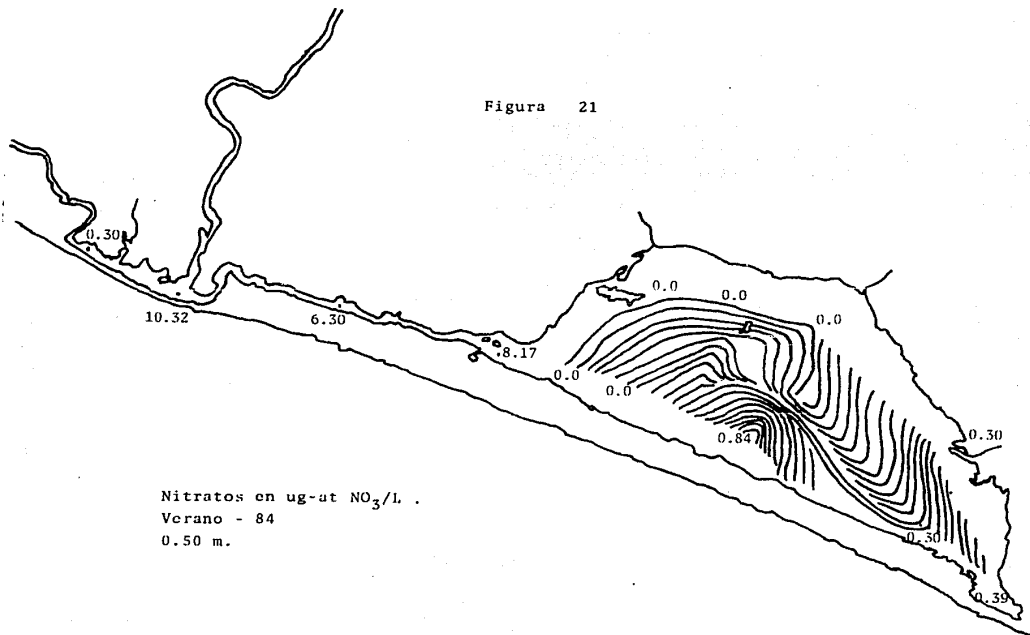
Nitratos en $\mu\text{g-at NO}_3/\text{L}$.
Invierno - 84
0.50 m.

Figura 20



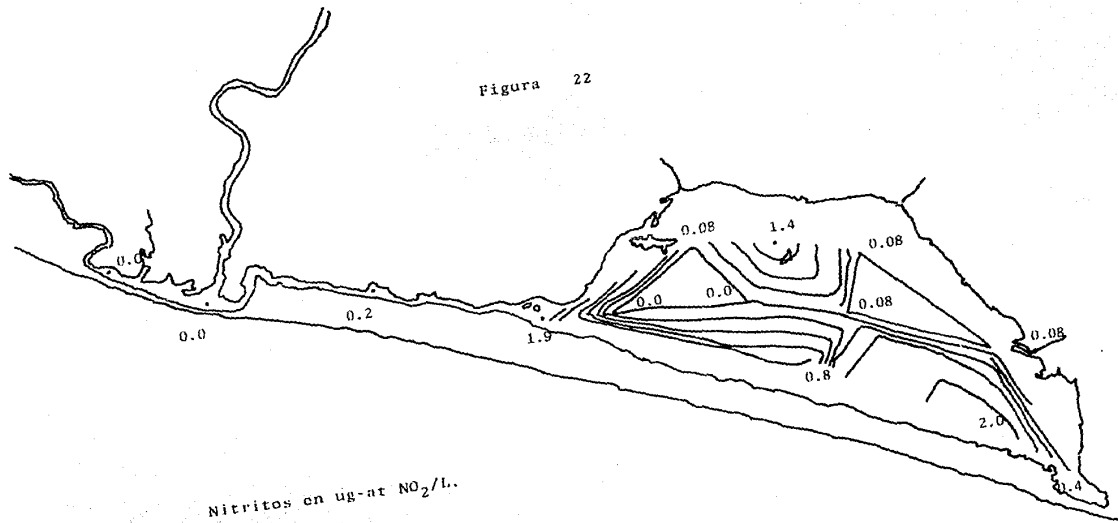
Nitratos en $\mu\text{g-at NO}_3/\text{L}$.
Primavera - 84
0.50 m.

Figura 21



Nitratos en ug-at NO₃/L .
Verano - 84
0.50 m.

Figura 22

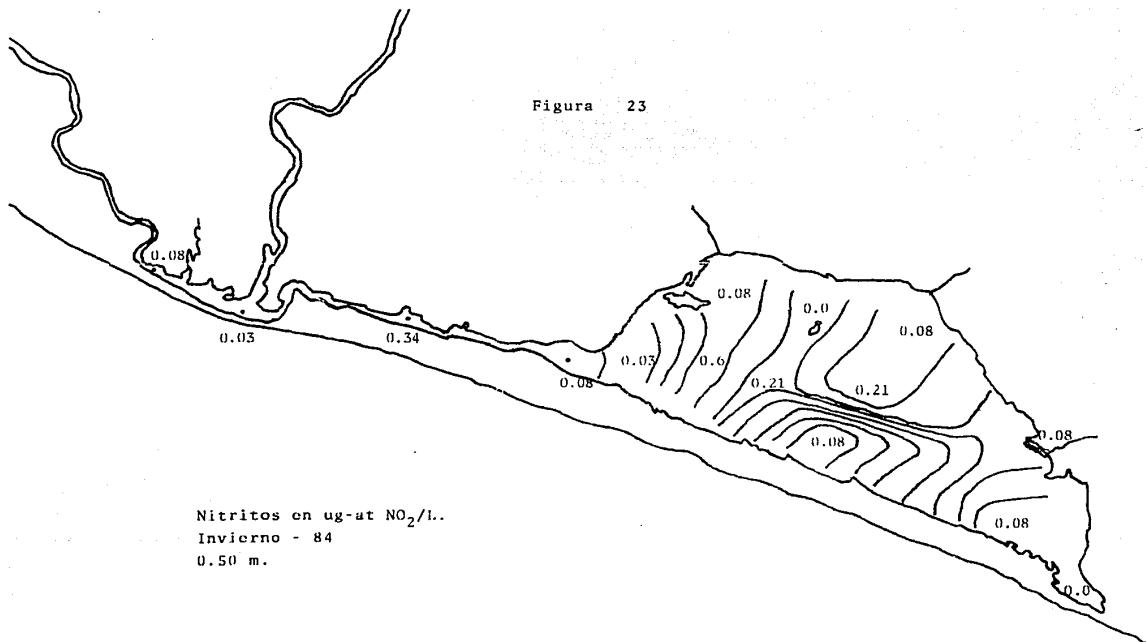


Nitritos en $\mu\text{g-at NO}_2/\text{L}$.

Otoño - 83

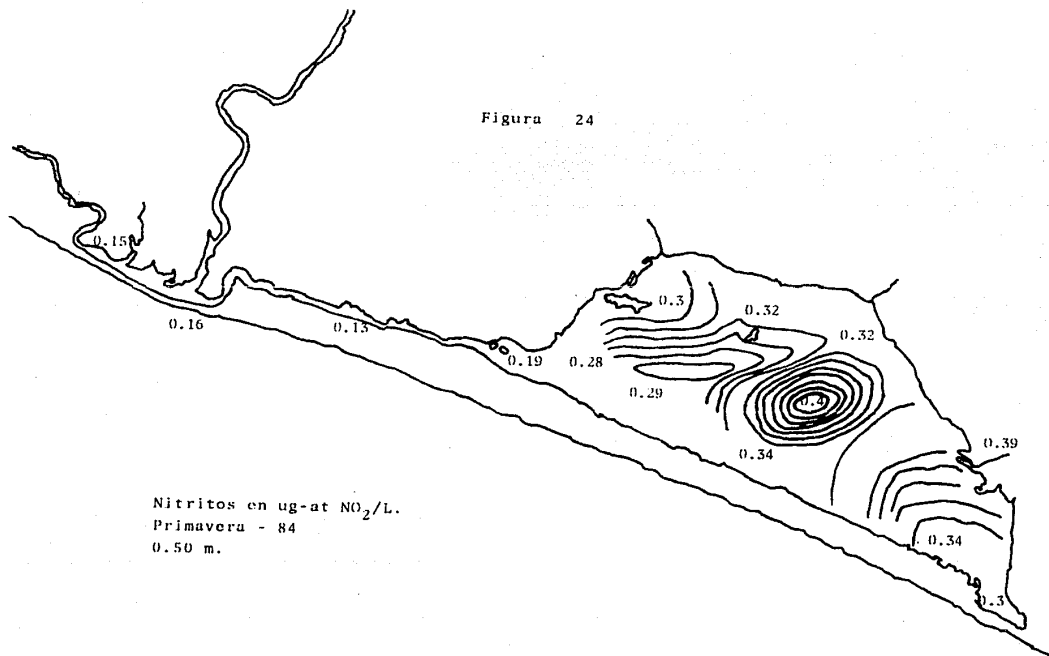
0.50 m.

Figura 23



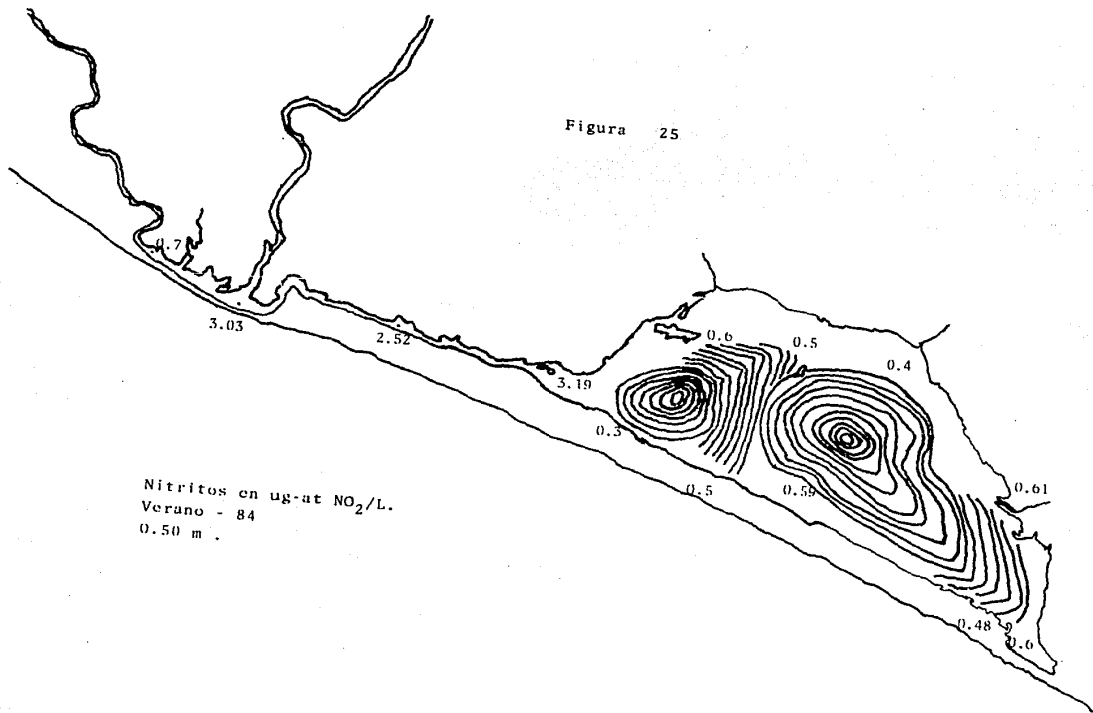
Nitritos en $\mu\text{g-at NO}_2/\text{l.}$
Invierno - 84
0.50 m.

