



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
" IZTACALA "

**COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE
NITRATOS, FOSFATOS Y AMONIO EN
LA LAGUNA DE SONTECOMAPAN,
VERACRUZ. (ABRIL 1983 - MARZO 1984)**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

Presenta:

Ma. Asunción Patricia Castro Gutiérrez

MEXICO, D. F.

1 9 8 6

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 esta 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.

A mi Padre y a mi Madre: que siempre me han brindado apoyo y comprensión, y que me han enseñado con su ejemplo a luchar para alcanzar las metas que me he propuesto. Con todo mi cariño.

A Marita, Willi, Raúl y Pancho: agradeciéndoles siempre el estímulo que me han brindado.

A mis Amigos: con quienes he compartido mis ilusiones.

A Roberto: con quien he vivido los momentos más felices.

Agradezco al Biol. Jonathan Franco, el apoyo y la asesoría que siempre prestó a este trabajo.

Al Biol. Gustavo de la Cruz, por su valiosa ayuda en el procesamiento de datos.

A los Biólogos Adolfo Cruz, Arturo Rocha, Enrique Kato y Manuel Elías, por sus sugerencias y observaciones.

A los Biólogos Pilar Saldaña, Claudina Pérez, Patricia Chinolla, L. Emilia Portilla, Esther Pérez y Roberto Nava, en quienes desde el principio hasta el fin de esta tesis, encontré apoyo y ayuda desinteresada.

Al Biol. Francisco Castro. Gracias.

A los compañeros del Laboratorio de Ecología y Biologías de Campo.

A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo.

Esta tesis se realizó en el Laboratorio de la Asignatura de Ecología y Biologías de Campo, de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. U.N.A.M.

R E S U M E N

La presente investigación se realizó con la finalidad de ampliar el conocimiento y comportamiento de los nutrientes (nitratos, fosfatos y amonio) y su relación con los volúmenes de plancton en la Laguna de Sontecomapan, Ver.

Se realizaron muestreos mensuales durante un ciclo anual, comprendido entre abril de 1983 y marzo de 1984.

Se estableció una red de 17 estaciones distribuidas desde la barra hacia el interior de la laguna, tomándose un total de 374 muestras de agua superficiales y de fondo, así como 187 muestreos planctónicos provenientes de arrastres horizontales con una red tipo Bongo, durante 5 min. In situ se determinaron parámetros fisicoquímicos, en laboratorio las concentraciones existentes de nitratos, fosfatos y amonio, así como el volumen de plancton por el método de desplazamiento.

El sistema se clasifica como positivo con un flujo de dos capas y con mezcla vertical.

Las concentraciones de nitratos encontradas fueron bajas y homogéneas en el sistema, con un promedio máximo de 0.51 ug-at/l durante la primavera. Asimismo, las concentraciones de amonio más importantes se obtuvieron en la primavera y el verano (1.78 y 1,28 mg/l), mientras que las concentraciones de fosfatos también presentaron un valor promedio máximo (2.14 ug-at/l) durante la primavera, pero en las muestras de fondo.

Se observó un incremento en el volumen de población zooplanctónica durante los meses de febrero a mayo (hasta 505 ml.), relacionado con el enriquecimiento de nutrientes dado por su acumulación dentro del sistema.

El comportamiento de los nutrientes a través del estudio permiten observar "ciclos" como consecuencia de procesos de sucesión y regeneración, que son influenciados directamente por los cambios estacionales y los aportes pluviales y fluviales en el sistema, que manifiestan un acarreo de nutrientes y un almacenamiento temporal en esta laguna.

INDICE

	PAGS.
1.- INTRODUCCION	1 - 3
2.- OBJETIVOS	4
3.- ANTECEDENTES	5 - 6
4.- AREA DE ESTUDIO	7 - 8
5.- MATERIAL Y METODO	9 - 12
6.- RESULTADOS	13 - 21
7.- ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION	22 - 30
8.- CONCLUSIONES	31 - 32
9.- GRAFICAS Y TABLAS	33 - 62
10.- BIBLIOGRAFIA	63 - 70

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

[En las últimas décadas el estudio de la complejidad ambiental de los estuarios y lagunas costeras ha sido un tópico sumamente discutido y que cada vez va tomando mayor interés en el campo de la Ecología.

Se ha podido deducir que los procesos dados en los estuarios son dependientes de las fluctuaciones en la magnitud de la influencia marina, terrestre y limnológica (Odum, 1968). Es por ésto que los estuarios y lagunas costeras son sistemas con una dinámica acelerada y que debido a su morfología, origen geológico y fenómenos físicos han sido considerados como "trampas de nutrientes" debido a que son sitios de acumulación y reserva de nutrientes y materia orgánica, (Hobbie, 1975) en donde se llevan a cabo veloces transformaciones permitiendo un reciclamiento acelerado.

Dentro de los factores que influyen en la dinámica y la composición de estos sistemas tenemos: la influencia de la vegetación adyacente, factores hidrográficos y otros factores que determinan la concentración de componentes químicos y materia suspendida, como pueden ser: la mezcla de agua por mareas, el aporte de aguas ribereñas, el intercambio de éstas con el mar, la precipitación, el tipo de circulación y el intercambio de elementos entre el agua y los sedimentos (Postma, 1954).

Los estuarios normalmente contienen importantes concentraciones de nutrientes, en la mayoría de los casos estas -- concentraciones son aportadas principalmente por los ríos y los escurrimientos estacionales y en menor proporción por la

erosión de sedimentos marinos y la recirculación de depósitos cerca de la costa (Nixon, 1980).

Uno de los factores que permiten renovar las concentraciones de nutrientes en estos sistemas es la circulación que mueve las aguas del fondo ricas en nutrientes, otro es la sedimentación y la floculación de partículas; la circulación del agua removiendo las capas superiores del sedimento y la resuspensión de los mismos dentro de la columna de agua sirven para regenerar nutrientes a partir de los sedimentos (Hobbie, 1975).

La abundante vida animal de un estuario depende de sus primeros niveles tróficos, los cuales requieren de nutrientes para su rápido crecimiento. El agua de mar es rica en muchos de los nutrientes que el fitoplancton y la vegetación adyacente necesitan, tales como potasio, calcio y magnesio, pero presentan bajas concentraciones de fósforo y nitrógeno, por esta razón la mayoría de los estudios referentes a nutrientes en estuarios y zonas costeras toman como base estos dos elementos (Ruttner, 1975).

Se ha demostrado que el fósforo es significativo en la regulación de la producción primaria, los nitratos para las algas y el amonio como fuente importante de nitrógeno para el fitoplancton estuarino, (Taylor, 1975).

Por otra parte, Walsh (1909), menciona que las aguas influenciadas por la marea y cercanas a manglares se ven enriquecidas por nitrógeno, fosfato y oxígeno, que aunque tienden a sedimentarse son removidos y pueden ser reciclados desde un 10% hasta un 100%, lo que repercute en la elevada concentración de nutrientes en diversas zonas de los estuarios

que serían extremadamente fértiles.

Las zonas estuarinas del Golfo de México han mostrado un ambiente relativamente uniforme con pocos cambios provocados por lluvias, afluentes de agua dulce, ciclos mareales y condiciones meteorológicas; sin embargo, estos sistemas presentan muchas características diferentes entre sí, como son: la sedimentación selectiva por constituyentes orgánicos e inorgánicos, la elevada energía de las corrientes locales que forman canales e irregularidades en el fondo y -- los afloramientos biológicos causados por cambios de circulación dados por ríos y mareas (Oppenheimer, 1962).

[Las diversas actividades humanas han afectado a las lagunas costeras del Golfo de México, entre las que se encuentran: la Laguna de Tamiahua, Tuxpan, Alvarado, Términos (Villalobos, 1975; Contreras, 1981, 1983; V. Botello, 1978).] A diferencia de éstas, la Laguna de Sontecomapan no ha sido tan afectada por tales actividades, lo que la hace una importante zona de estudio y aún más para el mejor conocimiento de los nutrientes, su relación con el plancton y el papel que juegan en la ecología de estos sistemas.

OBJETIVO GENERAL

[El propósito de este trabajo es determinar el] comportamiento de Nitratos, Fosfatos y Amonio estacionalmente [y en diferentes zonas de la Laguna de Sontecomapan, Ver.] así como su relación con los volúmenes de plancton [en el ciclo anual compendido entre Abril de 1983 y Marzo de 1984.]

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar el comportamiento de los parámetros físicoquímicos durante el ciclo anual (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y transparencia).
- 2.1. Registrar las concentraciones de amonio, nitratos y fosfatos disueltos tanto en aguas superficiales como en las profundas.
- 2.2. Relacionar las concentraciones de fosfatos, nitratos y amonio con los parámetros físicoquímicos, (salinidad, temperatura y oxígeno).
3. Establecer la relación que guardan las concentraciones de nitratos, fosfatos y amonio con el volumen de plancton.

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

Dentro de los estudios realizados en diversas partes - del mundo podemos señalar los realizados por Foster, 1976 ; Watt, 1972; Carlucci, 1972; Dugdale, 1972; Edmonson, 1972 ; Ryther, 1972; Okuda, 1967, Carpelan, 1967; Postma, 1969; -- Prakash, 1969 y Oppenheimer, 1967; quienes se avocaron a de terminar el comportamiento de diversos componentes orgáni - cos e inorgánicos en las aguas de la Bahía de Buzzar Chesapeake, en los ríos York, Georgia, Columbia, Palmico Cope -- land Island y en las Lagunas de Unare y Tacarigua.

Pomeroy, 1967 y Raynold, 1972 realizaron interesantes trabajos, en los cuales hacen evidente la relación entre nu trientes y sedimentos. Asimismo, Hobbie, 1975 y Lugo, 1974 muestran la importancia del manglar dentro de los estuarios.

Otros se han avocado a estudiar el flujo de nutrientes en estuarios y su influencia en las aguas costeras, arrojan do teorías muy interesantes como son, las de la teoría del "Paradigma" y las concernientes a la importación y exporta ción de materia y energía (Odum y de la Cruz, 1965; Odum, - 1974; Pomeroy, 1977; Haines, 1979).

Uno de los estudios más importantes que se ha desarro llado últimamente es el de Nixon, 1980; en el cual hace una revisión de trabajos referentes a aguas costeras, estuarios, la magnitud de los flujos en estuarios y su papel en la pro ductividad estuarina.

El Golfo de México ha sido el centro de numerosos tra bajos con énfasis en aspectos biológicos y geológicos; en -

tre los más importantes podemos mencionar: Batimetría, salinidad y distribución de los sedimentos en la Laguna de Términos (Yañez, 1963); Distribución y sistemática de los micromoluscos en Laguna de Términos (García, 1963); Hidrología y plancton de la Laguna de Términos (Gómez, 1974); - consideraciones del fitoplancton primaveral en la boca del Puerto Real, Camp., (Gómez, 1965); Estudio de los peces de la Laguna de Alvarado (Reséndez, 1973); Distribución de -- diatomeas en la Laguna de Términos (Silva, 1963); Hidrología y productividad de la Laguna de Alvarado (Villalobos, 1966); Estudio hidrológico de la Laguna de Términos (Villalobos, et.al., 1967), entre otros.

Son pocos los trabajos en los cuales se han tomado co mo parte importante el estudio a ciertos nutrientes, entre ellos está el desarrollado por Botello, variación de los - parámetros hidrológicos en las épocas de sequias y lluvias en la Laguna de Términos, Camp., 1978 y los elaborados por Contreras: Variaciones de la hidrología y concentraciones de nutrientes del área estuarino-lagunar de Tuxpan Tampamachoco, 1983; Variación estacional de los parámetros hidrológicos y nutrientes en la Laguna de Tamiahua, Ver., 1981; Algunos índices de la productividad primaria en la Laguna de Tamiahua, Ver., 1981.

Específicamente en la Laguna de Sontecomapan sólo se han realizado los de: Hidrología e ictiofauna de la Laguna de Sontecomapan, Ver. México, Reséndez, 1980; Ecología de las comunidades nectónicas y bentónicas de la Laguna de -- Sontecomapan, Ver., de la Cruz y Franco, 1981 y Contribu - ción al conocimiento de la macrofauna bentónica interma -- real en Sontecomapan, Ver., Chinolla, 1984.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Sontecomapan se encuentra localizada al Sureste del Estado de Veracruz, entre los paralelos 18° - 31' 06" y 18° 33' y 48" de latitud norte y los meridianos 95° 00' y 95° 02' de longitud oeste, ubicada al este de la Sierra de los Tuxtlas, en el municipio de Catemaco, a 16 Km. al noroeste del mismo. Su extensión aproximada es de 12 Km. por 1.5 de ancho. (Fig. 1).

Dentro de los ríos y arroyos más importantes que desembocan en la laguna tenemos: el Sontecomapan, el Chumipa, el Sábalo, el Sumidero y la Palma; todos ellos incrementan considerablemente su caudal en la temporada de lluvias. (Fig. 2).

La vegetación de estas zonas es selva alta perenifolia, característica de planicies costeras tropicales cálidas húmedas. El manglar es la vegetación típica que rodea a la laguna, entre las especies que destacan tenemos: Rizophora mangle, Avicennia nitida, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus, así como de pastizales: Ruppia marítima y Tifal sp. (Reséndez, 1980).

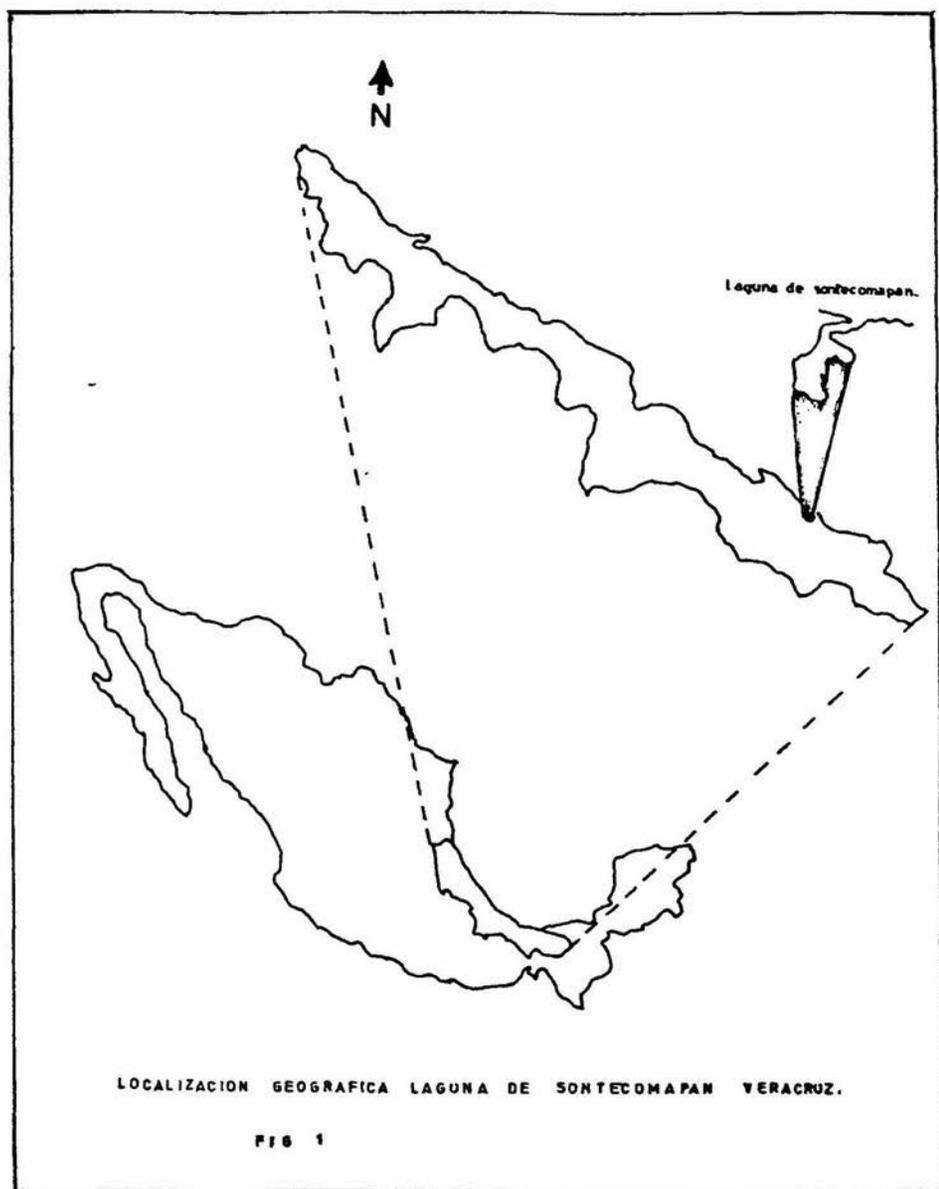
De acuerdo con García (1970), el clima corresponde al tipo Am (f) i, cálido húmedo, con régimen de lluvias en verano y parte de otoño, influenciado por monzones y un alto porcentaje de lluvia invernal.

La precipitación media anual es de 4,500 mm, con un promedio de humedad relativa del 76%.

La temperatura media anual es de 24.5 °C, con un promedio de 117 días despejados al año.

De acuerdo con Lankfort (1977), la Laguna de Sontecomapan es un estuario producido por procesos tectónicos, en el cual se presenta una cuña de sal y es altamente estratificado.

En base a los datos proporcionados por el calendario Gráfico de Mareas y las Tablas de Predicción de Mareas --- 1983-1984, se presentó una pleamar máxima de 0.50 m. en el mes de septiembre y una pleamar mínima de 0.21 m. en el mes de mayo. Asimismo, la bajamar máxima 0.24 m. en el mes de enero y la mínima de 0.18 en marzo.