Figura 24



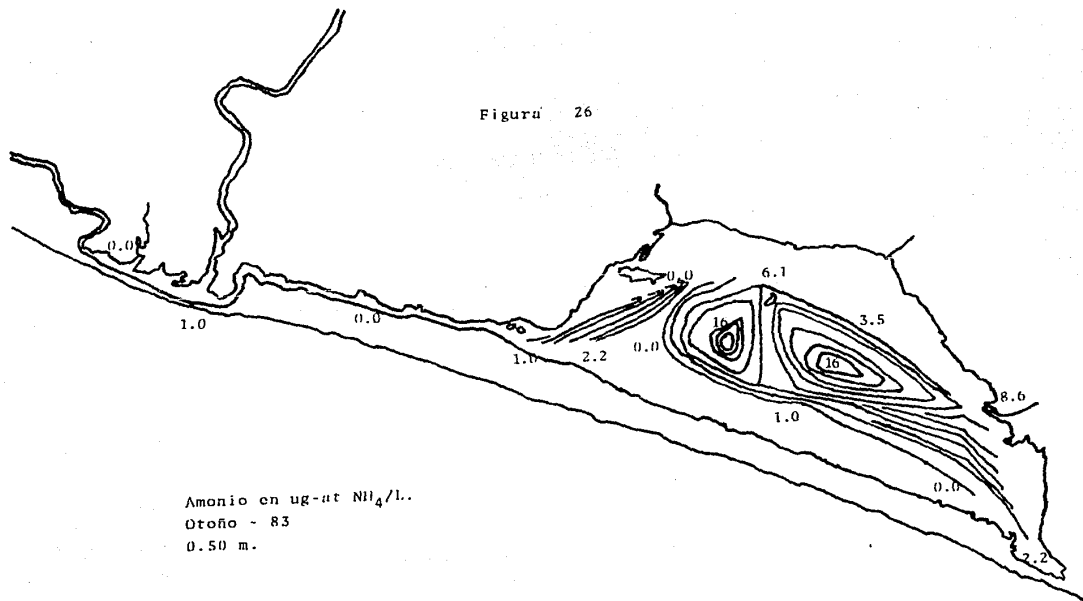
Nitritos en ug-at NO₂/L.
Primavera - 84
0.50 m.

Figura 25



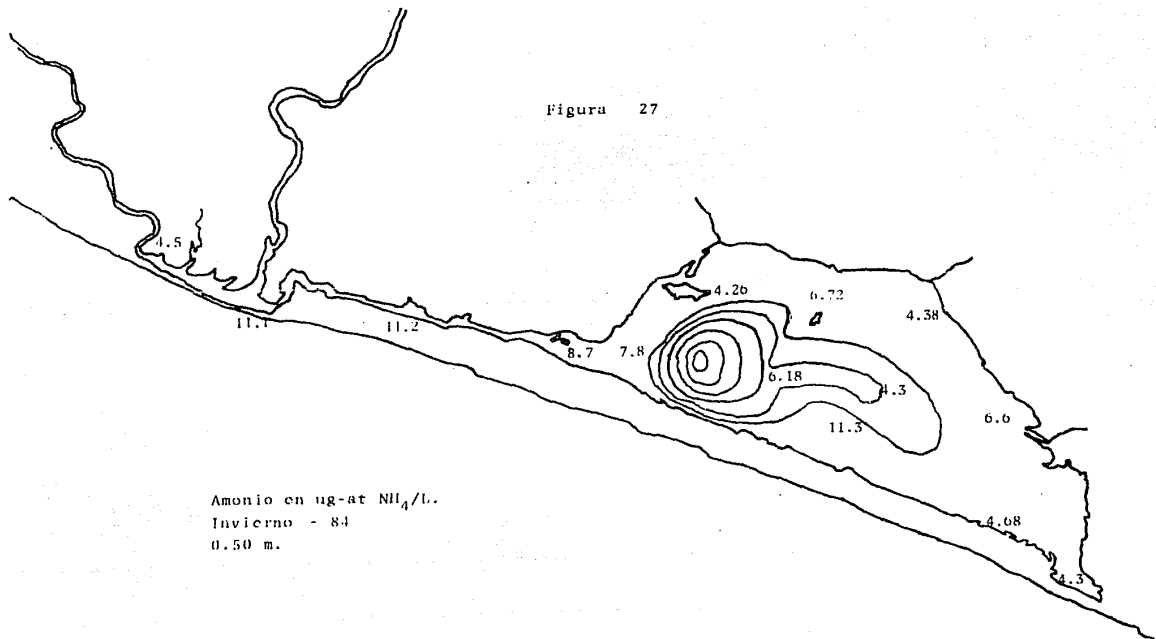
Nitritos en ug-at NO₂/L.
Verano - 84
0.50 m .

Figura 26



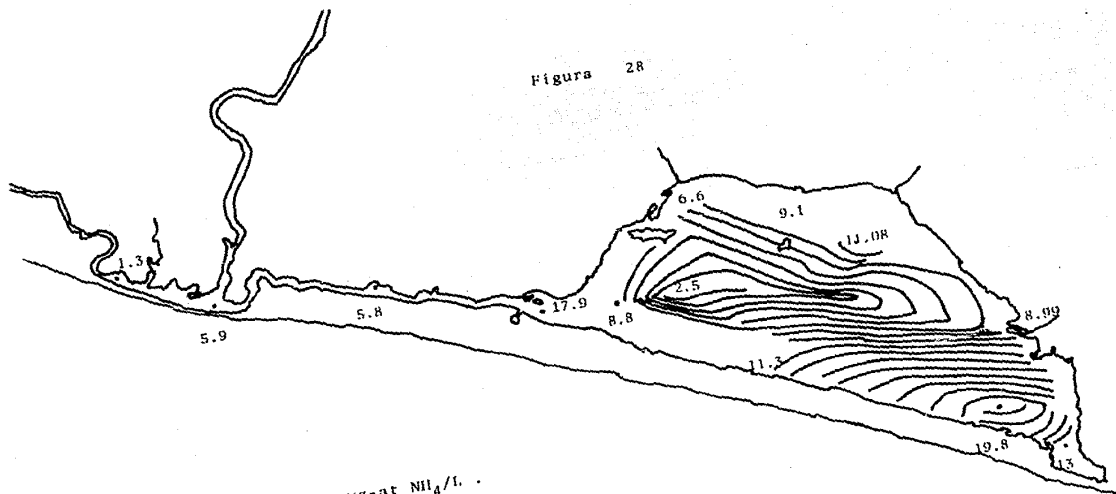
Amonio en $\mu\text{g-at NH}_4/\text{l.}$
Otoño - 83
0.50 m.

Figura 27



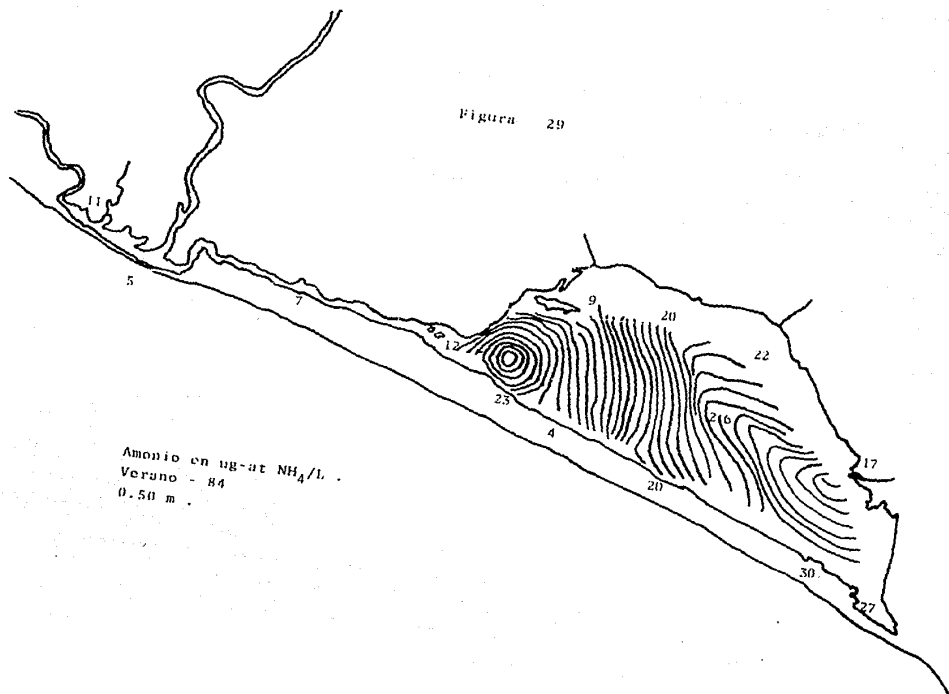
Amonio en ug-at NH₄/L.
Invierno - 84
0.50 m.

Figura 28



Amonio en ug-at $\text{NH}_4/\text{l.}$.
Primavera - 84
0.50 m.

Figura 29



Amonio en $\mu\text{g-at NH}_4/\text{L}$.
Verano - 84
0.50 m .

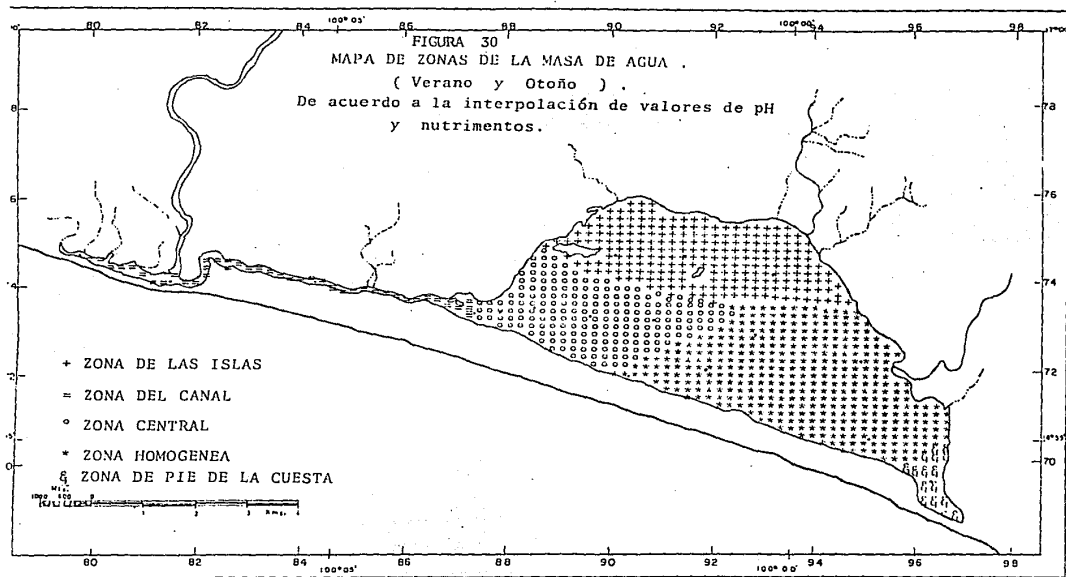


FIGURA 31

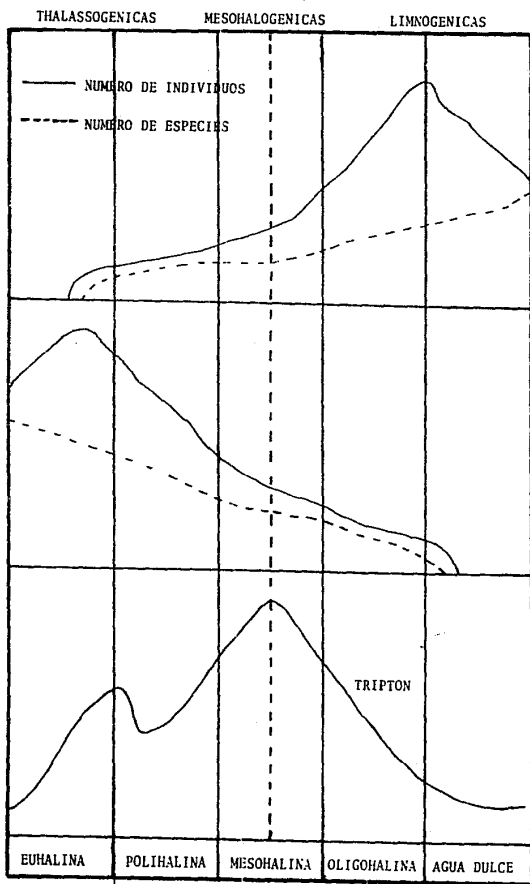


FIG. 31 . Proporciones y distribución relativa de la diversidad de especies y densidad de población en relación con la salinidad y la producción de Tripton. (Margalef, 1957).

FIGURA 31

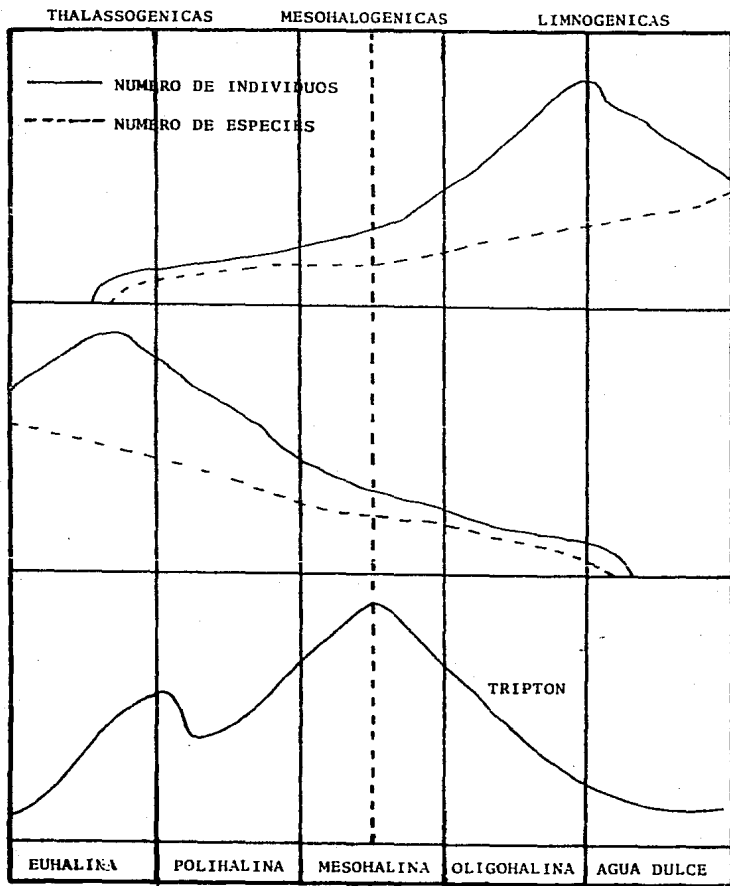


FIG. 31 . Proporciones y distribución relativa de la diversidad de especies y densidad de población en relación con la salinidad y la producción de Tripton. (Margalef, 1957).

FIGURA 32

NUMERO TOTAL DE ORGANISMOS VS. ESTACION DEL AÑO
(VARIACION ESTACIONAL DEL NUMERO TOTAL DE
ORGANISMOS DEL FITOPLANCTON).

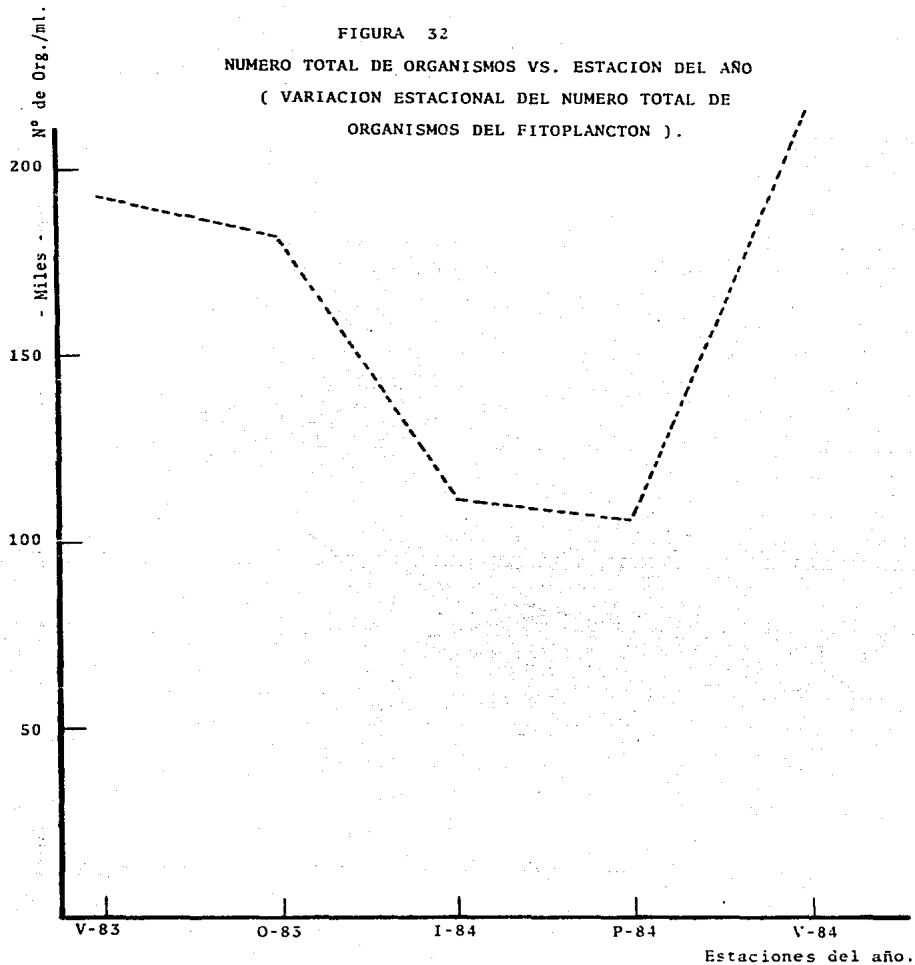


FIGURA 32-A
VARIACION ESTACIONAL POR ESTRATOS DEL NUMERO TOTAL
DE ORGANISMOS DEL FITOPLANCTON.

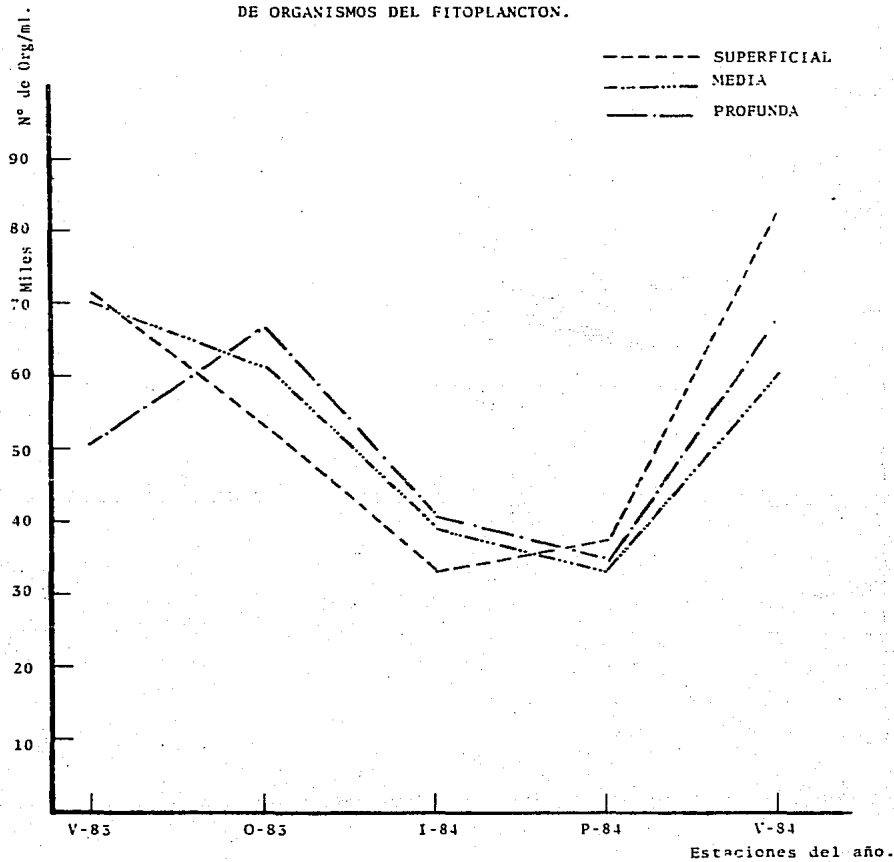


FIGURA 33

DISTRIBUCION ESPACIAL POR ESTACION DEL AÑO POR NIVELES DEL
 NUMERO TOTAL DE ORGANISMOS DEL FITOPLANCTON.