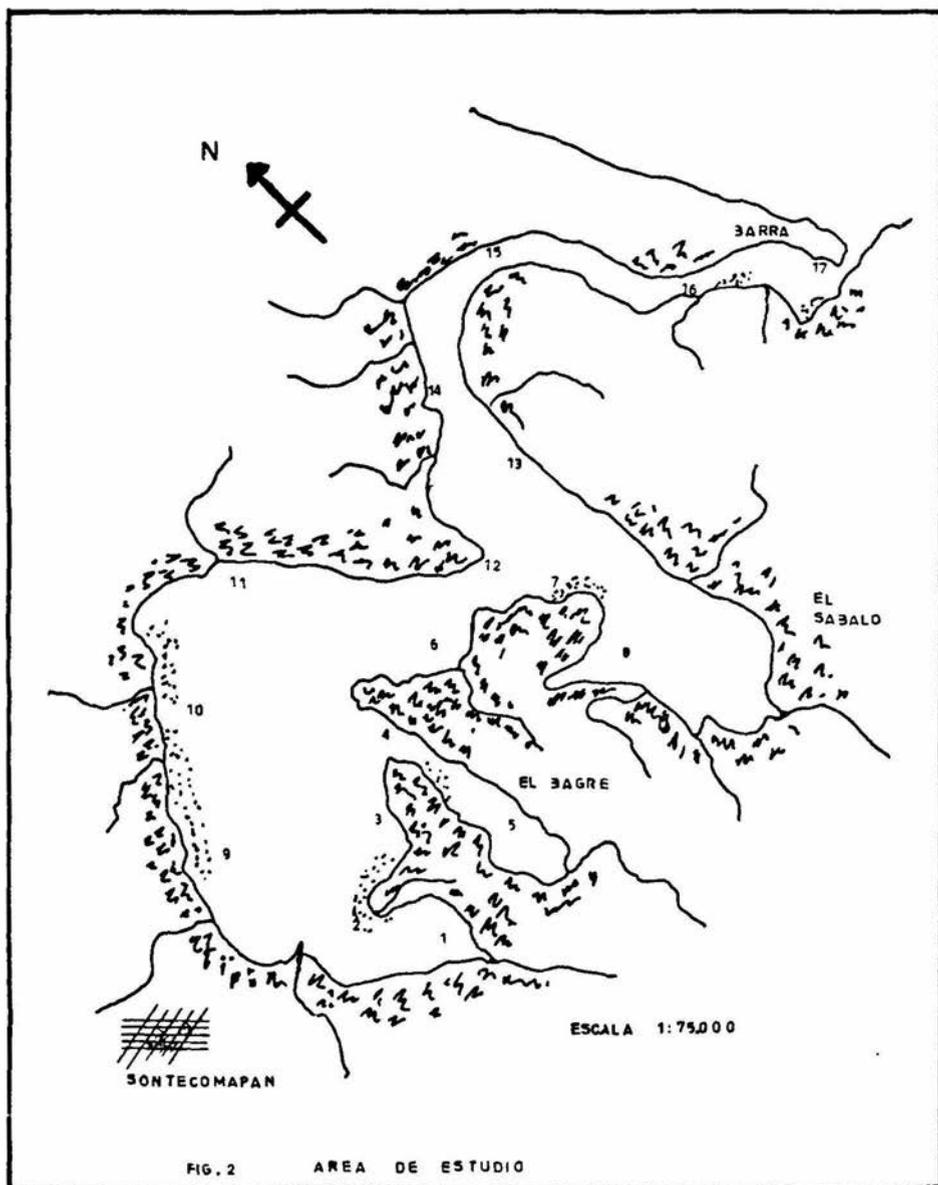


FIG. 2 AREA DE ESTUDIO

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron muestreos mensuales, en un ciclo anual de abril de 1983 a marzo de 1984.

Se estableció una red de 17 estaciones distribuidas desde la barra hacia el interior de la laguna tomando en cuenta la influencia de los afluentes continentales, de la comunicación del mar y la vegetación adyacente.

Los muestreos se efectuaron a bordo de una lancha de fibra de vidrio, con motor fuera de borda de 40 H.P.

En cada una de las estaciones se determinaron los parámetros fisicoquímicos. La profundidad con una sonda, la transparencia del agua con un disco de Secchi.

Se tomaron muestras de agua superficiales y profunda con una botella de Van Dorn, en cada una de las cuales se determinó la temperatura por medio de un termómetro de mercurio Marca Taylor, el oxígeno por el Método de Winkler (Carpenter, 1965, en Strickland y Parsons, 1968), la salinidad con un refractómetro Marca American Optical — 0-160 ‰. Asimismo, se tomaron muestras de agua que fueron colocadas sin fijador específico, en frascos de plástico y guardadas en hieleras para su transportación al laboratorio, siendo congeladas a una temperatura de 0 a menos 10 °C.

Se realizaron arrastres de plancton con una red tipo Bongo con abertura de malla de 250 μ y un tiempo de duración de 5 minutos en cada estación. Las muestras así obte

nidas fueron fijadas con formol al 4%.

En el laboratorio se procedió a determinar las fracciones existentes de amonio, nitratos y fosfatos totales en las muestras de agua, tanto superficiales como de fondo, por los métodos colorimétricos y de titulación desarrollados por Brower y Zar (1978) y Strickland y Parsons (1972). El volumen de plancton se evaluó mediante el método de desplazamiento.

Para los análisis estadísticos se realizaron 5 grupos de datos; 4 para cada una de las estaciones del año y un último grupo que resumiría el periodo anual; con base en las medias muestrales de los meses correspondientes.

Se utilizó el coeficiente de Pearson, llamado también del momento-producto, con la finalidad de obtener el coeficiente de correlación, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_j) (X_{ik} - X_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - X_j)^2 \sum_{i=1}^n (X_{ik} - X_k)^2}}$$

donde:

r= coeficiente de correlación,

X_j = media para todos los valores de los estados de j,

X_k = media para todos los valores de los estados de k.

También se efectuaron análisis de correlación múltiples, tomando siempre como variable dependiente al volumen de plancton y como independientes, la combinación entre los parámetros ambientales.

La finalidad de este análisis es el poder inferir en base a los resultados, en que medida influyen cada uno de los parámetros en el volumen de plancton referido como variable dependiente. Las variables independientes que se tomaron en cuenta fueron: Salinidad, Temperatura, Oxígeno disuelto, Nitratos, Fosfatos y Amonio superficiales y de fondo.

Se hicieron análisis de agrupamiento de las estaciones de muestreo para cada época y para el promedio anual con base en todos los parámetros ambientales, utilizando el índice de similitud del complemento de χ^2 , (Legendre y Legendre, 1979).

$$S_{jk} = 1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i} \left(\frac{X_{ij}}{y \cdot j} - \frac{X_{ik}}{y \cdot k} \right)^2}$$

- donde:
- S_{jk} es la similitud entre las estaciones j, k
 - y_i es la suma del parámetro i en todas las estaciones,
 - X_{ij} es el valor del parámetro i en la estación j,
 - X_{ik} es el valor del parámetro i en la estación k,
 - $y \cdot k$ es la suma de todos los parámetros en k,

para obtener la semimatriz de similitudes que posteriormente fué procesada para obtener el dendograma correspondiente, mediante unión promedio no ponderada (UPGMA, ---- Sneath y Sokal, 1974).

Este análisis nos permitirá agrupar las estaciones en base a sus características hidrológicas y de esta manera delimitar la zonación de la laguna.

Para fines prácticos los valores de similitud fueron transformados en valores de disimilitud; para la construcción del dendograma se utilizó el método de ligamento promedio.

De las técnicas empleadas en la ordenación se eligió la de componentes principales, ya que parte de una matriz de correlación, dichos componentes son ortogonales y por lo tanto no están correlacionados entre sí. La contribución individual de un carácter a un componente principal, está expresado por el coeficiente de regresión del componente con respecto a ese carácter. Todos los caracteres contribuyen a todos los componentes, pero de diferente manera, es decir un carácter es importante para el componente 1, pero puede ser pobre para el 2.

El cuadrado de la contribución individual de un carácter para un componente, representa la varianza de ese carácter para ese componente.

[RESULTADOS]

PARAMETROS FISICOQUIMICOS.

Salinidad.

Durante todo el año se observa una clara estratificación en la laguna, ya que la capa superficial presentó menor concentración de sales en relación a la capa profunda. La salinidad máxima se presentó en el mes de mayo con un valor de 38 ‰ y una mínima de 0 ‰ en los meses de -- septiembre y octubre principalmente.

La media máxima superficial se reportó durante la primavera con 13.9 ‰ y la media máxima profunda con 19.5 ‰ también en la primavera.

El promedio anual superficial fué de 6.38 ‰ y el de fondo de 9.81 ‰. (Fig. 3 y 4).

Temperatura.

No se observó una estratificación térmica marcada en el sistema, pero sí se percibió la influencia de la estacionalidad de este parámetro. La temperatura máxima se presentó en el mes de mayo con 32.5 °C y la mínima con 20.5 °C en el mes de diciembre.

La media máxima superficial correspondió a la primavera con 27.3 °C y la profunda con 26.1 °C en la misma estación. Los valores anuales promedio fueron de 24.39 °C y --

24.3 °C, superficial y de fondo, respectivamente. (Fig. 3 y 5).

Oxígeno.

Se reporta un valor máximo de 11.58 p.p.m. en el mes de octubre y un mínimo de 1.01 p.p.m. en el mes de mayo.

La media máxima superficial pertenece a la temporada de invierno con 11.48 p.p.m. y la de fondo con 9.55 p.p.m. también en la temporada invernal.

El valor promedio anual superficial y de fondo fué de 7.83 p.p.m. y 6.89 p.p.m., respectivamente. (Fig. 3 y 6).

Profundidad y Transparencia.

La profundidad se presentó uniforme en general, fluctuando en promedio entre 1.24 m. y 1.65 m.

Hubo una profundidad máxima de 3.20 m. en el mes de noviembre y un mínimo de 0.45 m. en el mes de agosto.

La transparencia presentó una media máxima en el mes de noviembre con un valor de 1.18 m. y un valor mínimo de 0.18 m. en el mes de septiembre. (Fig. 3).

NUTRIENTES.

Fosfatos.

Se observó claramente que las mayores concentraciones se encontraban en la parte profunda con un valor máximo de 15.4 ug-at/l en el mes de diciembre y valores de 0 ug-at/l principalmente en los meses de agosto, septiembre y octubre.

La media máxima superficial se presentó en primavera con 0.7 ug-at/l y la mínima en otoño con 0.28 ug-at/l.

La media máxima profunda en primavera con 2.14 ug-at/l y la mínima también en otoño con 0.45 ug-at/l.

Los promedios anuales fueron 0.56 ug-at/l para la superficie y 1.39 ug-at/l para el fondo. (Figs. 7-12).

Nitratos.

En general las concentraciones se mantuvieron muy bajas a lo largo del muestreo. El valor máximo se encontró en abril con 2.5 ug-at/l y mínimos de 0 ug-at/l en gran parte de junio, julio y agosto.

La media máxima superficial se reportó con un valor de 0.51 ug-at/l en primavera y un mínimo de 0.04 durante el verano.

La media máxima de fondo fue de 0.29 ug-at/l en invierno y un mínimo de 0 ug-at/l durante el verano.

El promedio anual superficial fue de 0.24 ug-at/l y el de fondo de 0.2 ug-at/l (Figs. 7 y 13-17).

Amonio.

De los compuestos nitrogenados, el amonio es el que presentó una mayor concentración en la laguna a lo largo del año de estudio. El valor máximo registrado fué en el mes de mayo, en la zona superficial con 16.54 mg/l.

La media máxima superficial se presentó durante la primavera con 1.78 mg/l y la mínima en otoño con 0.15 mg/l. La zona profunda tuvo una media máxima de 1.28 mg/l en verano y una mínima de 0.64 mg/l durante el otoño.

El promedio anual superficial fué de 0.88 mg/l y el de fondo de 0.94 mg/l. (Figs. 7 y 18-22).

PARAMETROS BIOLOGICOS.

Plancton.

El volumen de plancton referido como un indicador de producción secundaria, mostró los mayores valores durante los meses de febrero a mayo (hasta 505 ml), en tanto que los menores registros se obtuvieron de julio a enero (32 a 0.5 ml).

La media máxima reportada se encontró durante el invierno con 100.4 ml y el mínimo con 6.6 ml en otoño.

El promedio anual fue de 53.94 ml (Fig. 7).

ANALISIS ESTADISTICOS.

Todos los análisis estadísticos se realizaron estacional y anualmente.

Correlación.

Las correlaciones se efectuaron en base a los parámetros y en base a las estaciones. Por medio del análisis de la matriz de correlación en base a los parámetros, se obtuvo que en la primavera el oxígeno guarda una relación más cercana con la temperatura y la salinidad (0.70), denotándose que los parámetros que más influyeron en el volumen - zooplanctónico fueron la salinidad, el oxígeno, los nitratos superficiales y los fosfatos de fondo; durante el verano las relaciones más importantes que se observan son entre parámetros fisicoquímicos: temperatura, salinidad y oxígeno, con un coeficiente de correlación de 0.59, 0.77 y 0.48; en otoño las relaciones más importantes se dan entre los nitratos superficiales y el oxígeno (0.70) y en menor grado los fosfatos de fondo con el plancton (0.48); para el invierno las relaciones más importantes se dan entre los nitratos y la salinidad (0.81). Anualmente podemos mencionar que las interacciones más importantes se dan entre los parámetros fisicoquímicos, específicamente entre la salinidad y la temperatura (0.88). Asimismo, los nitratos y la salinidad (0.85) y con respecto al plancton, la salinidad (0.55) y los nitratos (0.66). (Tabla 1).

De las correlaciones efectuadas en base a las estaciones, observamos en todas las matrices que la correlación entre ellas es muy elevada, la gran mayoría con valores su

periores a 0.90, además se observa un gradiente de correlación entre las estaciones internas y las de la boca, -- que puede estar determinado por las condiciones hidrográficas del sistema. (Tabla 2).

Correlación múltiple.

En primavera se obtuvo un coeficiente de correlación múltiple de 0.72, en verano de 0.73, otoño de 0.53 y en invierno de 0.81. De acuerdo con el valor de los coeficientes de cada parámetro la salinidad, el oxígeno, los nitratos y los fosfatos son los que condicionan las variaciones observadas en el volumen de plancton, para las estaciones de muestreo y a lo largo del año.

Para el análisis anual, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.86 en donde las variables más importantes fueron: temperatura, oxígeno y fosfatos.

Componentes principales.

La ordenación de los parámetros en primavera nos da una varianza explicada para los dos primeros componentes de 89.05 y 10.57 respectivamente, acumulando el 99.22%; en verano la varianza fué de 91.53 para el primer componente y de 6.0 para el segundo; en otoño los valores registrados fueron de 97.0 para el primer componente y de 1.57 para el segundo acumulando el 98.88%; durante el invierno los coeficientes reportados para el primero y segundo componente fueron 81.22 y 9.01 respectivamente, acumulando el 90.23%.

El análisis de ordenación anual de los parámetros - mostró una varianza de 92.52 para el componente 1 y de 6.23 para el componente 2, acumulando el 98.75%.

Para la ordenación de parámetros, las condiciones - hidrológicas fueron determinantes para los componentes , el primero está caracterizado por la influencia limnética dentro del sistema y el segundo por la marina.

La ordenación de las estaciones mostró que los parámetros que más contribuyeron al primer componente fueron la salinidad, el amonio y los fosfatos superficiales con una varianza de 69.07, para el segundo nuevamente influyó el amonio, además de el oxígeno; para el verano la varianza explicada delineó su comportamiento en base a los tres componentes con valores de 32.83, 18.50 y 14.66 delimitados por nitratos superficiales para el primer componente, fosfatos superficiales y amonio de fondo para el segundo, y salinidad y oxígeno para el tercero; en otoño la salinidad, el oxígeno y el amonio fueron los parámetros más importantes para el primer componente con un valor de 26.92, la temperatura y el oxígeno para el segundo con 17.76 y la temperatura con el oxígeno para el tercero con 12.84, acumulando el 57.54%; en invierno la varianza para el primer componente fué 34.38 aportada por los nitratos y amonio, de 17.76 para el segundo por la temperatura y el amonio, y finalmente el tercero con 12.23, acumulando de esta manera el total de la varianza explicada con un 64.38%.

Los caracteres de más importancia para la ordenación de las estaciones anualmente fueron para el componente 1, los parámetros fisicoquímicos temperatura, oxí-

geno y principalmente el gradiente de salinidad con una varianza de 45.30 y para el componente 2 de 28.23 también el gradiente de salinidad asociado a los nutrientes fosfatos, nitratos y amonio, obteniéndose el 73.53% de la varianza explicada total.

Similitud.

El índice de similitud aplicado para las estaciones nos arroja un dendograma para cada una de las estaciones del año y otro para el ciclo anual. En primavera se observa la formación de tres grupos bien delineados, el primero comprende las estaciones internas de la laguna (1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 y 11); el segundo a las estaciones propias del canal de comunicación (12, 13, 14 y 15); y por último el que comprende a las estaciones cercanas a la boca (16 y 17). Durante el verano los grupos que se forman muestran que las estaciones tienden hacia una ligera heterogeneidad en cuanto a sus características hidrológicas, denotándose la mezcla en cada grupo de las estaciones de la zona interna y las del canal (ejem. 2, 9, 10 y 12). En otoño se pierde completamente la ubicación de las estaciones por sus condiciones hidrológicas originales, formándose tres grandes grupos completamente heterogéneos: (1, 7, 11, 12, 2, 15 y 16; 3, 13, 8, 6 y 14; 4, 9, 5, 10 y 17). Para el invierno todavía se observa cierta heterogeneidad en las estaciones con una tendencia al reordenamiento de acuerdo a su posición hidrológica dentro del sistema: 13, 12, 6, 11, 14 y 15; 4, 8, 10, 5, 7 y 9; 13, 16 y 17.

Por último el dendograma de similitud anual nos mues

tra la formación de cuatro grupos característicos: los -- dos primeros corresponden a las estaciones de la zona interna (1, 3, 6, 7, 12, 11 y 4, 5, 8, 10, 9), el tercero - delimitaría las estaciones del canal de comunicación (13, 14, 15) y por último las de la boca (16 y 17). (Figs. 43-47).

[ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN]

Con base a los datos de salinidad se observó una marcada estratificación, excepto en la época de lluvias, ya que la capa superficial tuvo un menor contenido de sales con respecto a la capa profunda, denotándose un evidente gradiente de salinidad en forma de cuña que se distribuye desde la comunicación con el mar hacia la zona interna de la laguna, por lo que se deduce que éste es un sistema de tipo "positivo" según la clasificación de Pritchard, (1967).

La temperatura no mostró una marcada estratificación debido a que los valores de la capa superficial con respecto a la capa profunda variaron en un rango de 1 a 3 °C, a excepción del mes de diciembre en el que se invirtieron -- los valores; contribuye a este comportamiento la poca profundidad del sistema que impide junto con la circulación -- la formación de estratos; sin embargo, la estacionalidad -- es un factor que reflejó su influencia en los valores de -- temperatura a lo largo del muestreo.

Es evidente que las variaciones hidrográficas a lo -- largo del año están directamente ligadas con los fenómenos meteorológicos, observándose un descenso en la salinidad y la temperatura durante el otoño y el invierno ocasionado -- por la época de nortes y la mayor descarga de los afluen -- tes al sistema denotando un paulatino incremento de sus va -- lores en el invierno y continuando en la primavera.

Los resultados del oxígeno nos muestran claramente una mayor concentración de éste en las muestras superficiales con tendencia a disminuir hacia el fondo, debido a la

acumulación de materia orgánica (de la Cruz y Franco, -- 1981), sin llegar a la anoxia, lo cual es impedido por -- los patrones de circulación y la influencia de las ma -- reas, además este parámetro fue delimitado por la esta -- cionalidad ya que sus concentraciones disminuyen en la -- temporada de mayor temperatura, es decir, durante la pri -- mavera; en otoño e invierno se observa el descenso de la temperatura y a su vez un incremento en el oxígeno.

Las mareas tienen un impacto directo sobre el siste -- ma ya que los volúmenes de agua implicados en el fenóme -- no aunado a la estrecha comunicación entre la laguna y -- el mar, hacen que las corrientes a través del canal ha -- cia el interior de la laguna sean considerables.

Como se sabe las limitantes de la producción prima -- ria se establecen en relación con el fósforo y el nitró -- geno. Teóricamente Hobbie (1975), menciona que dentro de los ciclos de los elementos nutritivos, el que más inte -- rés ha tenido es el del fósforo, el cual es un factor -- principal del cual dependen las poblaciones de organis -- mos acuáticos.

Para el caso de los fosfatos, los valores más eleva -- dos se encontraron en diciembre y enero (Fig. 7), debido posiblemente a que la temporada de lluvias y por ende la mayor descarga de los afluentes hacia el sistema, provo -- caron la remoción de fosfatos acumulados en el sedimento para liberarlos en la columna de agua. Asimismo, se ob -- serva una correspondencia entre las concentraciones de -- este compuesto y la salinidad, ya que durante la tempora -- da invernal las concentraciones de ambos tienden a incre --

mentarse, disminuyendo progresivamente hasta el otoño; -- las concentraciones de oxígeno también muestran cierta relación con los fosfatos, debido a su incremento en otoño e invierno pero no muestran la misma correspondencia como para la salinidad. La temperatura es un parámetro que se mantuvo estable a lo largo del tiempo de muestreo y que no presentó relación alguna con las concentraciones de -- ningún compuesto.

Las mayores concentraciones de fosfatos se presentaron en las muestras de fondo en todos los meses de muestreo (Fig. 12), este comportamiento se debe a la tendencia que posee el fosfato de incorporarse y acumularse en el sedimento y ser removido por factores, tanto bióticos como abióticos, entre los que podríamos mencionar a la actividad bentónica (bioturbación) y la remoción del sedimento por las corrientes, lo cual permite la liberación del fósforo desde el sedimento al agua. Asimismo, parte del fósforo que interviene en el ciclo orgánico queda inmovilizado en los sedimentos, en parte como fosfato cálcico o como fosfato férrico, ya que el intercambio entre -- los sedimentos depende del grado de oxidación de las formas iónicas de Hierro y Calcio. Los fosfatos férricos insolubles que se forman quedan en los sedimentos mientras la capa de agua contenga el suficiente oxígeno para mantener un estado oxidante. Cuando se produce un ambiente reductor el fosfato pasa a ser ferroso y por lo tanto soluble en la columna de agua, (Margalef, 1981), en donde se establece que el pH es de gran importancia para los ciclos biogeoquímicos.

En las estaciones de la zona interna de la laguna --

(1-11, Zona A) con características propiamente lacustres, se encontraron las mayores concentraciones de fosfatos -- disminuyendo progresivamente en las estaciones del canal de comunicación hasta la boca (Zona B y C), lo que de --- cierta manera implica que los aportes continentales suministran gran parte del fósforo que entra al sistema, el - cual es acumulado y más tarde reciclado y asimilado den - tro del mismo.

En la mayoría de los estuarios y lagunas costeras -- los fosfatos presentan ciclos con máximas concentraciones en verano, sin embargo, en Sontecomapan encontramos que - el máximo corresponde a la temporada invernal, debido a - los aspectos anteriormente discutidos por lo que se le -- puede clasificar dentro de un ciclo "atípico", lo cual es común en otros sistemas como lo menciona Watt (1972).

Los nitratos tuvieron un comportamiento parecido al de los fosfatos, aunque en mucho menos escala pudiendo de - berse sus bajas concentraciones a que la técnica empleada no fuera la óptima para su estimación. Las mayores concen - traciones se reportaron durante el invierno, tendiendo a decrecer completamente en primavera y verano, y de otoño a invierno se vuelven a incrementar paulatinamente (Fig.- 7), ésto se debe a que al igual que el fósforo una frac - ción de nitrógeno queda retenida en el sedimento y su acu - mulación y disponibilidad depende de la activa remoción - de los sedimentos, producto del incremento de los afluen - tes por la temporada de lluvias y nortes, que originan -- fuertes corrientes y un aumento del caudal en la laguna.- Por otro lado este comportamiento permite remover el amo-

nio desde el fondo donde no es oxidado, éste fluye a la columna de agua. El incremento del oxígeno durante el otoño e invierno (Fig. 3), permite que se efectúen los procesos de nitrificación reflejándose en un incremento considerable de nitratos en el agua. Además parte de las concentraciones del fondo (Fig. 17) mostraron una tendencia a ser mayores en las estaciones que se encuentran cerca a pastizales, como es el caso de las estaciones 3, 5, 6 y 10, debido en parte a un incremento de los procesos nitrificantes en estas zonas. Asimismo, las concentraciones superficiales presentaron un comportamiento ligado claramente a la salinidad (Figs. 4 y 17), además el gradiente que presenta hacia el mar nos indica que este compuesto es exportado al sistema adyacente. Esto es, el comportamiento anual nos indica que se acumula ligeramente en el fondo de la zona interna de la laguna y que conforme es acarreado hacia la comunicación con el mar sus concentraciones se van incrementando, denotándose de esta manera que los nitratos son exportados hacia el mar, es así como se observa que durante la temporada de más estabilidad fluvial este compuesto tiende a tener una mayor acumulación en el interior de la laguna y que debido a los acarrees por la época de lluvias sus concentraciones se incrementan hacia la zona de comunicación con el mar (Zonas By C, Fig. 24).

El amonio fué el compuesto más abundante y de presencia homogénea a lo largo de todos los meses de muestreo, sus mayores concentraciones las encontramos en primavera (Fig. 7) y ésto es debido posiblemente a la acumulación de éste como producto de excreción del plancton, ya que a esta temporada precedió la máxima abundancia del volumen --

planctónico el cual se reportó en el lapso comprendido entre fines de invierno y primavera, lo anterior viene a -- ser corroborado por trabajos como el de Haertel (1969), -- el cual observa una acumulación de amonio en el medio marino, producto de la fauna existente. Los procesos de amonificación contribuyen en gran medida a este comportamiento, debido a que la máxima abundancia de nitratos durante el invierno provee las fuentes necesarias para que mediante este proceso exista una máxima de amonio durante la -- primavera; durante el otoño se encontraron los valores -- más bajos debido a los procesos de nitrificación, trayendo como consecuencia la disminución de las concentraciones de amonio en este lapso.

Asimismo, su abundancia en cada una de las estaciones no permite establecer su relación con algún parámetro fisicoquímico, sino que más bien se debe a las características de abrigo y acumulación que le provee el sistema, como es el caso de la Zona A, en donde se reportan -- las mayores concentraciones, decreciendo en el canal de -- comunicación (Zona B) hasta disminuir completamente en la boca (Zona C).

Al parecer el amonio es la fuente más importante de nitrógeno para el sistema, observándose una clara sucesión del amonio y los nitratos, lo que se refleja en la -- producción planctónica.

La importante relación de los fosfatos superficiales con el plancton está dada porque evidentemente el fito -- plancton toma este compuesto para su nutrición cuando se encuentra suspendido en la columna de agua y no cuando se

encuentra depositado en el sedimento o cerca al fondo, - más bien lo anterior sería la fuente y al ser removidos por las corrientes y los patrones de circulación son suspendidos y de esta manera aprovechados por el fitoplancton; el amonio reafirma su presencia en la columna de agua como producto de excresión del plancton.

Viéndolo estacionalmente, los factores que más influyeron en el volumen de plancton fueron: en primavera, los fosfatos de fondo y los nitratos, denotando de esta manera su importancia como nutrientes esenciales para el plancton; en verano, el amonio superficial y los nitratos superficiales; en otoño, los nitratos superficiales y de fondo, en estas últimas estaciones los compuestos nitrogenados son una fuente importante que repercute directamente sobre la producción primaria y ésta a su vez en la secundaria; en invierno, la temperatura de fondo y los fosfatos superficiales también son asimilados por el plancton, y el amonio de fondo como producto de excresión.

En base a las correlaciones simples efectuadas para los parámetros observamos primeramente la correspondencia entre los parámetros fisicoquímicos, afirmando de esta manera la importancia de las condiciones hidrológicas dentro del sistema; además, se observa una evidente relación entre el volumen de plancton y la salinidad y nitratos y fosfatos. En las correlaciones realizadas para las estaciones se observa una gran correspondencia entre éstas, mostrando un evidente gradiente de correlación desde las primeras hasta las últimas estaciones, delineado por su posición hidrográfica dentro del sistema.

Los datos arrojados por la correlación múltiple a lo largo de todo el periodo de muestreo nos indican que los parámetros que más influyeron en el volumen planctónico - fueron en orden de importancia: principalmente los fosfatos superficiales, la temperatura, el amonio de fondo y - el oxígeno de fondo.

El análisis de componentes principales para las estaciones en base a los parámetros para la primavera mostraron una relación muy estrecha entre las estaciones de la parte media de la laguna y la comunicación con el mar, -- guardando posiciones extremas y opuestas, las estaciones 16 y 17 y en posición intermedia entre las anteriores y - las últimas se encuentran las estaciones de la parte inte- rior de la laguna; en verano se mostró una relación más - estrecha entre las estaciones, es decir, se delimitaron - las pertenecientes a las hidrograffas particulares de la laguna como son: las correspondientes a la boca, las del canal de comunicación y las de la zona interna; en otoño se observa una heterogeneidad muy marcada en todo el sistema, debido a la influencia de los aportes pluviales, -- que impiden que el sistema muestre el patrón característi- co y en invierno tienden a agruparse de acuerdo a su por- ción hidrológica original, es de mencionar entonces que - los componentes están basados en el gradiente de salini- dad que se presenta en el sistema delimitado por la in -- fluencia marina y limnética, así como por su relación con los nutrientes.

La ordenación para los parámetros está basado en las condiciones hidrológicas y sedimentológicas del sistema -

denotando una generalidad a lo largo de todas las estaciones de año: la temperatura y la salinidad tienen entre sí una relación muy estrecha y relativamente separada del resto de los parámetros, que se agrupan entre sí guardando un lugar muy alejado de los primeros y a su vez del volumen de plancton.

Con respecto a los dendogramas obtenidos por la aplicación del Índice de Similitud, se puede observar que los grupos que se forman responden a la hidrografía de las estaciones de muestreo dentro de la laguna y que siguen un patrón de distribución general, delimitando las diferentes zonas del sistema: Zona interna (A) que comprende a 2 subgrupos, el primero delimitado por las estaciones 1, 2, 9 y las de la Laguneta del Bagre; el segundo incluye las estaciones 6, 7, 10 con la 8, correspondiente a la Laguneta del Sábalo; Zona del canal de comunicación con el mar (B), y por último la Zona de la Boca (C). Este patrón general se altera durante el otoño y parte del verano, a consecuencia de la temporada de lluvias y nortes, es decir, las estaciones a lo largo del sistema guardan una relación delimitada por la estacionalidad e hidrografía. Un caso particular es la estación 8 correspondiente al Sábalo, que por su posición dentro de la laguna pareciera tener a la eutroficación.

C O N C L U S I O N E S

El evidente gradiente de salinidad en forma de cuña que se distribuye desde la Barra hacia la zona interna de la laguna, nos permite deducir que éste es un sistema positivo con un flujo de dos capas con mezcla vertical.

Este patrón de distribución refleja una gran influencia de la descarga de aportes pluviales, fluviales y mareas, pudiéndose observar que el parámetro fisicoquímico más importante por sus variaciones en este cuerpo de agua fué la salinidad.

La temperatura se vió afectada por la estacionalidad y las condiciones meteorológicas.

Los nitratos presentaron concentraciones relativamente bajas a lo largo de todo el ciclo anual, debido posiblemente a que las mayores concentraciones del nitrógeno se encuentran en otras fuentes nitrogenadas, como podría ser el caso del amonio.

El fosfato fué el nutriente más abundante y de presencia más homogénea, denotando su comportamiento claramente ligado al sedimento; es decir, su presencia en mayor escala en las muestras de fondo nos indican la interacción de fenómenos de sedimentación, biodepositación, microcirculación, etc.

El comportamiento de los nutrientes a través del periodo de muestreo permiten observar "ciclos" como conse -

cuencia de procesos de sucesión y regeneración, que -- son influenciados directamente por los cambios estacionales.

Con apoyo a lo anteriormente mencionado, la concentración de nutrientes que entran a los estuarios por -- los arrastres fluviales, aportes de materia por la vegetación adyacente y los mecanismos y procesos que los retienen y reciclan, proveen al sistema de un medio ambiente rico en nutrientes que se refleja en un aumento de la producción primaria y repercute a su vez en la -- producción secundaria denotada por el incremento de volumen planctónico, guardando de esta manera una relación desfasada pero directamente proporcional.

Debido a lo anterior y a la comunicación que presenta la laguna con el mar, el ecosistema mantiene una exportación de compuestos nitrogenados (nitratos y amonio) al sistema adyacente, mientras que una fracción de los fosfatos es utilizada dentro de la laguna.

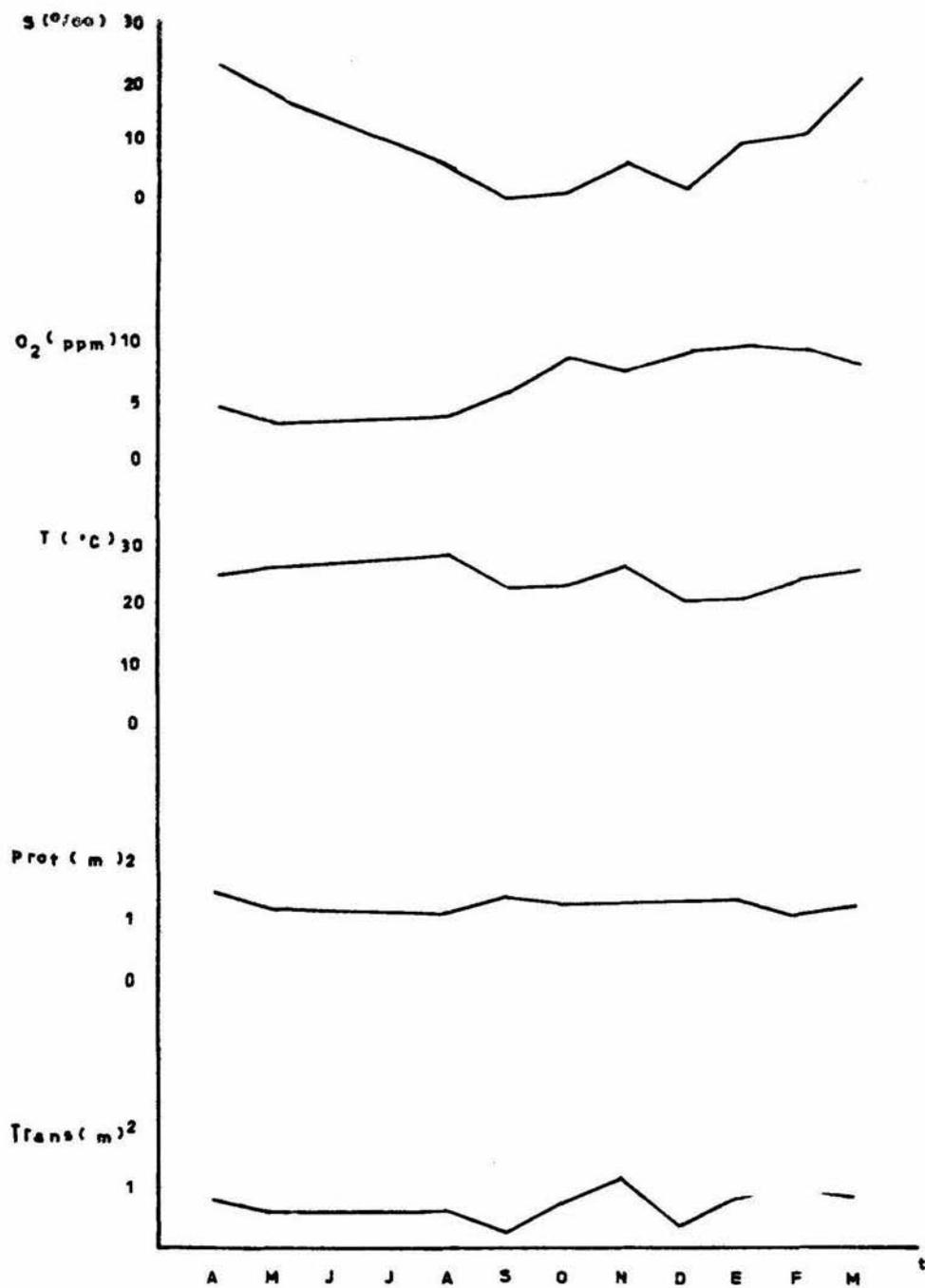


FIG. 3 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE
PARAMETROS FISICOQUIMICOS 1983-84