(De Verano-83, figura 33 a Verano-84 , figura 37).

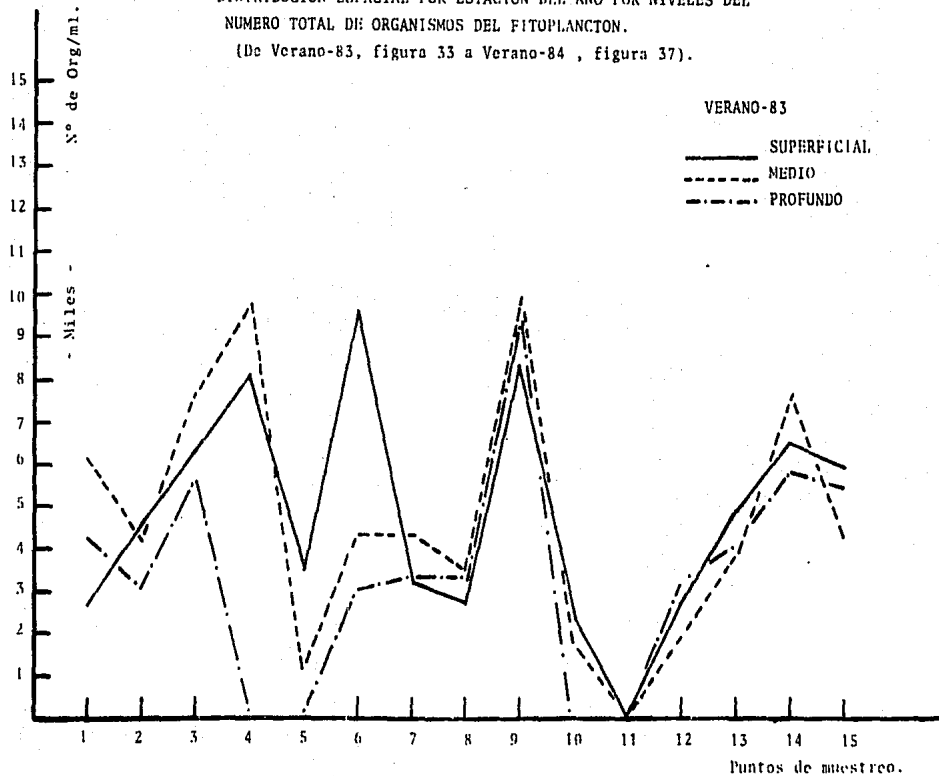


FIGURA 33

DISTRIBUCION ESPACIAL POR ESTACION DEL AÑO POR NIVELES DEL
NUMERO TOTAL DE ORGANISMOS DEL FITOPLANCTON.

(De Verano-83, figura 33 a Verano-84, figura 37).

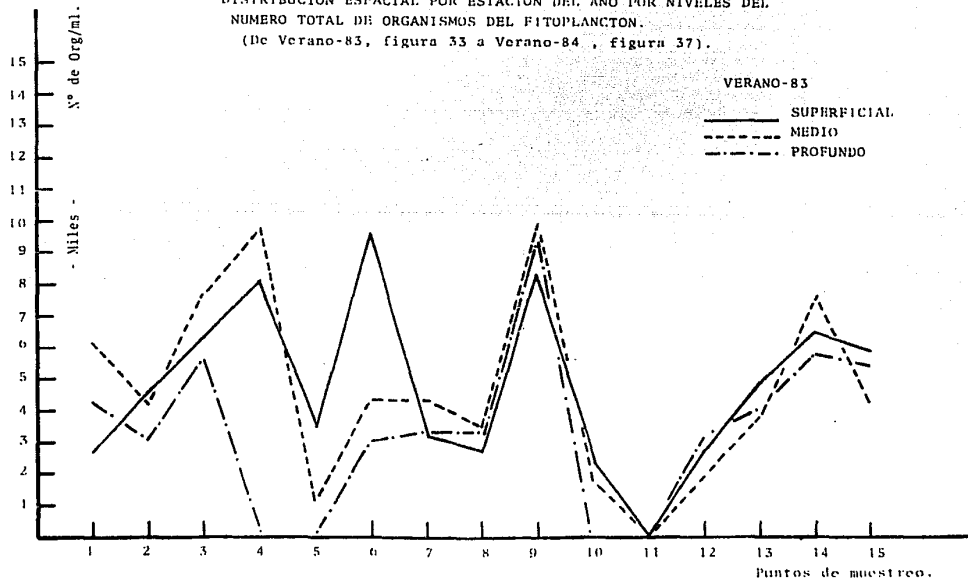


FIGURA 34

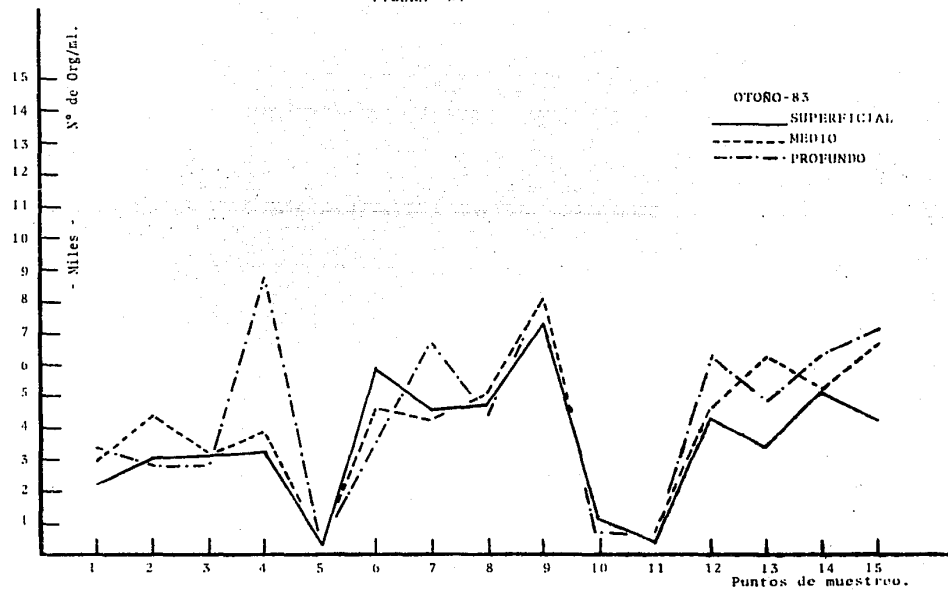


FIGURA 35

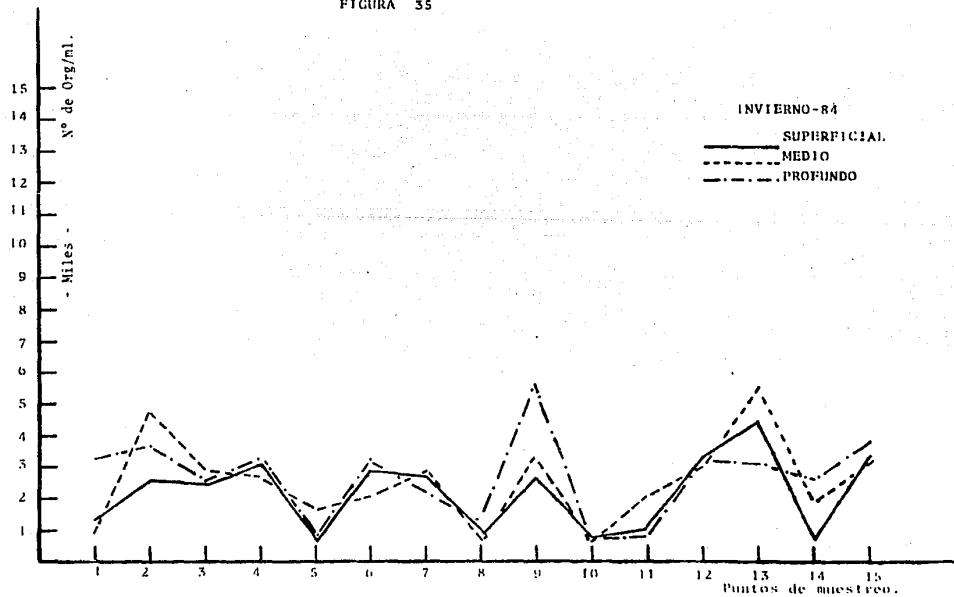


FIGURA 56

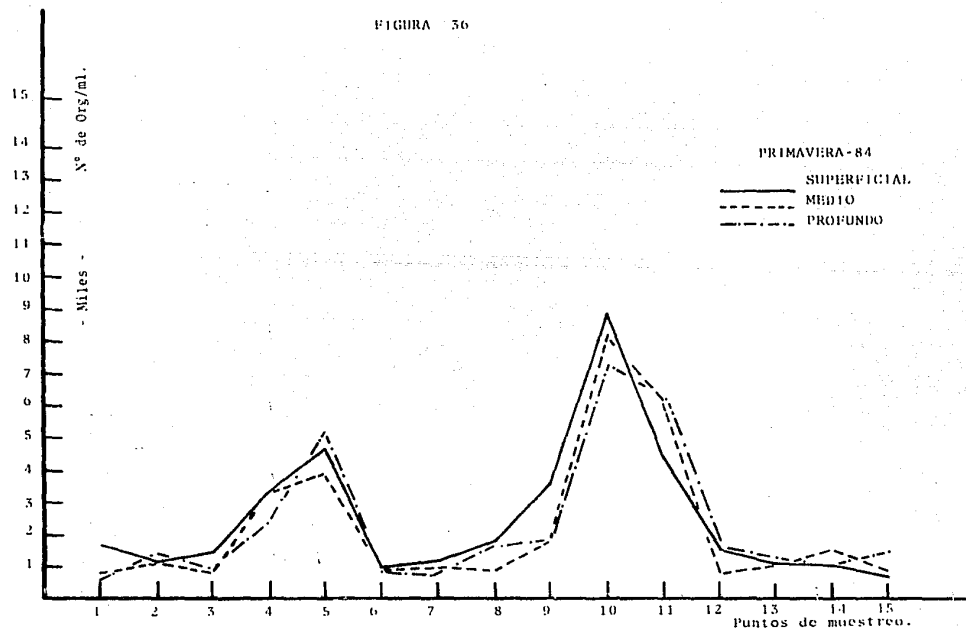
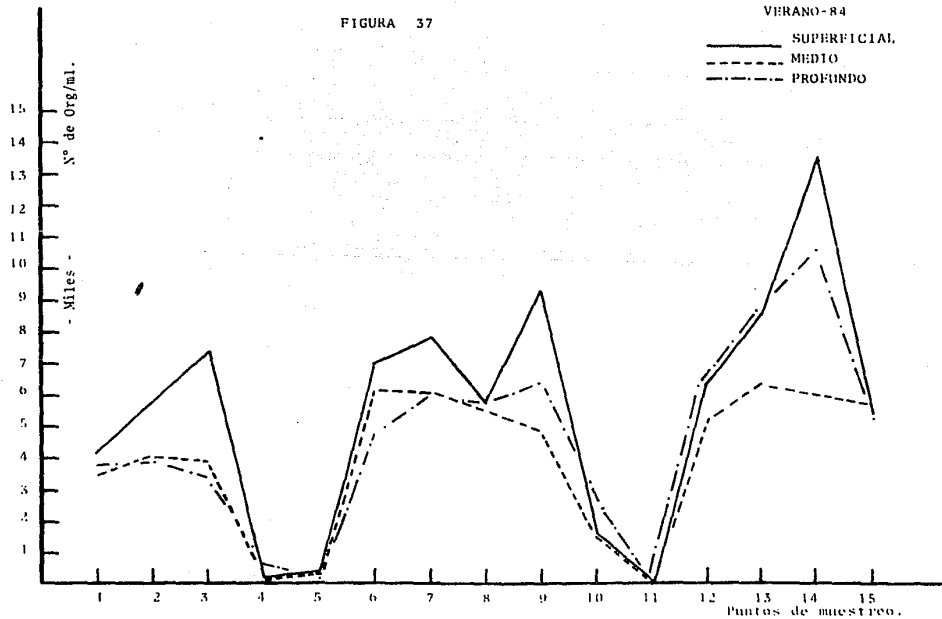
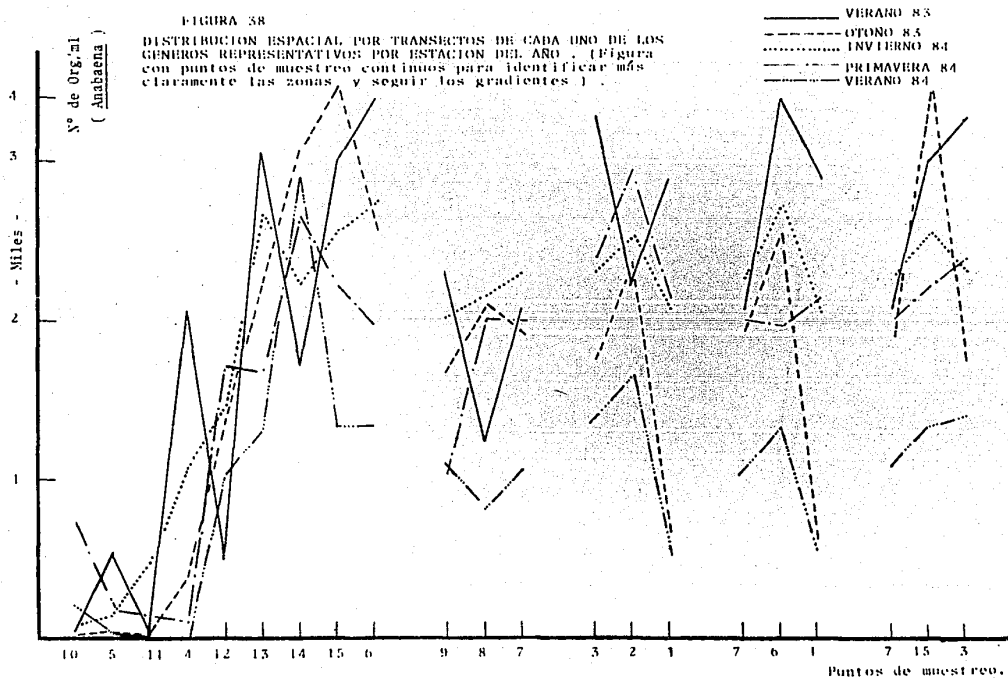