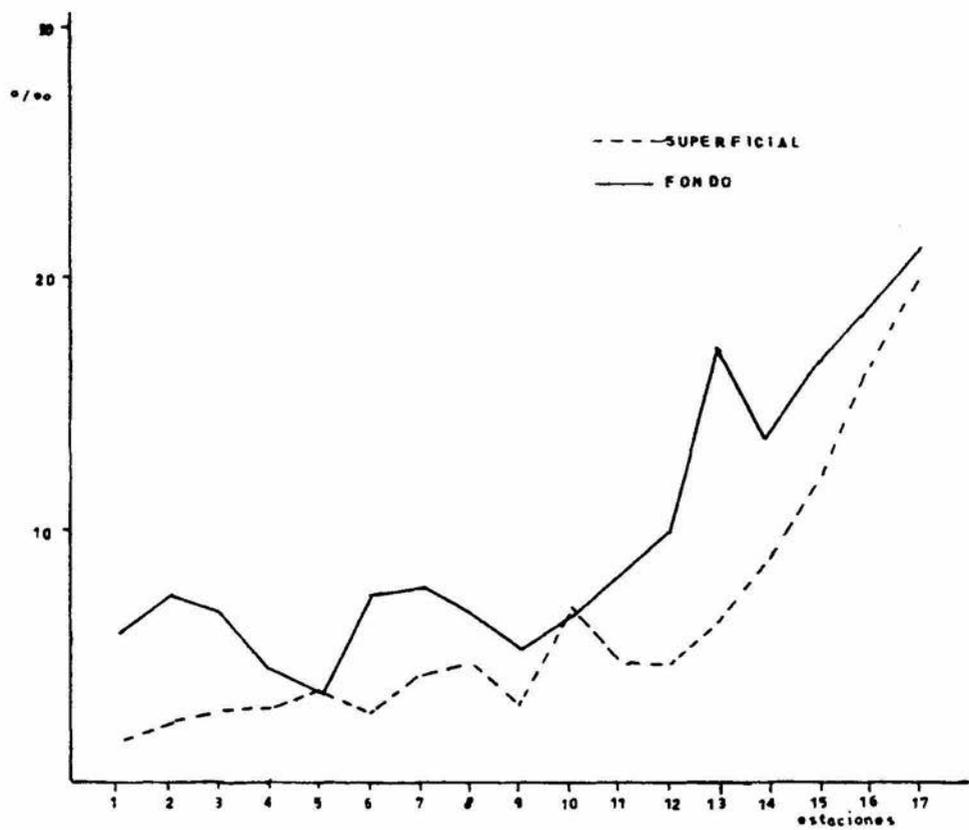


FIG. 4 SALINIDAD VS ESTACION. ANUAL

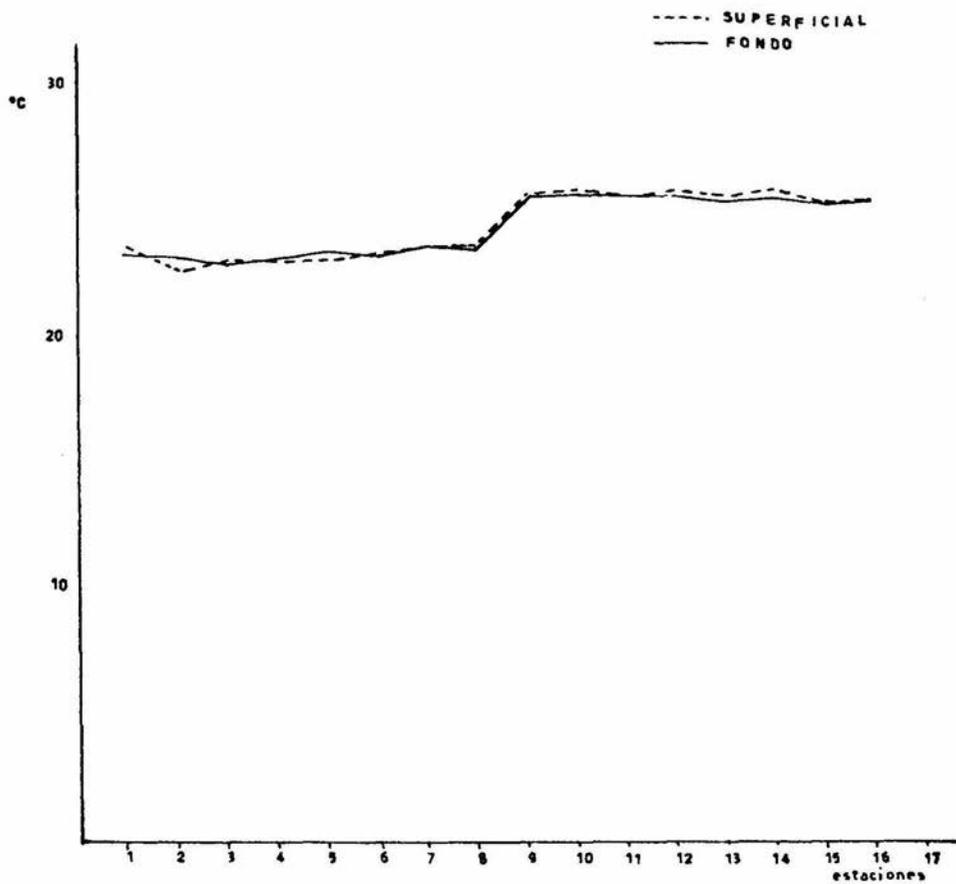


FIG. 5 TEMPERATURA VS ESTACION . ANUAL

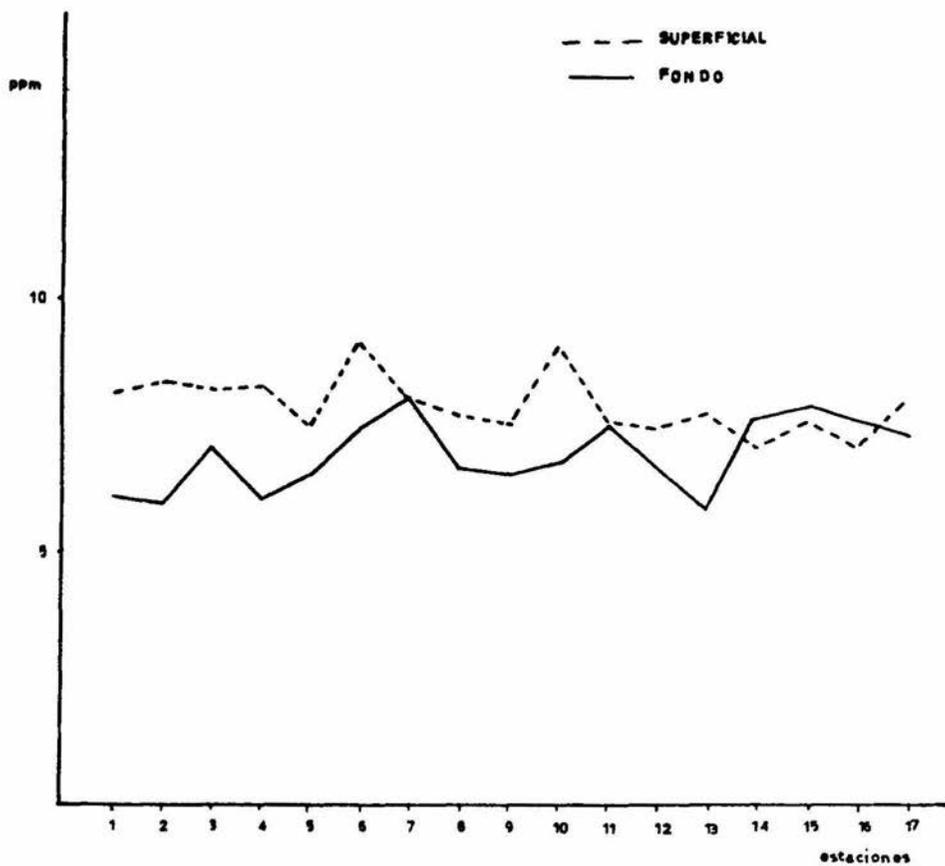


FIG. 6 OXIGENO VS ESTACION ANUAL

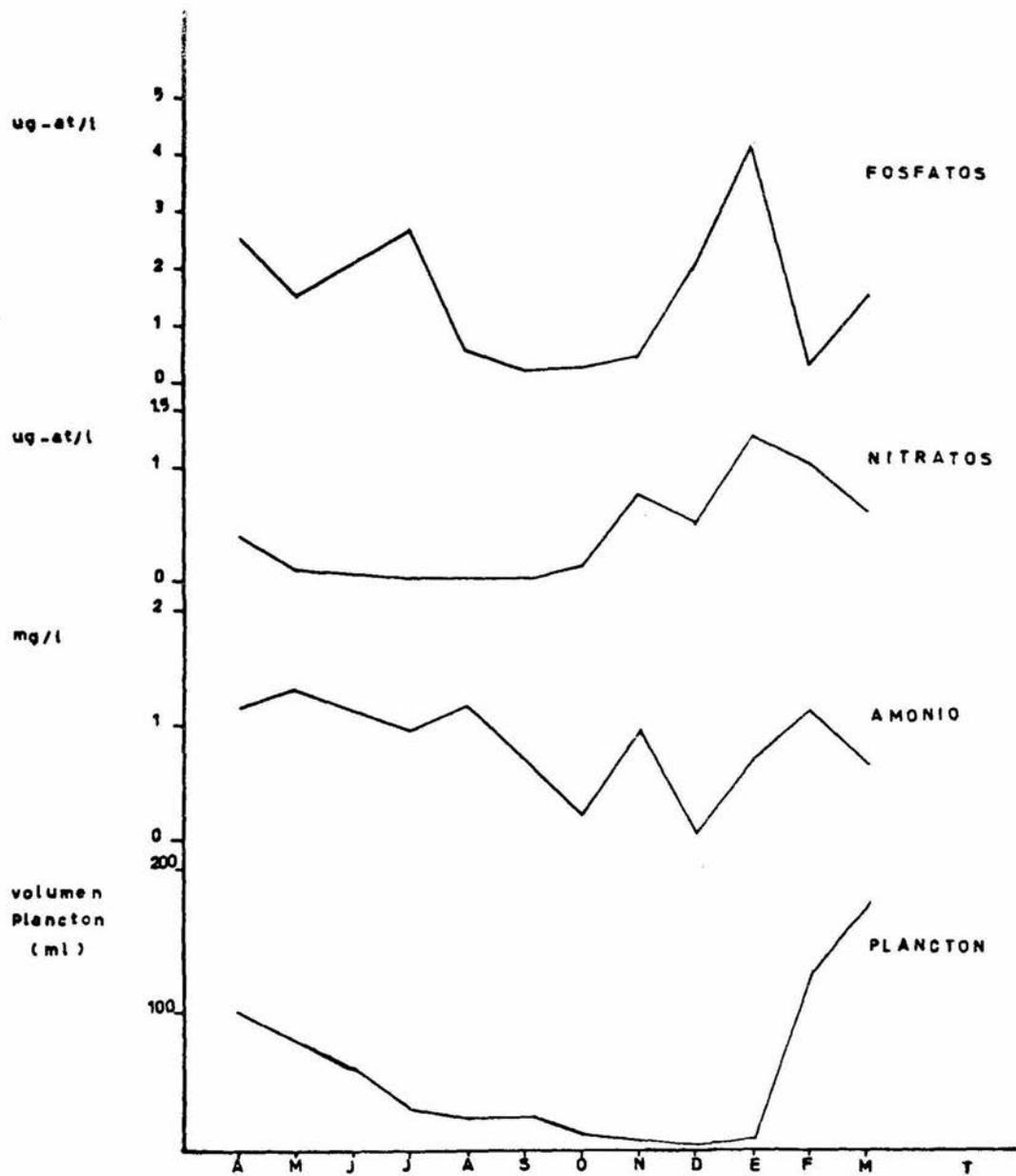


FIG. 7 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE FOSFATOS, NITRATOS, AMONIO Y PLANCTON. ABRIL 1983-MARZO 1984.

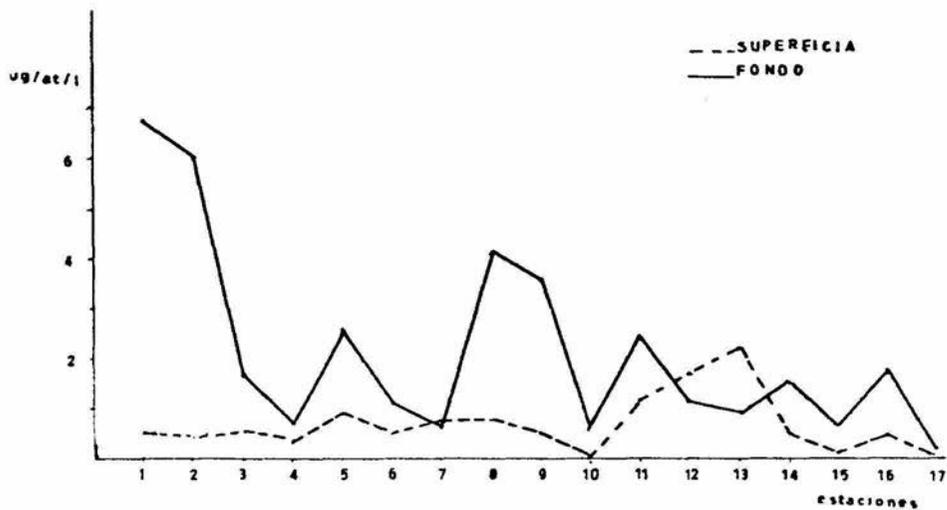


FIG. 8 FOSFATOS VS ESTACION . PRIMAVERA

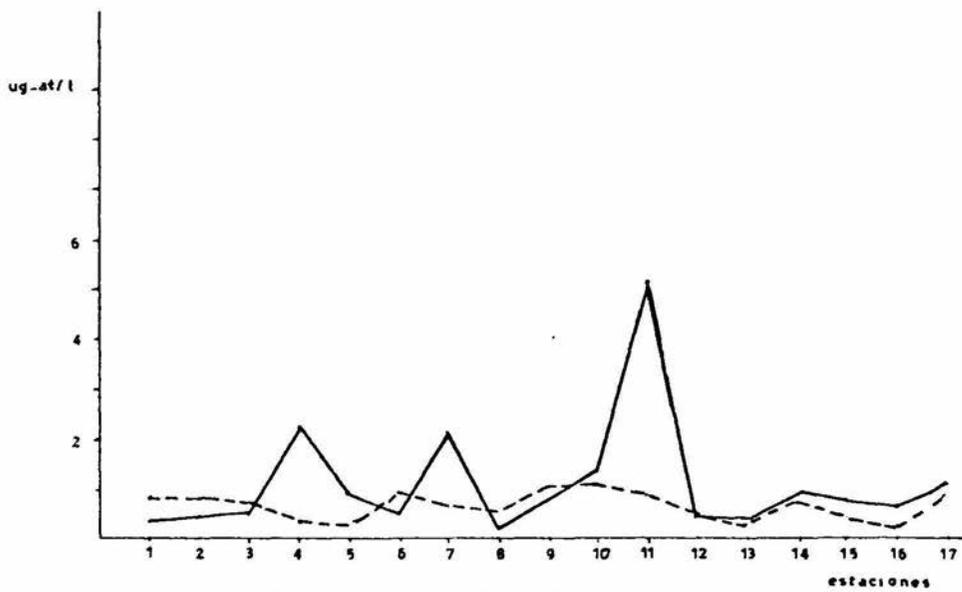


FIG. 9 FOSFATOS VS ESTACION . VERANO

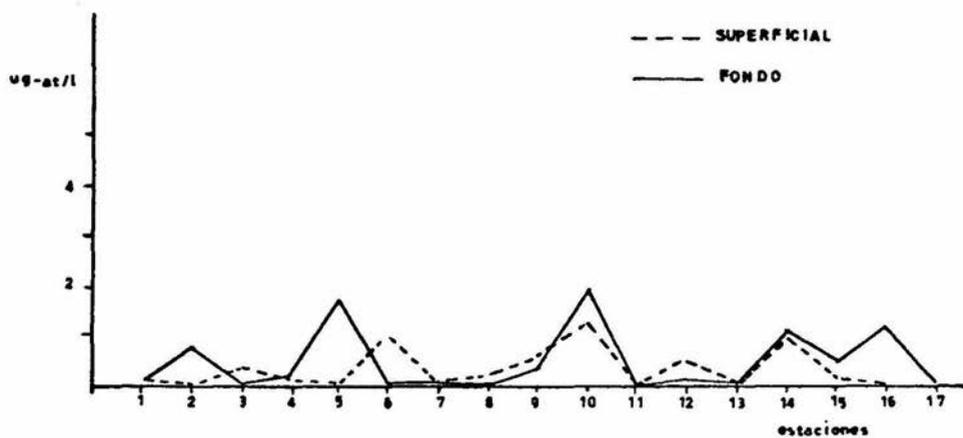


FIG. 10 FOSFATOS VS ESTACION. OTONO

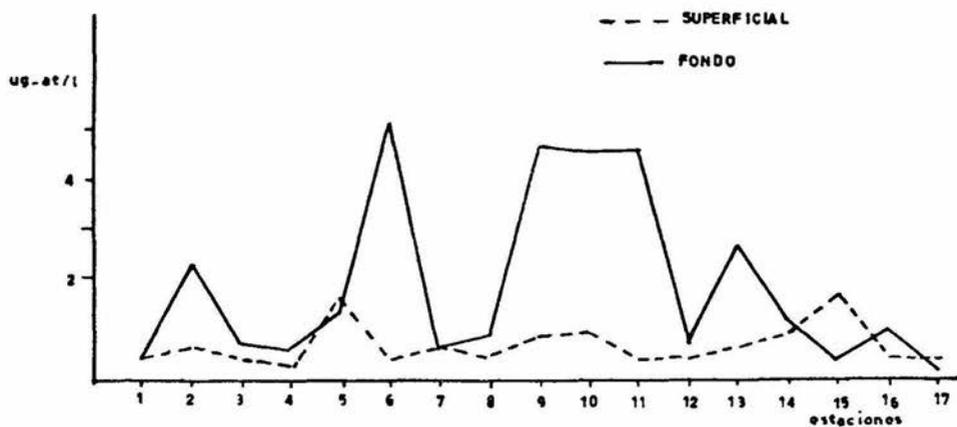


FIG. 11 FOSFATOS VS ESTACION. INVIERNO

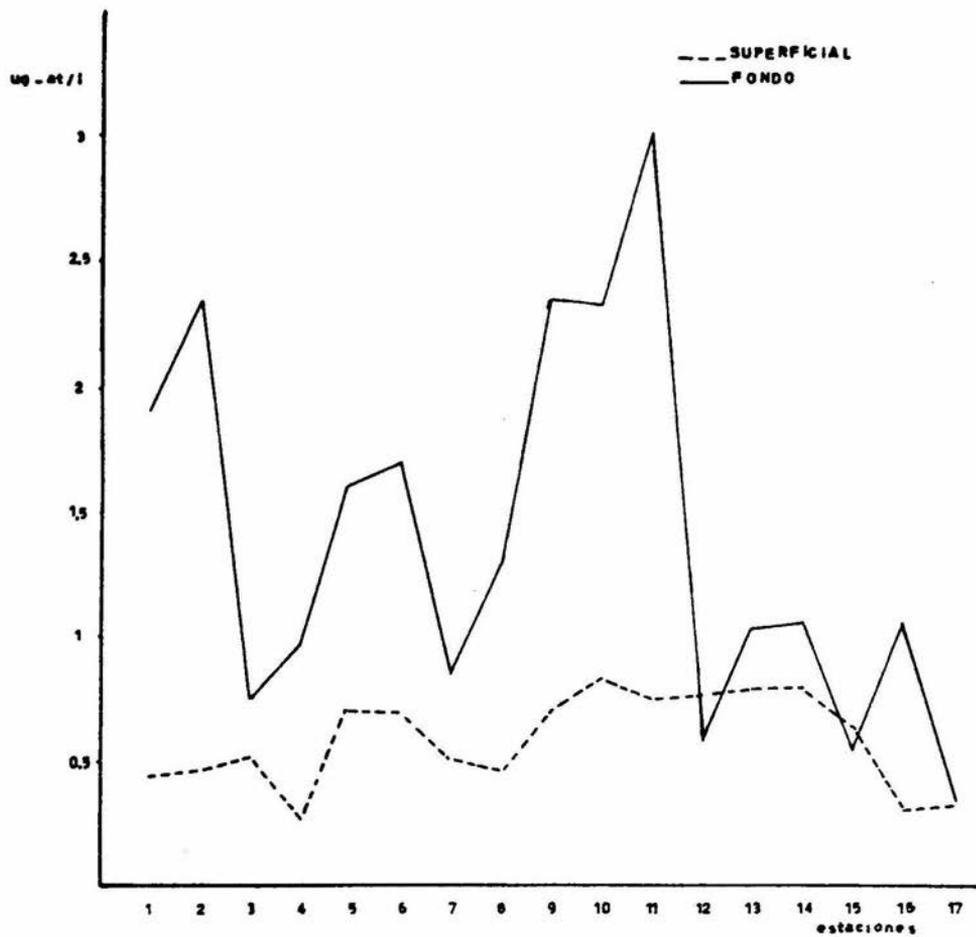


FIG. 12 FOSFATOS VS ESTACION. ANUAL.