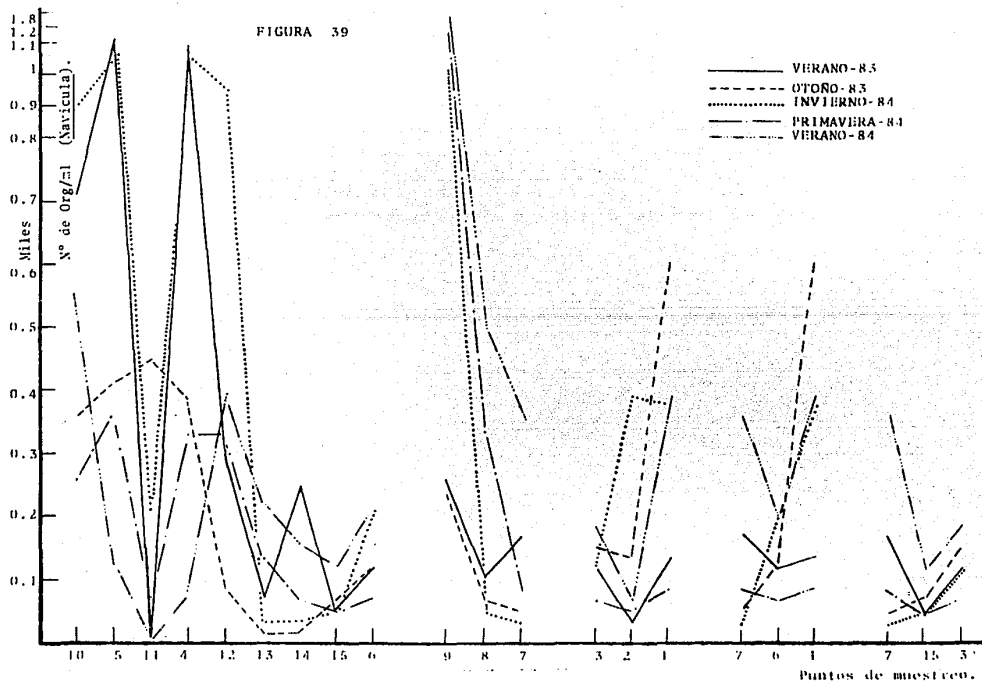
FIGURA 37

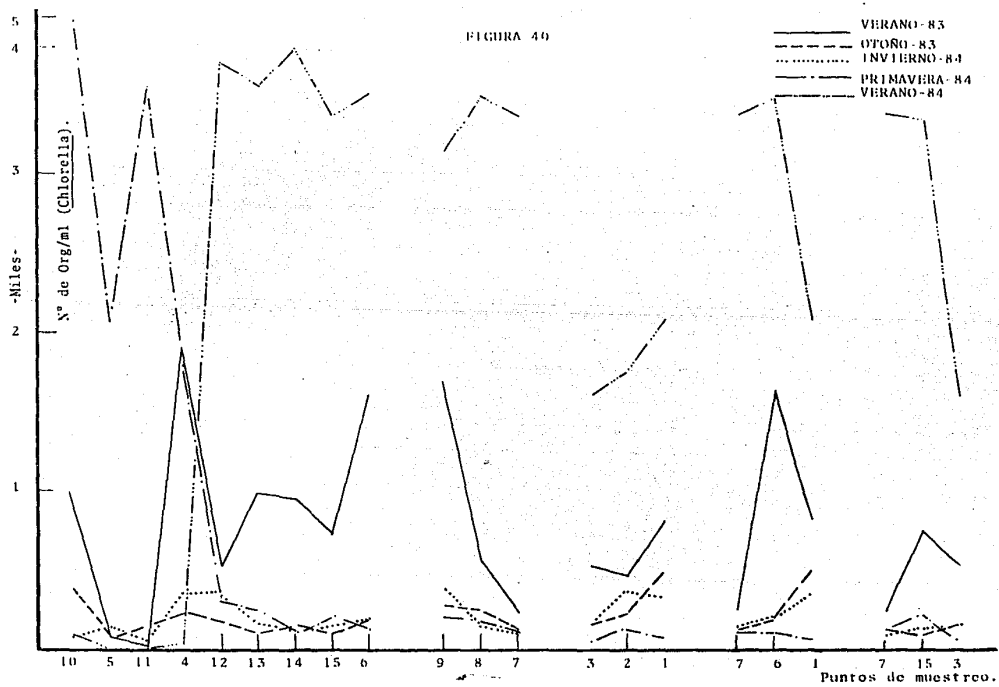
VERANO-84

— SUPERFICIAL,
 - - - MEDIO
 - · - PROFUNDO









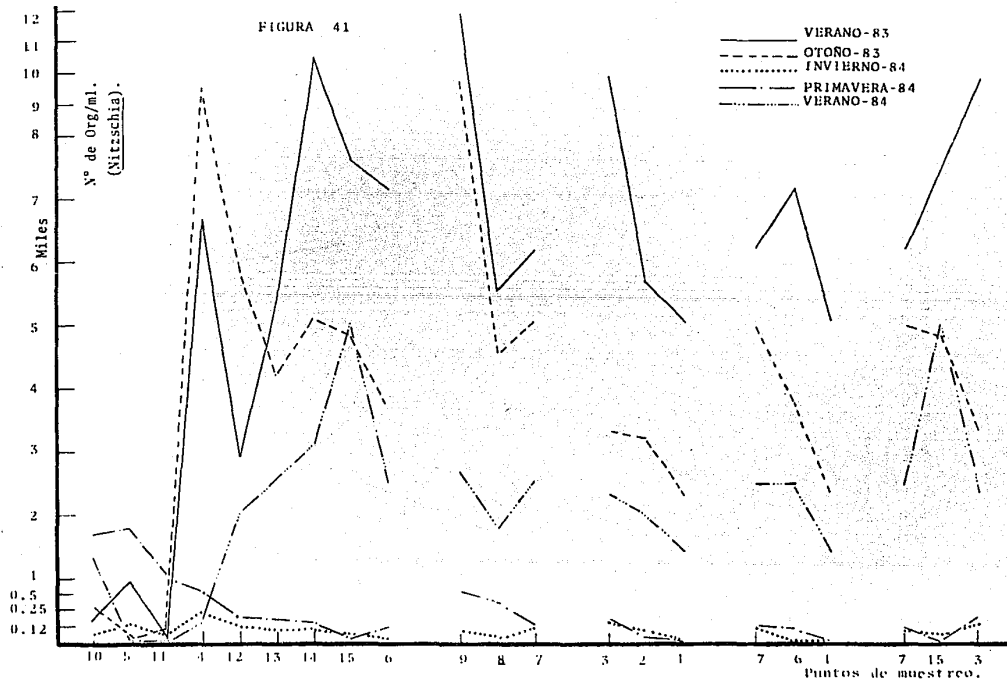


FIGURA 42
 VARIACION ESTACIONAL DE LOS
 GENEROS MAS REPRESENTATIVOS.

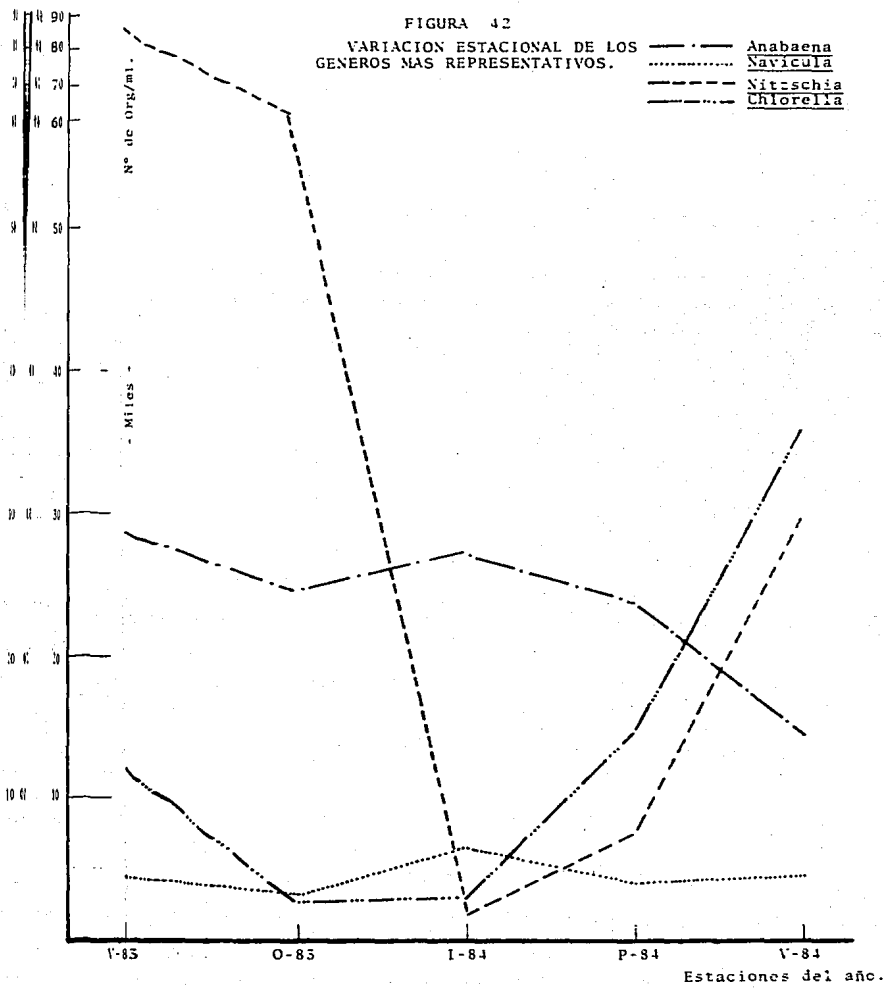


FIGURA 43
 VARIACION ESTACIONAL DE ALGUNOS PARAMETROS
 FISICO-QUIMICOS Y BIOLÓGICOS
 (Ciclo Verano-83 - Verano-84).

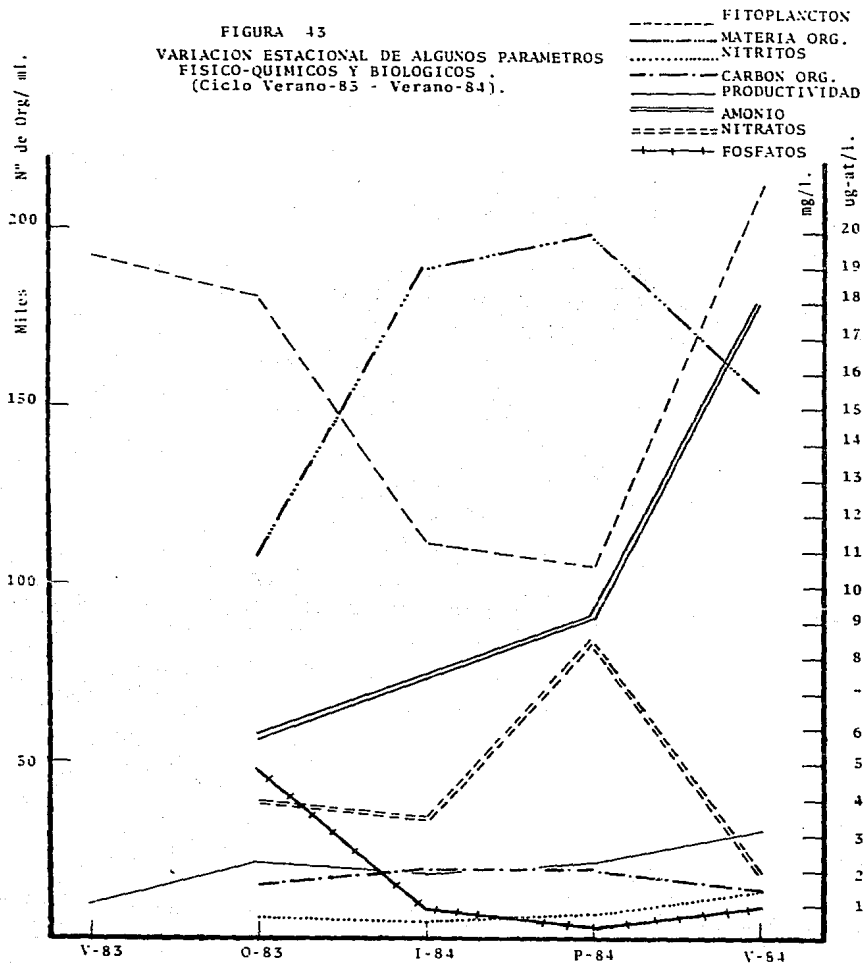
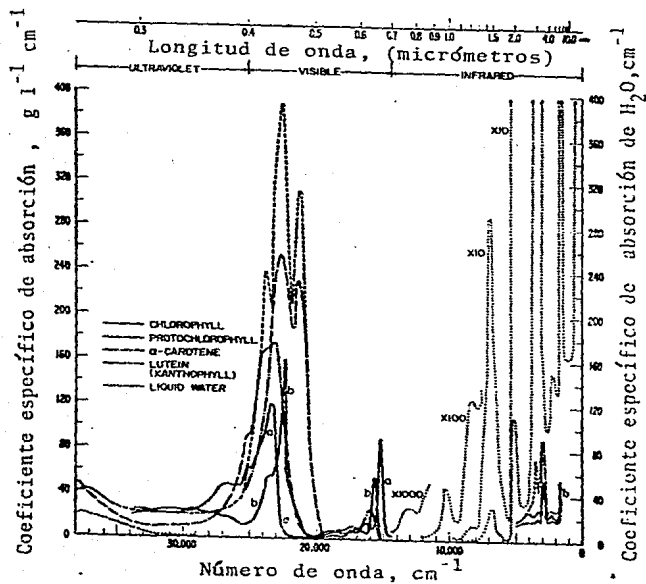
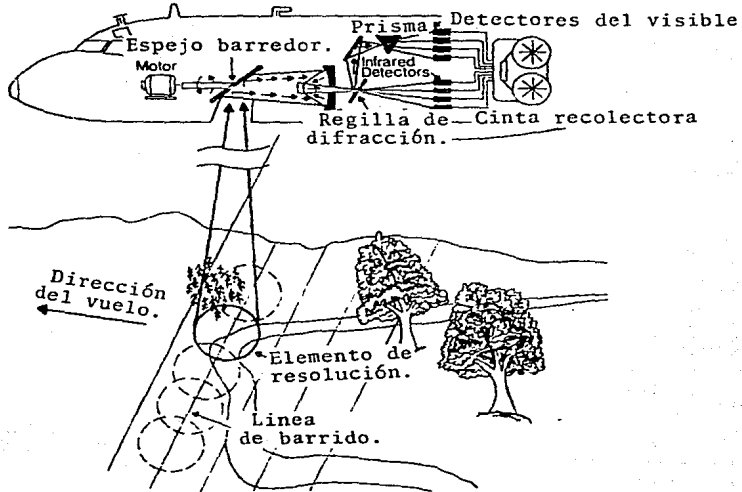


Figura 44



Espectro de absorción de pigmentos de plantas y agua . (Gates et-al., 1965) .

FIGURA 45



Barredor multispectral equivalente al del satélite Landsat y del Ertis. (Lindenlaub, 1976).

TABLA 1
 LAGUNA DE COYUCA DE BENITEZ , GRO.
 CICLO ANUAL 1983 - 1984
 ESTACION : Verano - 83 .