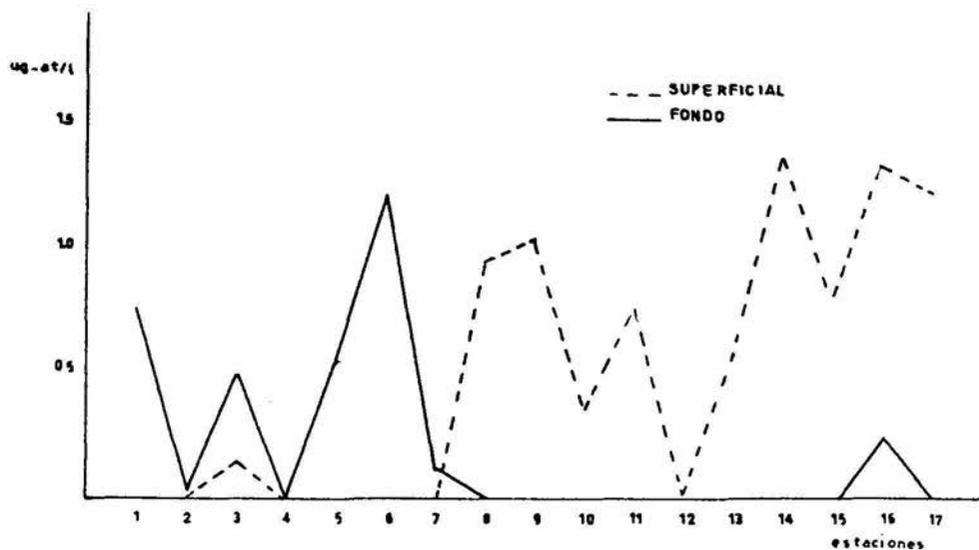


FIG.13 NITRATOS VS ESTACION. PRIMAVERA

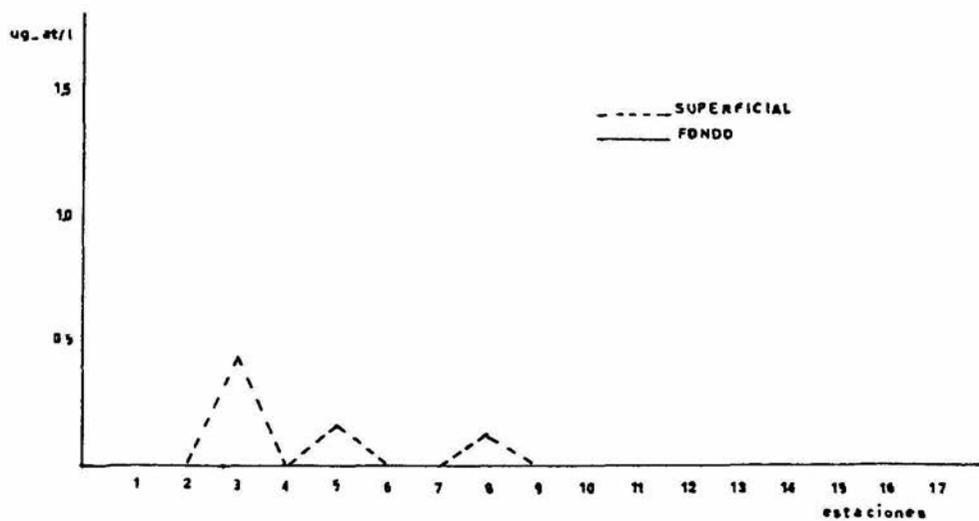


FIG.14 NITRATOS VS ESTACION. VERANO

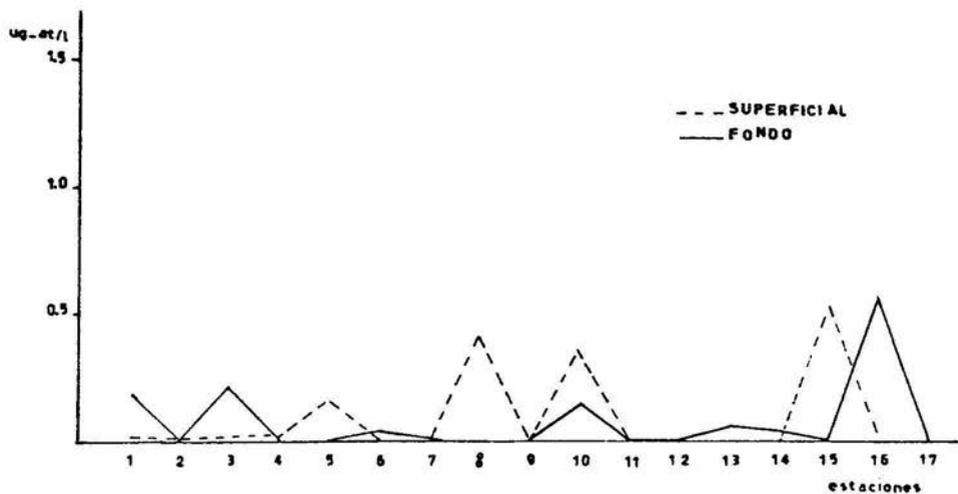


FIG. 15 NITRATOS VS ESTACION. OTOÑO.

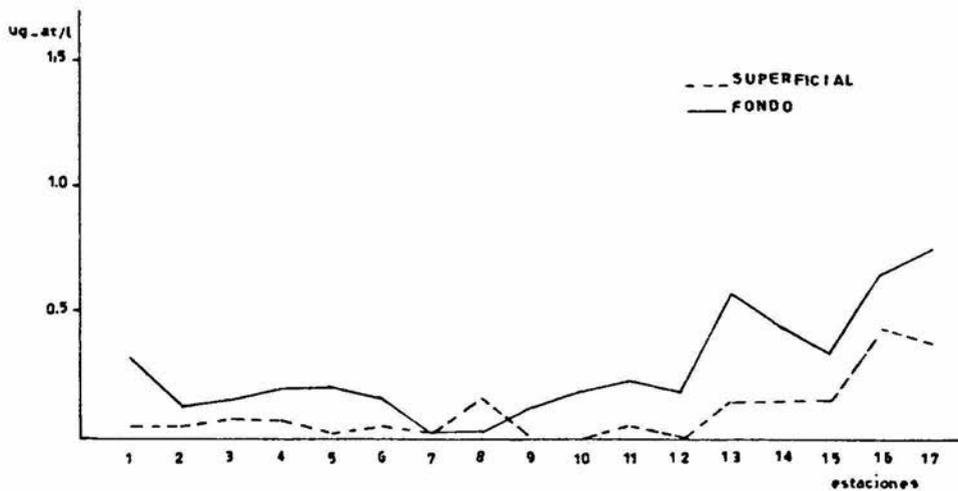


FIG. 16 NITRATOS VS ESTACION INVIERNO.

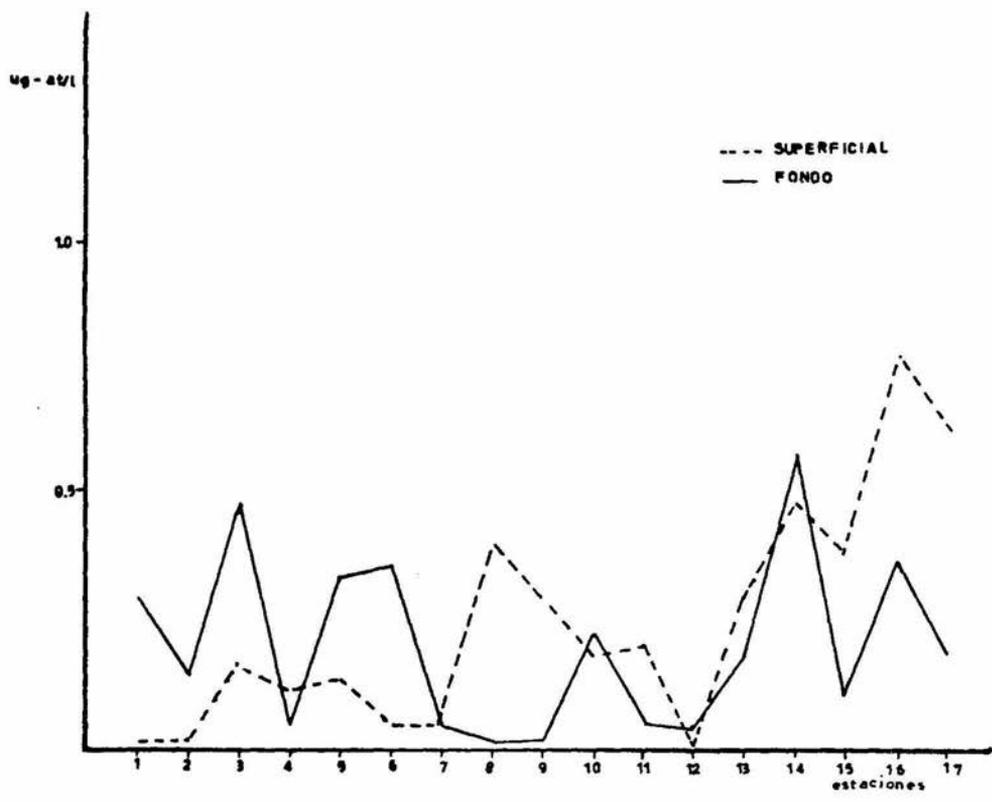


FIG. 17 NITRATOS VS ESTACION. ANUAL.

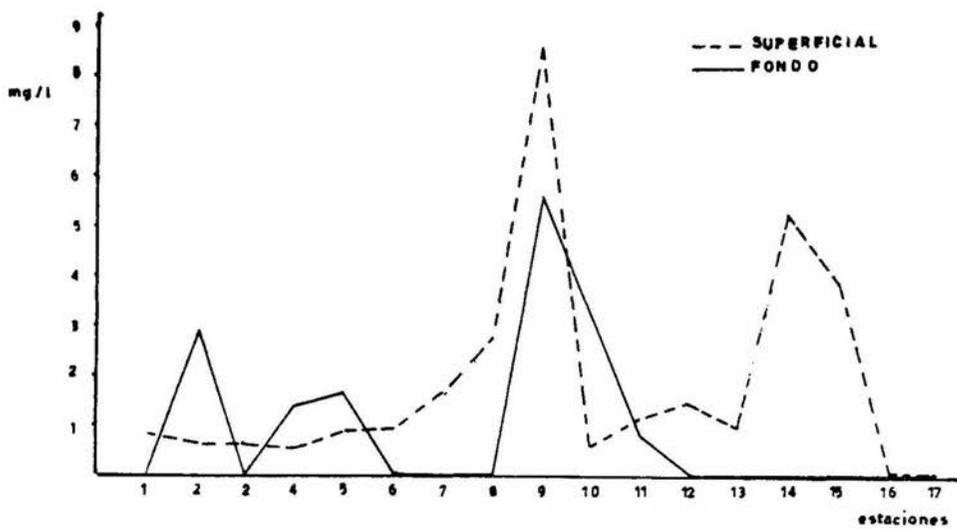


FIG. 18 AMONIO VS ESTACION. PRIMAVERA

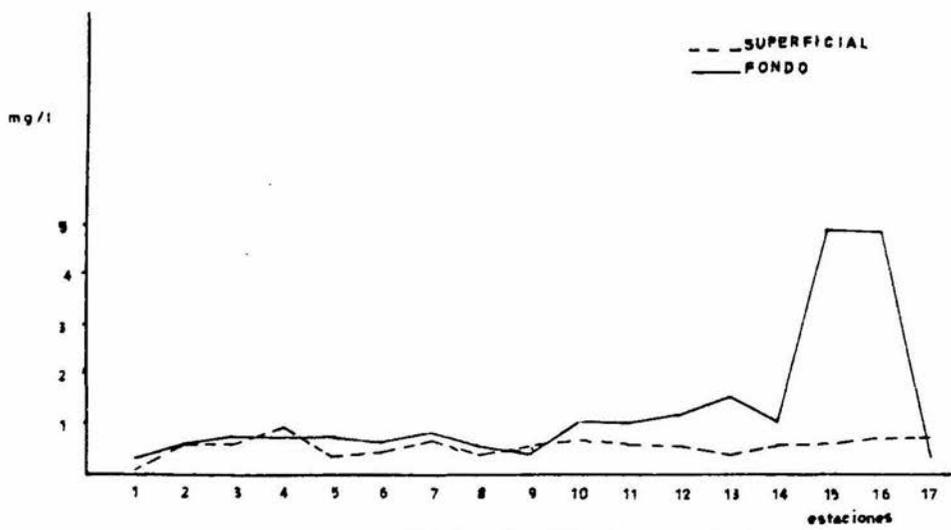


FIG. 19 AMONIO VS ESTACION. VERANO

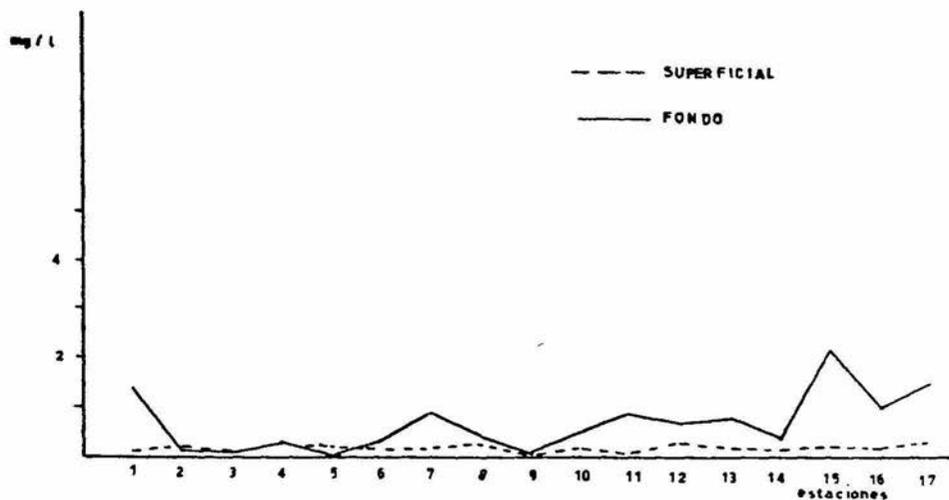


FIG. 20 AMONIO VS ESTACION. OTOÑO

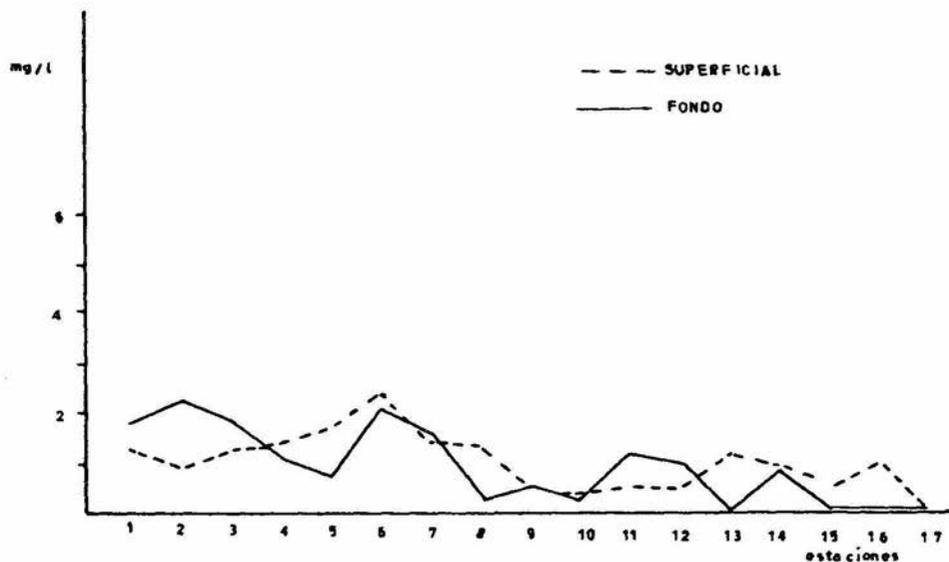


FIG. 21 AMONIO VS ESTACION. INVIERNO

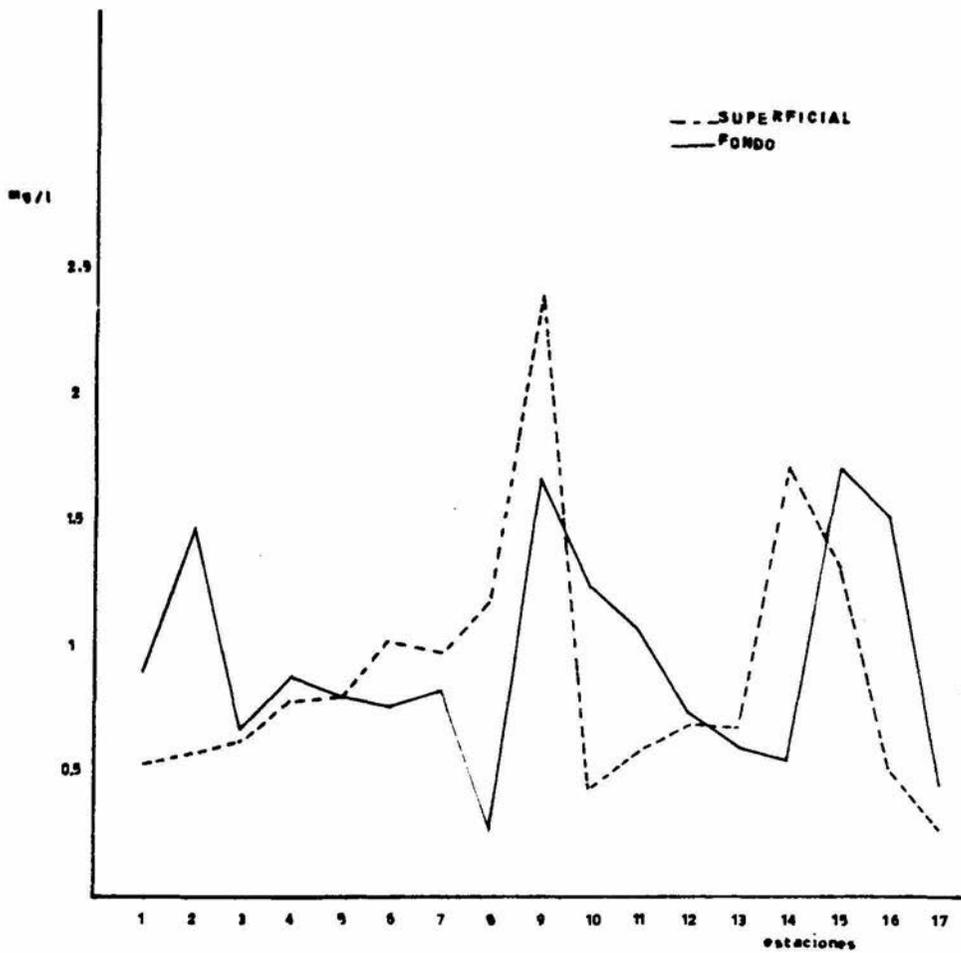


FIG. 22 AMONIO VS ESTACION. ANUAL

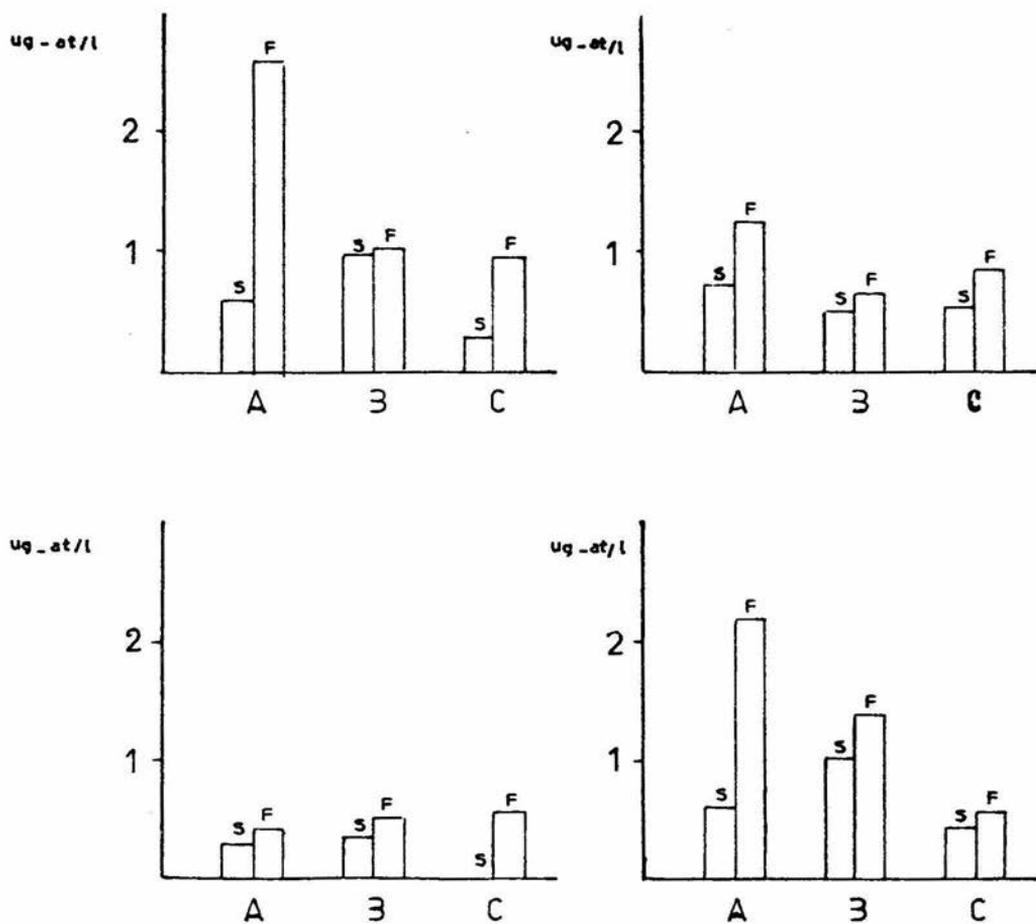


FIG. 23 HISTOGRAMAS DE LA DISTRIBUCION POR AREA S DE FOSFATOS.

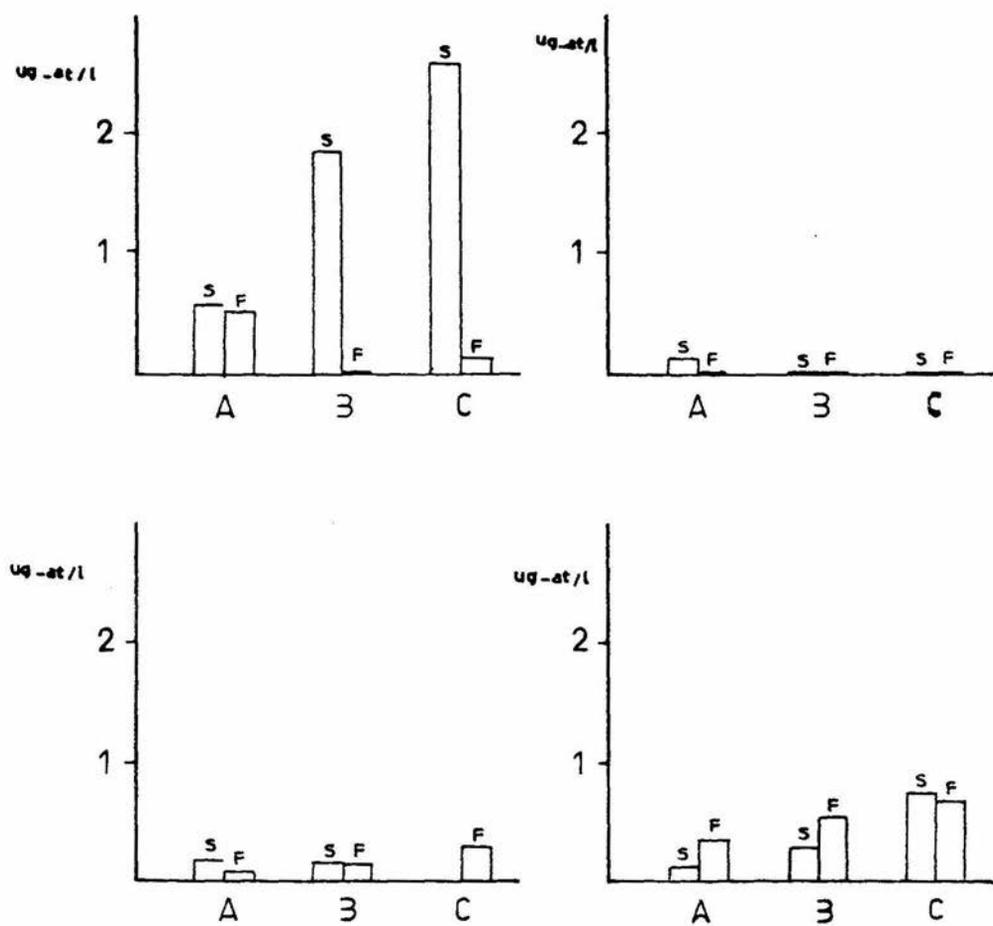


FIG. 24 HISTOGRAMAS DE LA DISTRIBUCION POR AREAS DE NITRATOS.

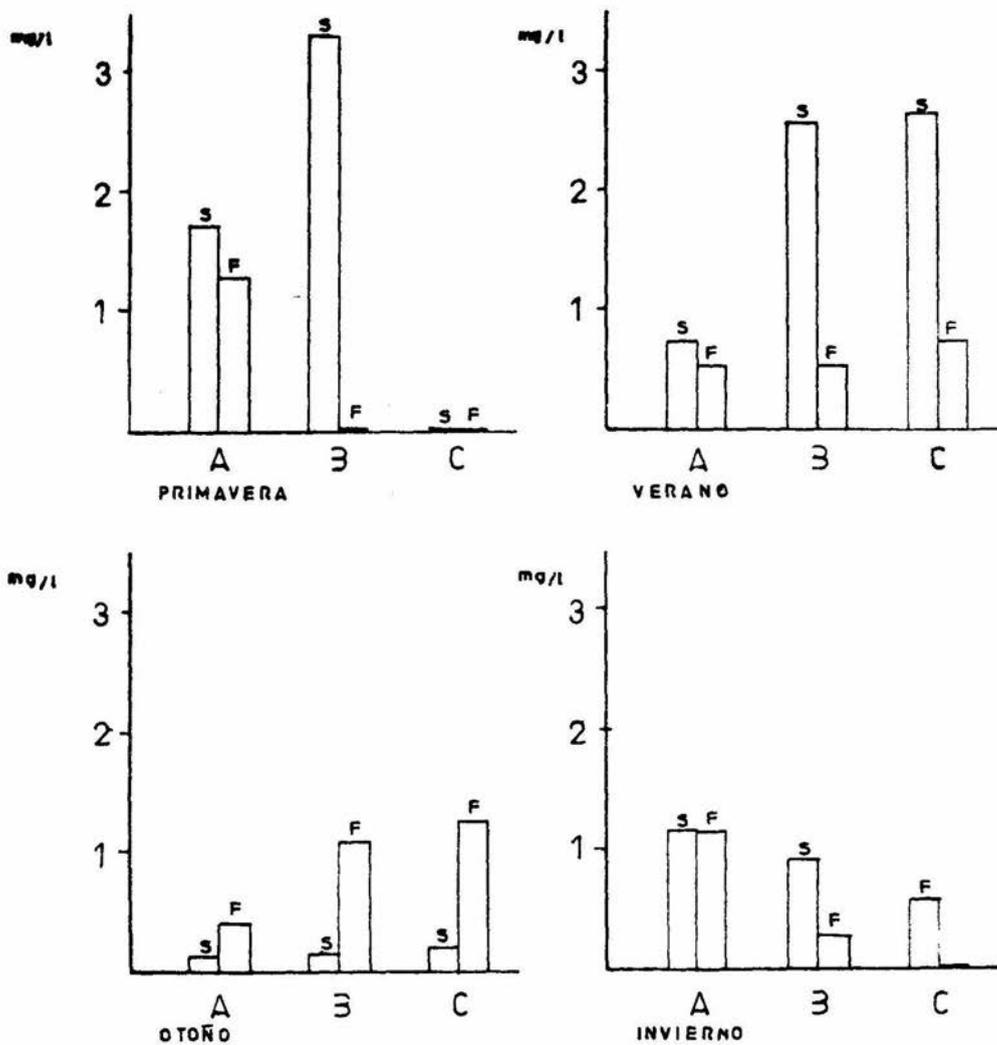


FIG 25 HISTOGRAMAS DE LA DISTRIBUCION POR AREAS DE AMONIO

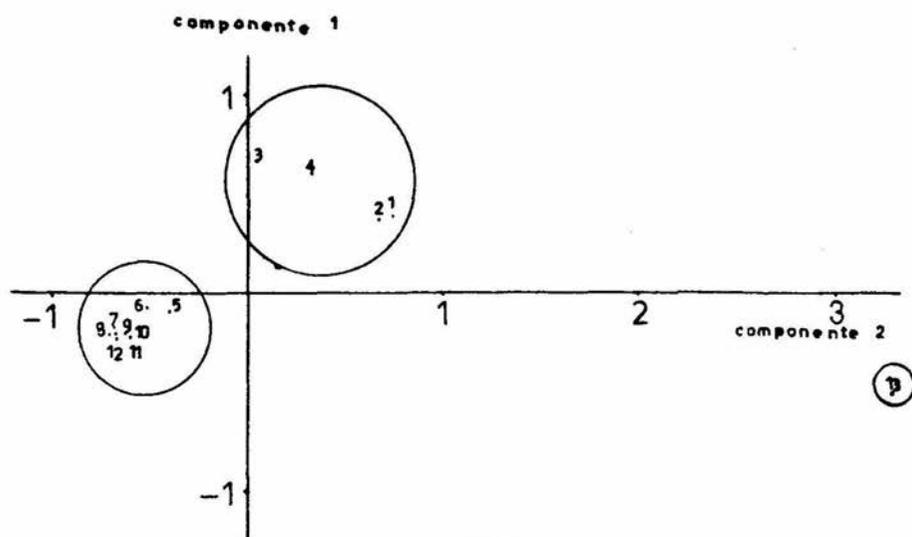


FIG. 26 PRIMAVERA 1983

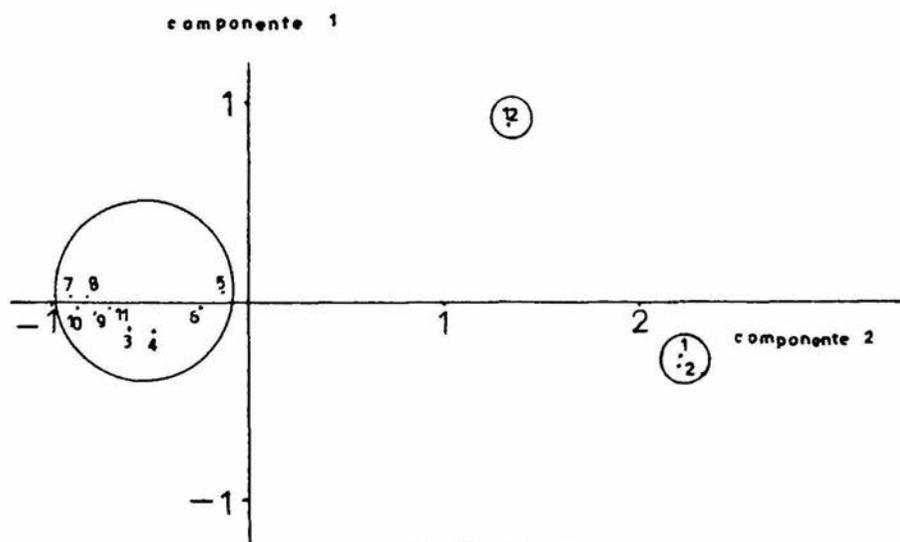


FIG. 27 VERANO 1983

COMPONENTES PRINCIPALES.
ORDENACION EN PARAMETROS

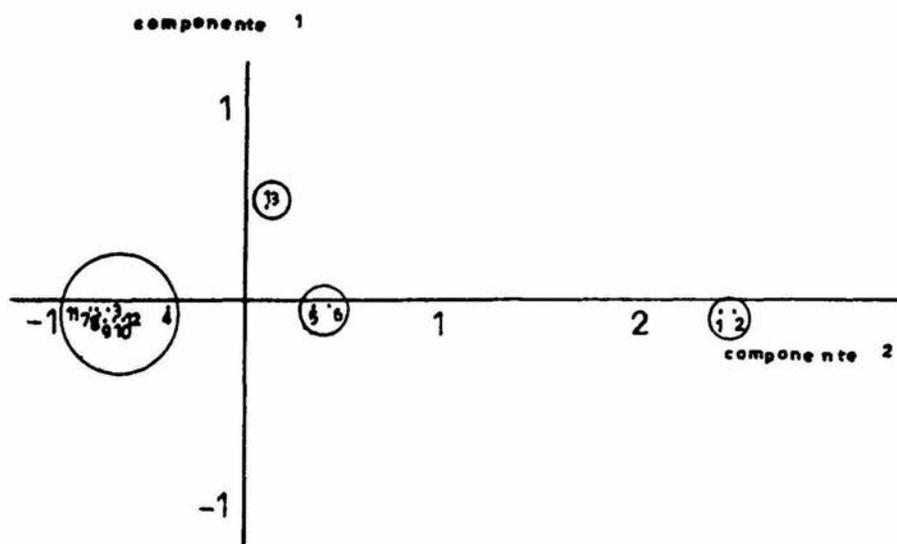


FIG. 2 g OTOÑO 1983

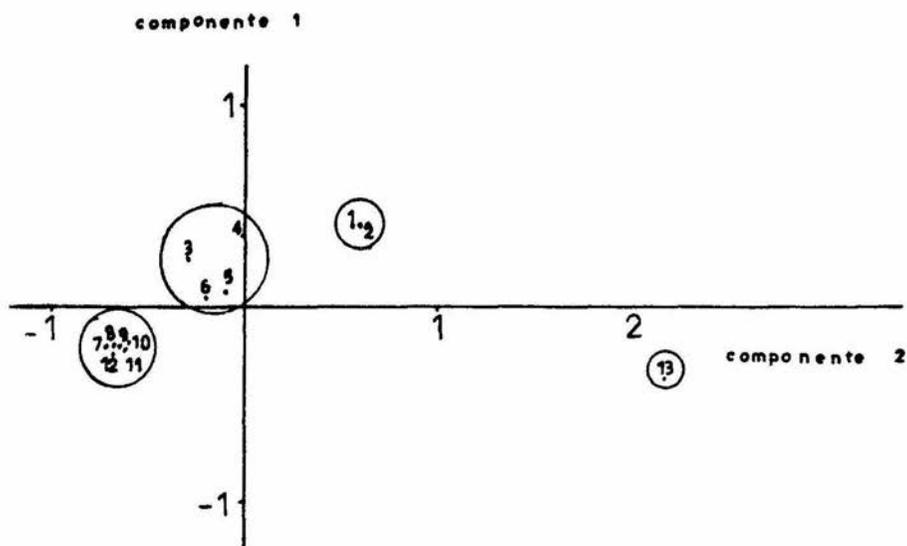


FIG. 2 9 INVIERNO 1983-84

COMPONENTES PRINCIPALES.
ORDENACION EN PARAMETROS.