PUNTO DE MUESTREO	PROF. M.	TRANSP. SECCHI CM.	TEMPERATURA DEL AGUA °C.			pH			SALINIDAD ‰			[] DE OXIGENO mg/l.		
			S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	2.10	40	34	34	33	7	7	7	0	0	0	8.33	8.33	7.92
2	2.80	50	32	33	34	7	6.5	7	0.5	0.5	0.5	5.89	6.70	6.30
3	1.90	60	33	33	32	6.5	6.5	7	0.5	0.5	0.5	6.91	5.28	4.88
4	.90	20	32	32	32	6.5	7	6.5	0.5	0	-	6.09	6.09	-
5	-	-	32	-	-	6.0	6.5	-	0.5	0.5	-	3.25	4.47	-
6	1.40	40	33	34	33	7	7	7	0	0	0	6.50	5.89	6.09
7	12.00	40	32	33	32	7	7	7	0	0	0	6.50	5.69	5.89
8	2.50	40	32	31	32	7	7	7	0	0.5	0.5	5.48	5.89	6.91
9	1.20	40	32	32	32	7	7	7	0.5	0.5	0.5	6.09	6.91	5.69
10	1.50	20	30	30	-	6.5	6.5	-	1	1	-	1.63	0.41	-
11	3.50	30	32	32	31	6.5	6.5	6.5	1.6	1.5	1.5	5.28	4.47	6.50
12	1.50	30	33	33	32	7	7.5	7	0	0	0.5	8.12	6.91	7.31
13	4.00	40	33	33	32	8.5	8	7.5	0.5	0.5	0.5	6.50	7.31	6.50
14	8.00	50	32	32	32.5	7.5	7.5	8	0.5	0.6	0.6	6.91	7.31	7.31
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

$\bar{X} = 32.54$
 E.S. = 0.9

$\bar{X} = 5.87$
 E.S. = 1.75

TABLA 2
 LAGUNA DE COYUCA DE BENITEZ , GRO.
 CICLO ANUAL 1983 - 1984
 ESTACION : Otoño - 83 .

PUNTO DE MUESTREO	PROF. M.	TRANSP. SECCIII CM.	TEMPERATURA DEL AGUA °C.			pH			SALINIDAD ‰			[] DE OXIGENO mg/l.		
			S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
			1	2.90	50	31	32	32	7.5	7.5	7.5	3	3	3
2	3.60	50	32	31	31	7	7	7	3	3	3	12.9	8.9	8.5
3	3.60	60	32	32	31	6.5	7	7	3	3	3	9.3	9.5	9.3
4	1.50	100	30	31	30	6.5	6.5	6.5	3	1	3	6.9	5.6	7.1
5	1.50	140	28	28	27	6	6	6	3	3	3	7.7	6.4	7.1
6	2.40	55	32	33	32	7.5	7.5	8	3	3	3	12.1	12.5	13.6
7	5.80	90	30	32	32	6.5	7	7	3	3	3	6.0	8.5	8.9
8	4.90	90	31	32	32	7	6.5	7	3	3	3	10.1	5.8	8.5
9	3.20	90	29	28	29	6.5	6.5	6.5	3	2	2	9.7	6.7	8.5
10	2.80	130	29	30	31	6	6	6	0	0	0	6.0	6.4	7.3
11	4.50	150	30	31	29	6.5	6.5	6.5	0	0	2	6.9	6.0	5.4
12	3.20	90	30	30	30	7	7	7	2	2	2	8.9	5.4	7.1
13	-	80	30	31	31	7	7	7	3	3	3	9.3	7.9	9.3
14	10.00	110	31	32	31	6.5	6.5	7	3	3	2	9.5	9.7	10.1
15	15.50	50	30	31	31	8	8	8	3	3	3	9.1	9.1	9.1

$\bar{X} = 30.62$
 E.S. = 1.3

$\bar{X} = 8.54$
 E.S. = 1.81

TABLA 3
 LAGUNA DE COYUCA DE BENITEZ , GRO.
 CICLO ANUAL 1983 - 1984
 ESTACION : Invierno - 84 .

PUNTO DE MUESTREO	PROF. M.	TRANSP. SECCHI CM.	TEMPERATURA DEL AGUA °C.			pH			SALINIDAD ‰			[] DE OXIGENO mg/L.		
			S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	3.80	40	30	30	30	8	8	6.5	4	4	4	9.5	9.3	9.7
2	4.20	40	29	30	30	7.5	7.5	8	4	4	4	8.9	8.5	7.7
3	3.80	40	29	28	28	7.5	8	8	4	3	4	7.1	6.4	6.7
4	3.00	50	30	30	31	7	7	7	2	2	3	7.5	7.1	6.7
5	2.90	52	28	29	29	6.5	6.5	6.5	0	2	2	7.3	7.3	6.0
6	3.10	40	30	30	30	7.5	7.5	7.5	4	4	4	9.5	9.1	8.7
7	14.00	40	29	29	29	7	6.5	6.5	4	4	4	7.7	7.3	6.9
8	4.10	40	29	29	29	6.5	7	7	4	4	3	7.1	6.4	5.8
9	3.10	40	29	29	29	7.5	7	7	4	4	3	7.9	7.5	7.9
10	3.50	100	29	29	29	6	6	6	0	0	1	6.7	5.6	5.4
11	6.60	70	30	30	29	6.5	6.5	6.5	1	2	2	6.2	6.7	7.5
12	3.00	40	30	31	31	6.5	7	7	3	4	3	9.5	8.3	8.9
13	4.00	40	29	29	29	6.5	6.5	7	3	4	4	6.2	6.7	6.0
14	11.00	40	28	29	29	6.5	7	7	4	4	3	7.1	8.1	7.9
15	19.00	50	30	30	29	7.5	7.5	7.5	4	4	4	6.9	7.3	6.9

$\bar{X} = 29.37$
 E.S. = 0.7

$\bar{X} = 7.45$
 E.S. = 1.11

TABLA 4

LAGUNA DE COYUCA DE BENITEZ, GRO.
 CICLO ANUAL 1983 - 1984
 ESTACION : Primavera - 84 .

PUNTO DE MUESTREO	PROF. M.	TRANSP. SECCHI CM.	TEMPERATURA DEL AGUA °C.			pH			SALINIDAD ‰			[] DE OXIGENO mg/l.		
			S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	2.50	20	32	31	31	8.5	8.5	8	4	4	4	10.1	8.9	10.1
2	3.80	20	32	32	32	7	7	7	4	4	4	7.7	8.1	7.7
3	4.90	20	32	32	31	7	7	7	4	4	4	8.5	8.9	7.7
4	2.20	30	32	32	32	7	7	7.5	2	2	2	12.5	10.1	-
5	4.00	40	31	32	32	6.5	6.5	6.5	2	2	2	11.9	12.7	10.1
6	7.00	30	31	32	31	8.5	8.5	8	4	4	4	10.3	9.1	8.7
7	6.50	30	32	32	32	8	8	8	4	4	4	8.9	8.3	10.1
8	4.20	30	32	32	32	8	8	8	4	4	4	11.3	10.9	10.9
9	4.50	30	32	32	32	8	8	8	4	4	4	10.9	12.1	10.3
10	4.50	40	32	32	32	6.5	6.5	7	2	2	2	14.6	14.8	13.6
11	6.20	30	32	32	32	7	6.5	6.5	2	2	2	12.5	13.8	12.3
12	4.00	30	31	31	31	7	7	7	4	4	4	9.7	9.9	10.3
13	9.00	30	31	31	31	7	7	7	4	4	4	8.9	8.1	7.9
14	11.00	30	32	32	32	7	7.5	7.5	4	4	4	8.9	7.9	9.3
15	8.00	30	32	32	32	7.5	7.5	7.5	4	4	4	9.1	7.7	8.5

$\bar{X} = 31.73$
 E.S. = 0.4

$\bar{X} = 10.12$
 E.S. = 1.93

TABLA 5
LAGUNA DE COYUCA DE BÉNITEZ, GRO.
CICLO ANUAL 1983 - 1984
ESTACION : Verano - 84 .

PUNTO DE MUESTREO	DEF. (P. J)	PROF. M.	TRANSP. SECCION CM.	TEMPERATURA DEL AGUA °C.			pH			SALINIDAD ‰			DE OXIGENO mg/l.		
				S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	1.100	1.10	40	28	27	27	6.5	6.5	6	3	3	3	6.0	5.8	4.8
2	1.501	1.10	40	29	30	30	6	6	6	4	4	4	4.4	4.0	4.0
3	1.001	5.00	40	29	30	30	6	6	6	4	4	4	4.4	4.4	4.4
4	1.001	1.10	5	27	27	28	6	6	6	2	3	5	6.0	5.6	6.3
5	1.501	1.50	5	25	25	25	6	6	6	1	1	1	7.1	6.5	7.3
6	1.101	1.10	50	29	30	30	6.5	6.5	7	4	4	4	5.6	5.4	5.4
7	1.501	1.10	50	28	28	28	7	7	6.5	4	4	4	4.0	4.6	3.4
8	1.101	1.10	40	28	28	28	6	6	6	4	3	3	4.4	4.8	4.2
9	1.201	1.10	40	27	27	27	6	6	6	4	4	4	4.0	5.8	5.8
10	1.801	1.10	60	31	31	31	6.5	6.5	7	2	2	2	4.2	1.8	1.8
11	5.001	6.00	5	26	26	26	6	6	6	0	2	2	7.5	7.9	6.3
12	1.901	1.00	40	31	32	32	6.5	6.5	6.5	4	4	4	8.1	8.1	8.9
13	6.001	6.00	40	31	32	32	6.5	6.5	6.5	4	4	4	7.5	5.8	5.2
14	1.211	1.10	40	30	32	32	6	6.5	6.5	4	4	4	8.9	7.1	6.2
15	11.101	11.50	60	29	29	29	6	6	6	4	4	4	2.0	2.4	2.8

\bar{X} = 28.81
E.S. = 2.1

\bar{X} = 5.35
E.S. = 1.73

Fosfatos en ug-at PO_4/L .

TABLA 6

NUTRIMENTOS

P.M.	OTOÑO - 85			INVIERNO - 84			PRIMAVERA - 84			VERANO - 84		
	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	4.6875	10.5	7.2375	0.25	0.35	0.35	0.2145	0.2228	0.3169	0.6472	0.6429	0.0882
2	6.3187	5.1563	4.8	0.4625	0.4625	0.475	0.1535	0.1469	0.0875	0.7289	0.7181	0.7525
3	6.6563	6.375	3.2815	0.25	0.275	0.3	0.2607	0.1254	0.1914	0.5805	0.5418	0.9525
4	1.2188	1.4063	1.6125	0.275	0.225	0.25	0.2426	0.033	0.0809	0.032	1.011	0.7031
5	1.3125	1.425	1.1813	1.375	1.025	0.85	0.0363	0.0297	0.0627	1.4147	1.1395	1.3653
6	6.3575	9.1125	3.3575	0.475	0.4625	0.475	0.0396	0.0495	0.0231	0.3892	0.4579	0.4945
7	6.9375	0.6188	7.875	0.45	0.525	0.4625	-----	0.0314	0.035	0.2043	0.5418	0.7224
8	9.975	1.1813	1.1625	0.3875	0.425	0.45	0.1386	0.0248	0.0545	0.602	0.6106	0.3741
9	1.2	4.9125	4.6313	0.4875	0.5	0.325	0.0858	0.0941	0.0462	0.2129	0.2258	0.1505
10	1.8188	1.5188	1.6125	1.225	1.425	1.4625	0.035	0.0594	0.0941	0.7138	0.9310	0.8256
11	1.2563	1.275	1.2375	0.85	0.55	0.55	0.0528	0.0594	0.0726	1.3997	1.3051	1.29
12	1.3125	0.8625	0.8438	0.4875	0.475	0.5965	0.0842	0.0396	0.0561	0.2516	0.2752	0.3139
13	0.5625	7.1625	7.425	0.5965	0.4971	0.5344	0.0528	0.0594	0.0446	0.1505	0.5203	0.2365
14	7.95	0.9188	6.4313	0.5219	0.5468	0.5468	0.0380	0.0479	0.0380	0.1655	0.1355	0.3526
15	8.6625	10.219	10.368	0.5468	0.5468	0.5716	0.0413	0.0413	0.0776	0.5268	0.6278	0.7375

Amonio en ug-at NH_4/L .

P.M.	OTOÑO - 85			INVIERNO - 84			PRIMAVERA - 84			VERANO - 84		
	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	*	2.2948	*	6.42	4.38	3.54	15.19	13.37	12.11	21.29	27.82	27.11
2	1.0199	*	*	4.68	4.68	4.56	8.83	19.8	11.39	28.64	30.29	31.35
3	*	1.0199	2.2948	3.72	11.34	8.64	9.71	11.31	10.51	23.82	20.11	19.82
4	2.2948	1.0199	*	7.86	8.76	10.44	15.54	17.98	12.26	13.17	12.11	14.76
5	*	1.0199	16.319	5.76	11.16	13.74	7.19	5.98	6.85	6.11	5.17	5.76
6	5.5697	8.6692	*	6.96	6.66	5.04	5.86	8.99	11.27	17.58	17.35	15.99
7	8.6692	5.5697	1.0199	6.12	4.38	6.12	7.16	11.08	15.31	21.47	22.29	23.29
8	*	6.1194	*	6.36	6.72	8.28	9.485	9.10	7.96	23.52	20.82	25.88
9	*	*	*	2.88	4.26	5.04	10.39	6.59	3.42	9.29	9.47	8.70
10	*	*	8.8446	8.44	4.56	7.32	5.58	1.33	2.01	10.47	11.58	14.58
11	1.0199	*	1.0199	8.46	11.22	11.82	6.095	5.82	7.08	7.29	7.35	6.94
12	15.043	2.2948	6.1144	8.22	7.86	1.68	8.95	8.87	7.61	8.35	23.76	17.76
13	8.6692	*	*	10.62	4.86	6.9	4.03	2.59	4.87	9.23	4.82	9.47
14	*	16.319	8.6692	1.98	6.18	11.52	7.5	3.96	0.0757	8.99	12.29	13.47
15	7.3945	16.319	*	3.0	4.38	5.04	3.31	4.72	0.7992	24.64	26.58	27.52

Nitritos en ug-at NO₂/L.

TABLA 7

P.M.	OTOÑO - 83			INVIERNO - 84			PRIMAVERA - 84			VERANO - 84		
	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	0.0837	0.474	0.344	0.084	0.084	0.214	0.396	0.396	0.396	0.657	0.636	0.572
2	0.4745	2.037	0.409	0.214	0.084	0.214	0.338	0.347	0.538	0.636	0.487	0.509
3	0.00	0.865	0.735	0.149	0.084	0.344	0.338	0.347	0.434	0.595	0.595	0.636
4	0.2139	1.908	0.344	0.344	0.084	0.344	0.261	0.193	0.261	2.775	3.199	2.055
5	0.0837	0.00	0.344	0.214	0.344	0.214	0.154	0.164	0.212	2.860	3.030	2.839
6	0.0837	0.084	0.475	0.00	0.084	0.214	0.328	0.396	0.309	0.572	0.614	0.636
7	0.4745	0.084	0.344	0.996	0.084	0.084	0.299	0.328	0.299	0.530	0.487	0.509
8	0.0837	1.452	0.605	0.214	0.00	0.084	0.338	0.328	0.328	0.509	0.551	0.551
9	0.4094	0.084	0.214	0.084	0.084	0.084	0.357	0.357	0.319	0.657	0.678	0.593
10	0.00	0.00	0.475	0.084	0.084	0.214	0.203	0.154	0.164	0.614	0.784	0.551
11	0.3442	0.214	0.00	0.214	0.344	0.344	0.174	0.135	0.193	2.754	2.521	2.648
12	0.00	0.00	0.00	0.084	0.039	0.084	0.357	0.289	0.299	0.424	0.581	0.339
13	0.00	0.00	0.00	0.084	0.605	0.475	0.290	0.299	0.261	0.487	0.518	0.466
14	0.00	0.00	0.084	0.474	0.214	0.475	0.251	0.280	0.290	0.530	0.530	0.360
15	0.0837	0.084	0.019	0.214	0.214	0.475	0.309	0.415	0.290	0.275	0.360	0.254

Nitratos en ug-at NO₃/L.

P.M.	OTOÑO - 83			INVIERNO - 84			PRIMAVERA - 84			VERANO - 84		
	S	M	P	S	M	P	S	M	P	S	M	P
1	2.8651	3.864	3.0317	1.6991	1.5325	1.532	7.571	7.571	7.571	0.573	0.392	1.5392
2	3.5320	3.532	3.5314	3.5314	2.8651	3.364	7.651	7.890	7.651	0.301	0.301	0.9356
3	3.5314	3.864	4.5309	2.5320	1.8656	1.865	7.571	7.571	7.571	0.332	0.845	0.0302
4	3.1983	3.531	3.8651	3.5314	1.8656	1.865	7.571	7.571	7.810	8.782	8.179	6.0362
5	2.8651	3.031	2.0322	2.8651	3.8646	4.197	7.969	7.969	7.730	0.873	10.32	7.5453
6	6.5298	3.698	2.5681	1.532	2.6985	3.198	7.810	7.571	7.651	0.301	0.301	0.00
7	3.1983	2.532	2.865	3.198	4.1977	2.865	7.730	7.571	7.571	0.00	0.00	0.00
8	2.5320	2.532	3.1983	2.1624	3.1983	7.862	7.730	7.730	7.730	0.00	0.00	0.00
9	2.1988	1.865	1.865	4.530	2.1988	3.364	7.571	7.730	7.810	0.00	0.00	0.00
10	1.1993	1.199	1.199	3.864	2.8651	5.863	7.969	7.651	7.890	1.065	0.301	0.905
11	1.5325	2.865	1.699	5.530	3.0317	2.198	7.890	7.730	7.73	3.863	6.307	3.350
12	6.3632	3.531	3.864	2.865	3.1983	1.865	7.969	7.890	7.810	0.00	0.00	0.00
13	6.5187	7.862	5.191	1.532	4.5309	3.864	7.890	7.890	7.81	0.301	0.00	0.00
14	2.8651	4.197	4.530	4.530	3.1983	2.198	7.969	7.730	7.73	3.018	0.332	0.00
15	2.8651	2.198	2.532	2.198	2.1988	1.532	7.810	7.810	7.81	0.00	0.00	0.050

TABLA 23
RELACION NITROGENO - FOSFORO DURANTE EL CICLO OTOÑO - 83 -
VERANO - 84 , EN LA LAGUNA DE COYUCA DE BTZ. GUERRERO .

Punto de M.	OTOÑO 83	INVIERNO 84	PRIMAVERA 84	VERANO 84
1	0.576 : 1	20.07 : 1	85.96 : 1	59.24 : 1
2	0.89 : 1	17.38 : 1	173.5 : 1	42.86 : 1
3	1.03 : 1	37.21 : 1	97.08 : 1	32.25 : 1
4	3.87 : 1	47.40 : 1	198.4 : 1	25.8 : 1
5	6.55 : 1	13.07 : 1	343.43 : 1	11.57 : 1
6	1.38 : 1	18.02 : 1	557.5 : 1	40.40 : 1
7	1.47 : 1	19.58 : 1	912.6 : 1	46.95 : 1
8	1.27 : 1	27.91 : 1	253.6 : 1	45.46 : 1
9	0.61 : 1	17.31 : 1	212.09 : 1	50.65 : 1
10	1.80 : 1	7.14 : 1	166.34 : 1	16.59 : 1
11	2.30 : 1	21.61 : 1	252.0 : 1	10.80 : 1
12	12.35 : 1	16.79 : 1	512.6 : 1	61.38 : 1
13	2.00 : 1	20.83 : 1	226.07 : 1	27.87 : 1
14	2.40 : 1	21.09 : 1	357.7 : 1	61.73 : 1
15	1.07 : 1	11.58 : 1	221.8 : 1	42.59 : 1

APENDICE 1

AUTOR	AÑO	CELULAS / LITRO	LOCALIDAD
MARGALEF , R .	1969	12 mil a 2.0 millones	Mar Mediterraneo.
GOMEZ AGUIRRE , S .	1970-74-75	10 ³ a 10 ⁷	Huizache y Caimanero
GOMEZ AGUIRRE , S .	1970-74-75	10 ⁴ a 10 ⁶	Yavaros.
GOMES AGUIRRÉ , S .	1970-74-75	28 millones	Agiobampo.
JORDAN	1973	117 mil y 8.1 millones	Laguna del Mar Muerto
SANTOYO , H .	1974	10 ⁴ y 1.5 millones	Estero Moroncarit.
SANTOYO , H .	1974	6 millones	San Blas , Nay.
LICEA , S .	1976	6.2 millones	Laguna Potosi.
LICEA , S .	1976	43.2 millones	Laguna Apazahualco.
LICEA , S .	1976	532 millones	Laguna Mitla.
LICEA , S .	1976	6.9 millones	Laguna Nuxco.
DAVILA , J .	1983-84	161 millones	Laguna Coyuca de Btz.