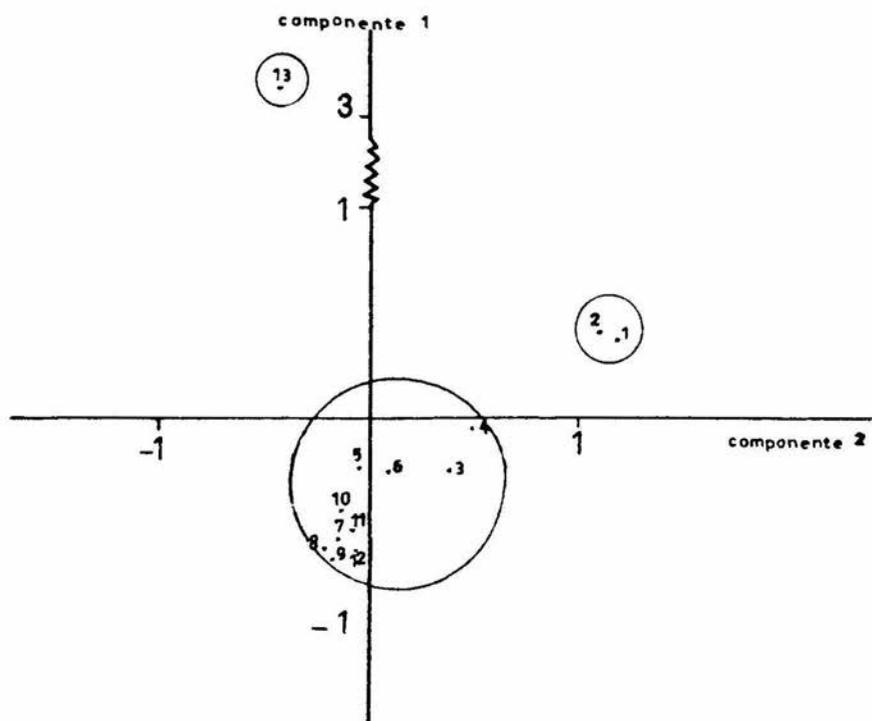


FIG. 30 COMPONENTES PRINCIPALES. ORDENACION ANUAL PARA PARAMETROS.

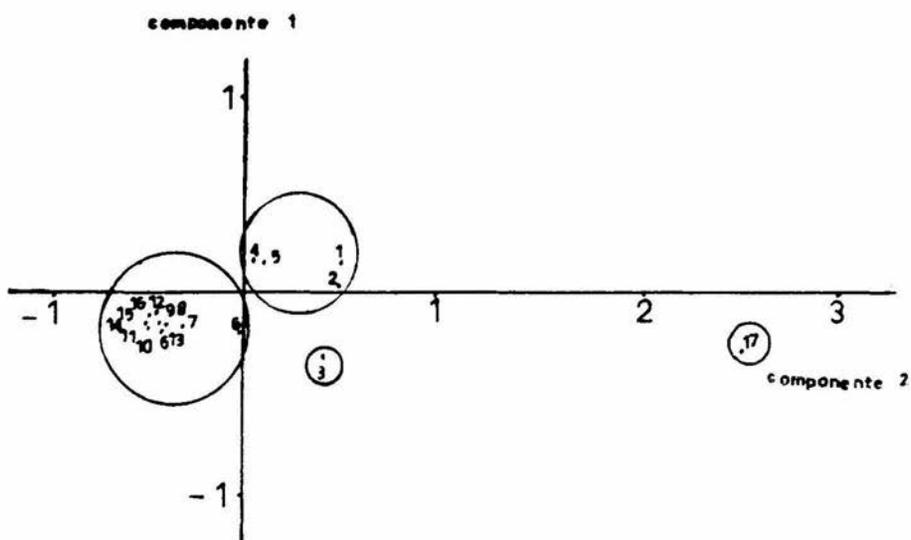


FIG. 31 PRIMAVERA 1983

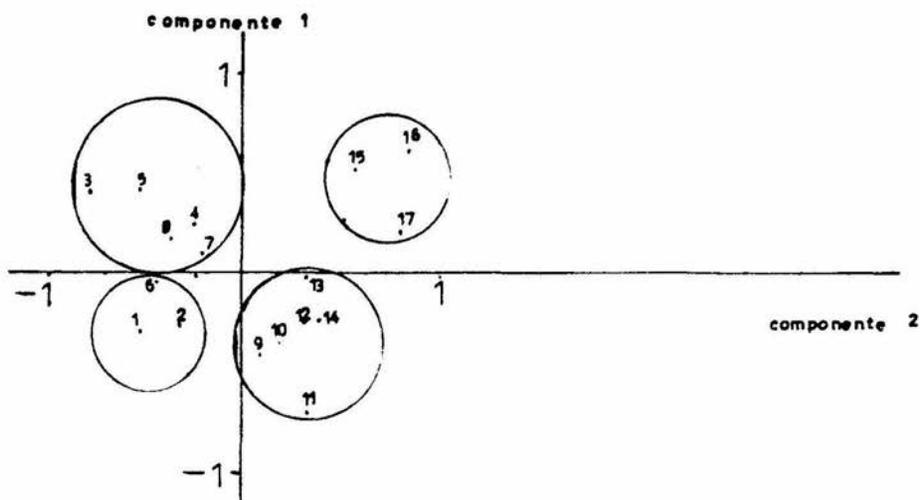


FIG. 32 VERANO 1983

COMPONENTES PRINCIPALES
ORDENACION EN ESTACIONES

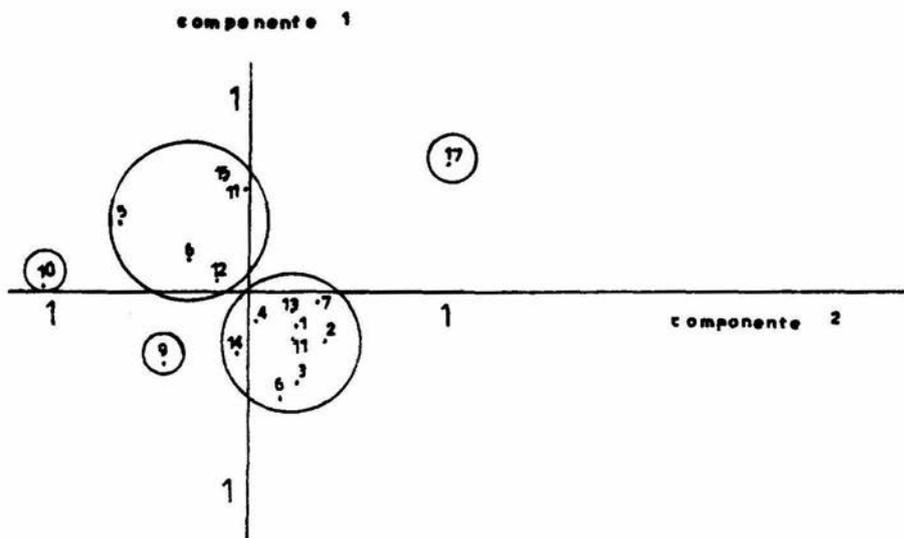


FIG. 33 OTOÑO 1983

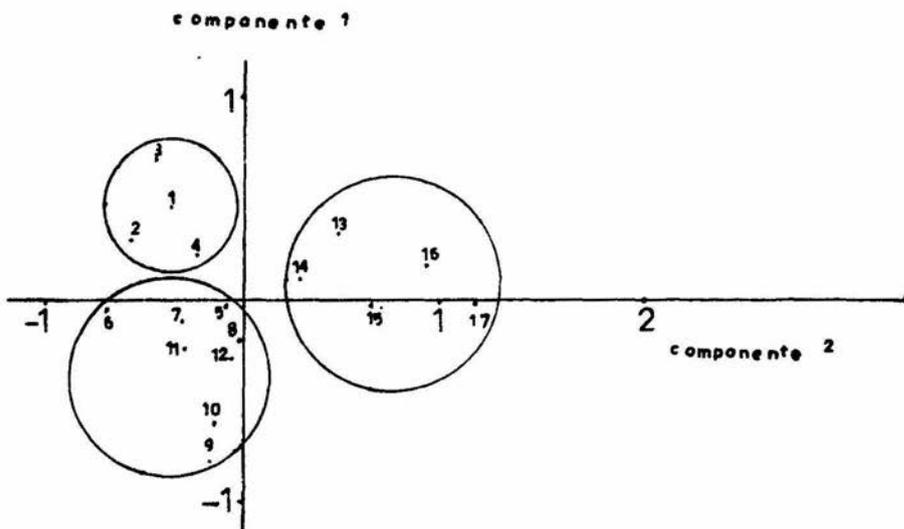


FIG. 34 INVIERNO 1983 - 84

COMPONENTES PRINCIPALES
ORDENACION EN ESTACIONES

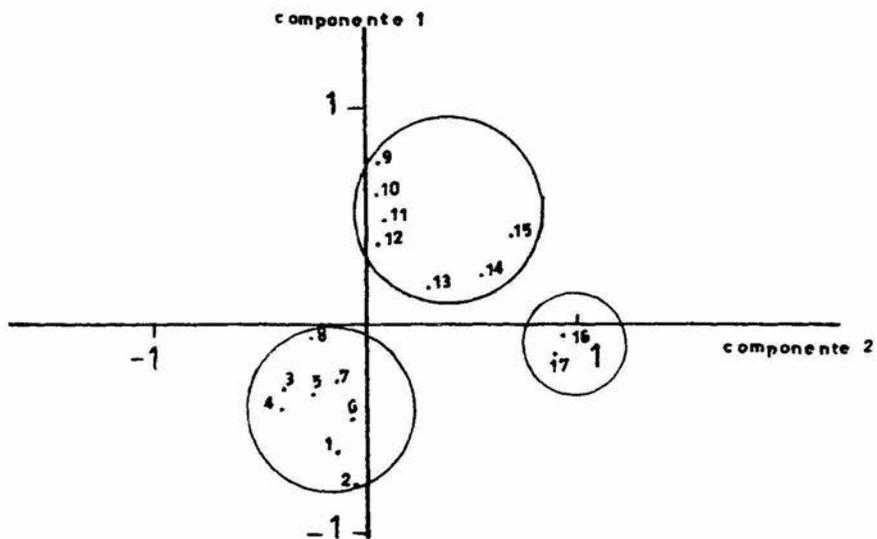


FIG. 35 COMPONENTES PRINCIPALES. ORDENACION ANUAL PARA ESTACIONES DE MUESTREO

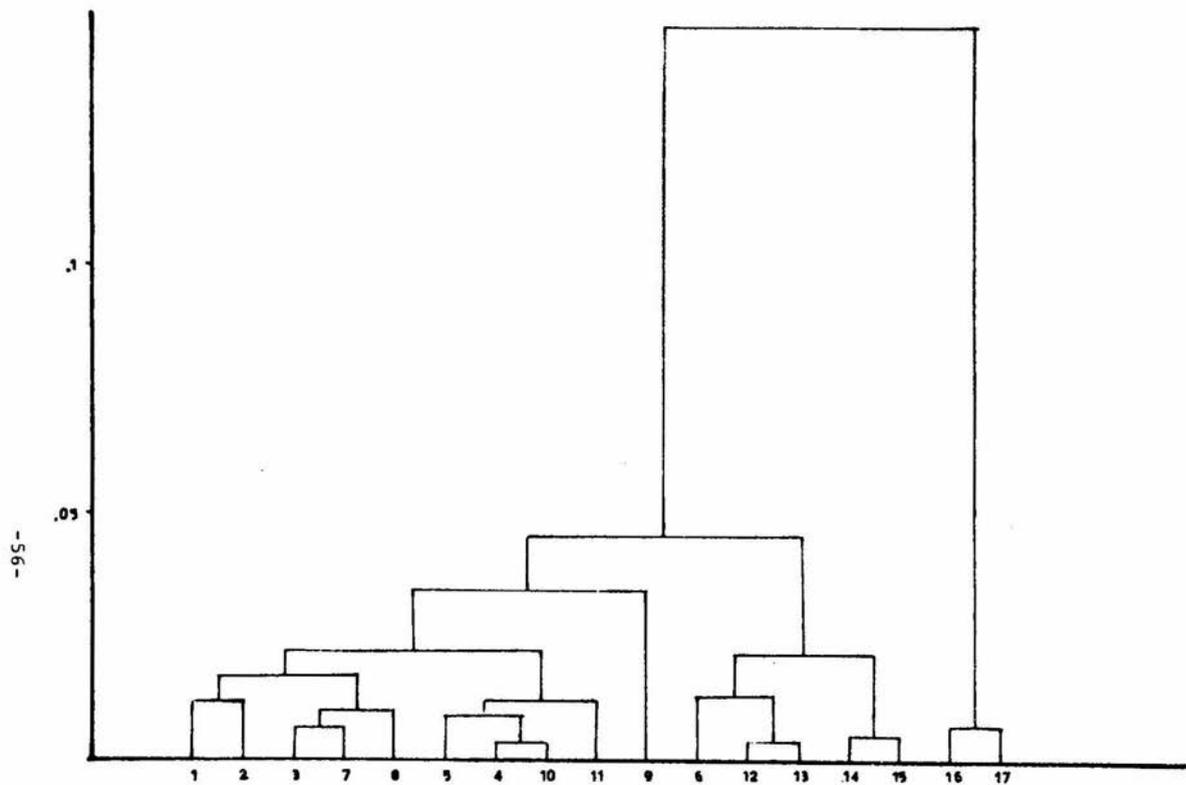


FIG. 36 DENDOGRAMA DE DISIMILITUD . PRIMAVERA 1983. SONTECOMAPAN VER .

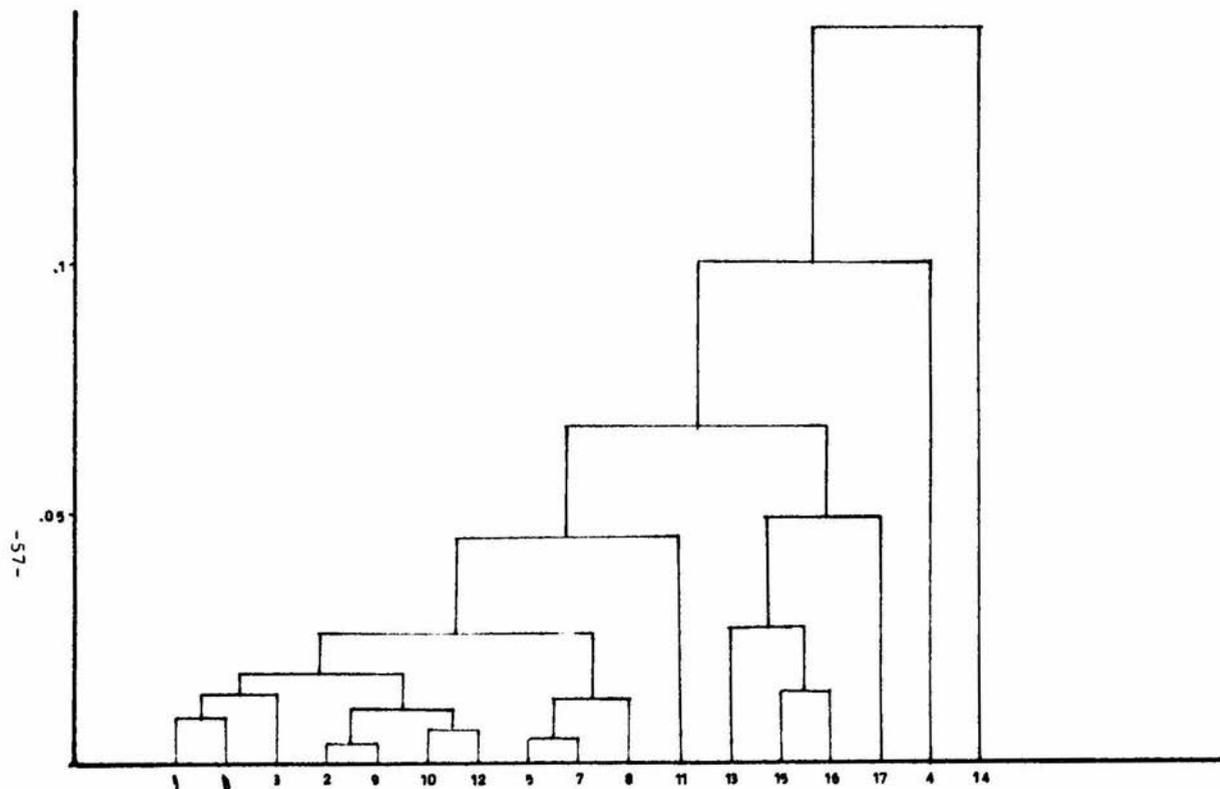


FIG. 37 DENDOGRAMA DE DISIMILITUD . VERANO 1983 . SONTECOMAPAN VER .

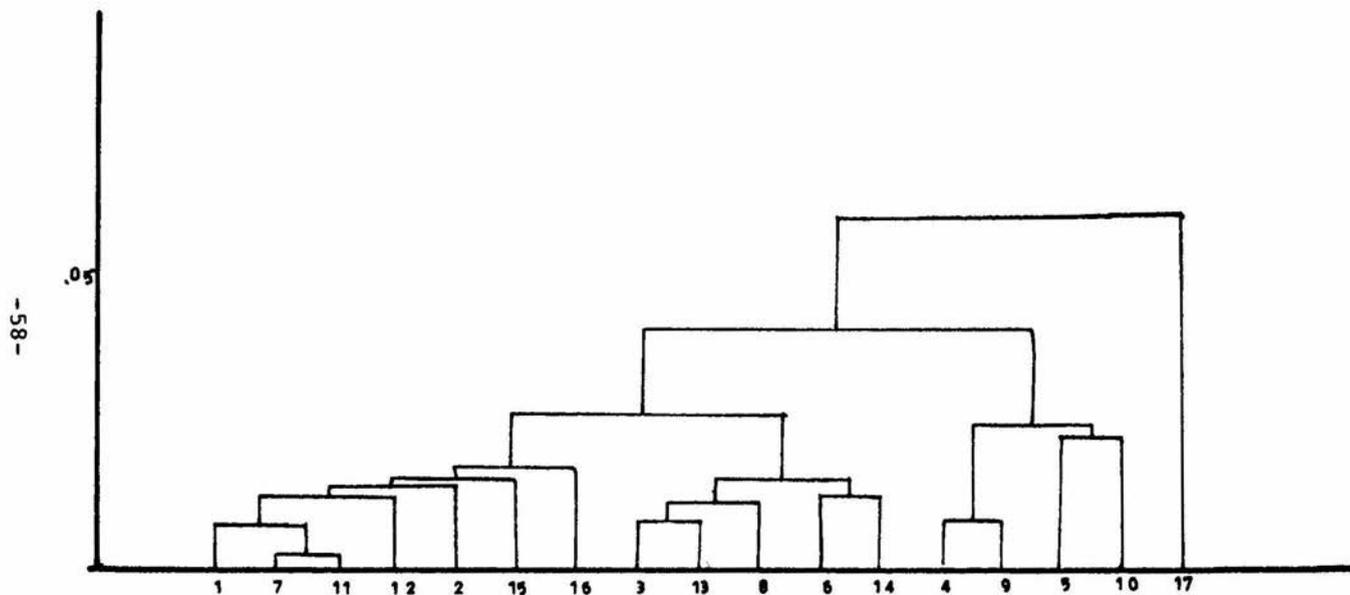


FIG. 38 DENDOGRAMA DE DISIMILITUD. OTOÑO 1983. SONTECOMAPAN, VER.

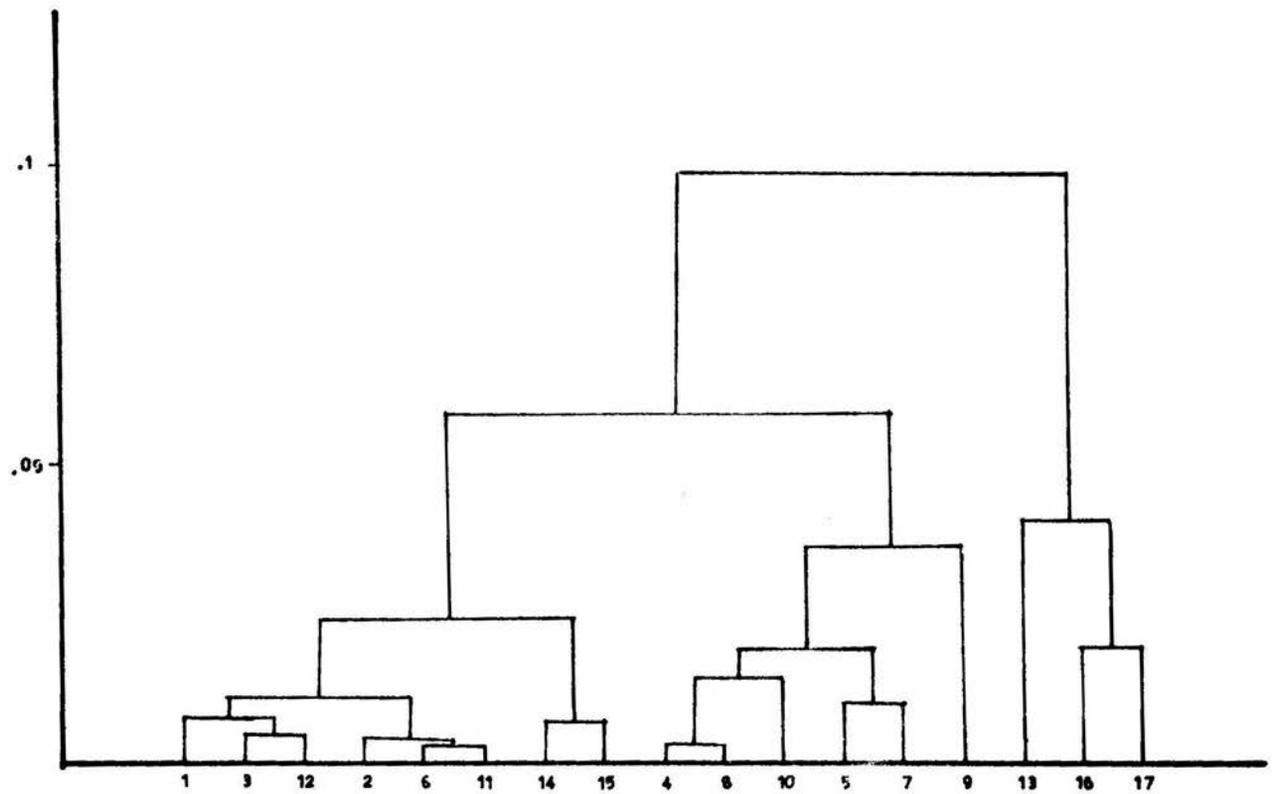


FIG.39 DENDOGRAMA DE DISIMILITUD. INVIERNO 1983. SONTECOMAPAN VER.

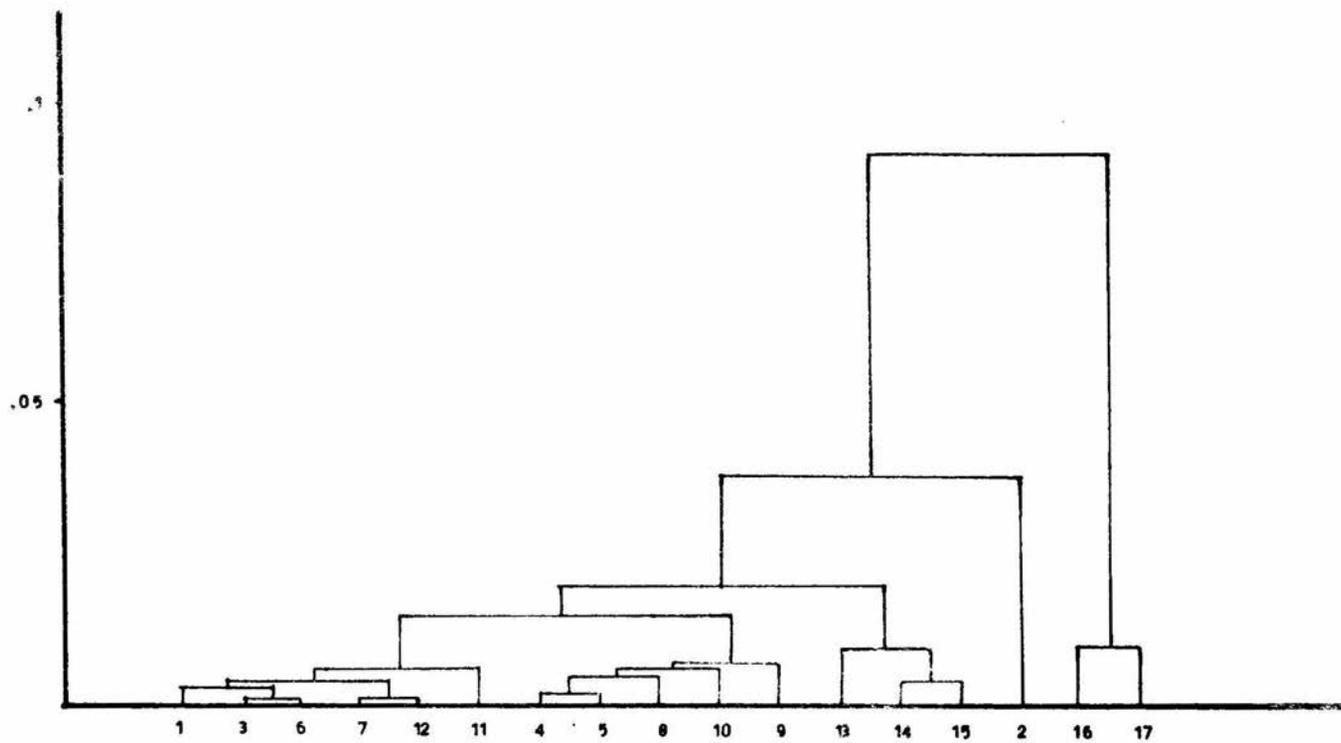


FIG. 40 DENDOGRAMA DE DISIMILITUD . ANUAL 1983-84

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		.98	.55	.59	.31	.27	.52	-.09	.50	-.04	.18	.24	-.38
2			.54	.56	-.29	.23	.47	-.15	.46	.02	.14	.28	-.33
3				.88	-.29	.45	.85	.14	-.25	-.46	-.20	.08	-.55
4					-.30	.33	.74	.16	-.06	-.51	-.18	.01	-.34
5						-.14	-.54	.09	.09	.21	-.33	.09	.27
6							.36	.21	.01	-.22	.14	.10	-.09
7								.21	-.23	-.29	.08	.05	-.66
8									.10	-.11	-.08	-.17	-.01
9										.20	.39	.04	.19
10											.11	.32	.28
11												.26	-.03
12													.18
13													

TABLA. 1.- MATRIZ DE CORRELACION

PARAMETROS: ANUAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		.98	.99	.95	.96	.99	.99	.96	.94	.95	.99	.99	.93	.97	.97	.74	.52
2			.98	.88	.91	.97	.98	.91	.87	.89	.96	.97	.87	.94	.94	.65	.41
3				.95	.97	.99	.99	.97	.94	.95	.99	.99	.93	.98	.97	.76	.54
4					.99	.96	.95	.99	.99	.99	.97	.95	.96	.96	.94	.85	.68
5						.97	.96	.99	.99	.99	.98	.97	.95	.97	.95	.83	.65
6							.99	.97	.95	.96	.99	.99	.94	.98	.97	.77	.55
7								.97	.94	.95	.99	.99	.93	.98	.98	.76	.55
8									.99	.99	.98	.97	.97	.98	.97	.86	.68
9										.99	.96	.95	.96	.96	.94	.86	.68
10											.97	.96	.97	.97	.96	.87	.71
11												.99	.95	.99	.98	.80	.60
12													.95	.99	.98	.78	.57
13														.97	.97	.92	.77
14															.99	.85	.67
15																.86	.68
16																	.95
17																	

TABLA. 2.- MATRIZ DE CORRELACION

ESTACIONES : ANUAL

BIBLIOGRAFIA

- Brower, J.E. y Zar, J.H., 1977, FIELD AND LABORATORY METHODS FOR GENERAL ECOLOGY, W.M.C. Brown Co, USA, p.p. 194.
- Burton, J.D., 1976, ESTUARINE CHEMISTRY, Academic Press, - New York 10003 USA, p.p. 229.
- CALENDARIO GRAFICO DE MAREAS, 1983, Veracruz, Ver., Dirección General de Oceanografía, Secretaría de Marina, México.
- CALENDARIO GRAFICO DE MAREAS, 1984, Veracruz, Ver., Dirección General de Oceanografía, Secretaría de Marina, México.
- Carlucci, A.F., et.al., 1972, NITRATE REDUCTION IN SEAWATER OF THE DEEP NITRITE MAXIMUM OF PERU, -- Readings in Aquatic Ecology, edited by Ford F.R. and Hazen E.W., Saunders Company, Philadelphia, p.p. 342.
- Carpelan, L.H., 1967, PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOUTHERN CALIFORNIA COASTAL LAGOONS, Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras UNAM-UNESCO, - nov. 28-30, México, D.F. p.p. 319-334.
- Crisol, J.V. y López, A.M.F., 1983, INTRODUCCION A LA TEORIA Y PRACTICA DE LA TAXONOMIA NUMERICA, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional Científico y Tecnológico, - Washington, D.C., p.p. 132.

- Contreras, E.F., 1980, CURSO TEORICO-PRACTICO Y MANUAL - DE TECNICAS HIDROBIOLOGICAS, Departamento de Zootecnia, Laboratorio de -- Oceanografía, Universidad Autónoma Me tropolitana-Iztapalapa, p.p. 131.
- Contreras, E.F., 1981, ALGUNOS INDICES DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN LA LAGUNA DE TAMIA -- HUA, VER., MEXICO, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa- DCBS. -- Departamento de Zootecnia, Ap. Post. - 55-355.
- Contreras, E.F. y Gutiérrez, M.F., 1981, VARIACION ESTACIONAL DE LOS PARAMETROS HIDROLOGICOS Y NUTRIENTES EN LA LAGUNA DE TAMIA -- HUA, VER., MEXICO, Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa- DCBS. - Departamento de Zootecnia, Ap. Post. - 55-355.
- Contreras, E.F., 1983, VARIACION EN LA HIDROLOGIA Y CONCENTRACIONES DE NUTRIENTES DEL AREA - ESTUARINO-LAGUNAR DE TUXPAN TAMPAMA - CHOCO, VER., MEXICO, Biótica Vol. 8 - Nos. 2, México, p.p. 201-213.
- Chinolla, R.C., 1984, CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA MACROFAUNA BENTONICA INTERMAREAL EN - SONTECOMAPAN, VER., Tesis Profesio -- nal, ENEP Iztacala, Los Reyes Iztacala, Tlanepantla Edo. de México, p.p. 65.

- Danies, R.G., 1971, COMPUTER PROGRAMMING IN QUANTITATIVE BIOLOGY, Academic Press, New York.
- De la Cruz, A.G., y Franco, L.J., 1981, ECOLOGIA DE LAS COMUNIDADES NECTONICAS Y BENTONICAS - DE LA LAGUNA DE SONTECOMAPAN, VER., - ENEP Iztacala UNAM, Los Reyes Iztacala, Tlanepantla Edo. de México, inedito.
- Donald, C. et.al., 1975, THE ROLE OF RESUSPENDED BOTTOM MUD IN NUTRIENT CYCLES OF SHALLOW EMBAYMENTS, Estuarine Research Vol. 1 - Part. 2, G.C.A., p.p. 563-579.
- Dugdale, R.C., 1972, NUTRIENT LIMITATION IN THE SEA DYNAMICS, IDENTIFICATION AND SIGNIFICANCE, Reading in Aquatic Ecology, edited by Ford F.R. and Hazen E.V., Saunders Company Philadelphia, p.p. 349 - 359.
- Edmonson, W.T., 1972, PHOSPHORUS, NITROGEN AND ALGAE IN LAKE WASHINGTON AFTER DIVERSION OF SEWAGE, Reading in Aquatic Ecology, edited by Ford F.R. and Hazen E.W., Saunders Company Philadelphia, p.p. 373 - 374.
- Edmonson, W.T., 1972, CHANGES IN LAKE WASHINGTON FOLLOWING AND INCREASE IN THE NUTRIENT INCOME, Reading in Aquatic Ecology, edited by Ford F.R. and Hazen E.W., Saunders Company Philadelphia, p.p. 364 - 372.

- Ford, F.R. and Hazen, W.E., 1972, READINGS IN ACUATIC ECOLOGY, W.B., Saunders Company, Philadelphia USA., p.p. 415.
- Foster, P., 1976, MULTIVARIATE ANALYSIS OF SURFACE WATER CHARACTERISTICS OF THE SUMMER REGIME - OF THE WESTERN IRISH SEA, J. Exp. Mar. Bid. Ecol., Vol. 25, p.p. 171-185.
- Haertel, L. et.al., 1969, NUTRIENT AND PLANKTON ECOLOGY - OF THE COLUMBIA RIVER ESTUARY, Ecology, Vol. 50, No. 6 p.p. 962-977.
- Haines, E.B., 1979, INTERACTIONS BETWEEN GEORGIA SALT MARSHES AND COASTAL WATERS: A CHANGING PARADIGM., Contribution No. 382 of the - University of Georgia Marine Institute, Marsh-Estuary Interactions, USA, - p.p. 35-46.
- Hobbie, J.E. et.al., 1975, SOURCES AND FATES OF NUTRIENTS OF THE PALMICO RIVER ESTUARY NORTH CAROLINA, Estuarine Research, Academic - Ed. L.E. Cronin Vol. 1 Press, New York USA, p.p. 287-302.
- Legendre, L. y P. Legendre., 1979, ECOLOGIE NUMERIQUE TOME 2 LA STRUCTURE DES DONNEES ECOLOGIQUES. Marsson et les Presses de L' Université du Québec, Paris y Québec.
- López, G. Héctor, 1979, MANEJO DE LAGUNAS COSTERAS, Centro de Educación Continua, División de Estudios Superiores Facultad de Ingeniería UNAM. p.p. 21.

- Lugo y Sneadaker, 1974, THE ECOLOGY OF MANGROVES, Annual -
Review of Ecology and Systematics, Vol.
5 p.p. 39-63.
- Margalef, R., 1969, COMUNIDADES PLANCTONICAS EN LAGUNAS --
COSTERAS, Mem. Simp. Intern. Lagunas --
Costeras. UNAM-UNESCO. Nov. 28-30, 1967
México, D.F., p.p. 545-562.
- Margalef, R., 1981, ECOLOGIA, Ed. Planeta, 2a. ed., Espa -
ña, p.p. 252.
- Nixon, W. Scott, 1980, BETWEEN COASTAL MARSHES AND COASTAL -
WATERS-A REVIEW OF TWENTY YEARS OF SPECU
LATION AND RESEARCH ON THE ROLE OF SALT
MARSHES IN ESTUARINE PRODUCTIVITY AND WA
TER CHEMISTRY, Rhode Island 02881, Kings
ton USA, p.p. 502.
- Odum, E.P. and de la Cruz, A., 1967, Particulate organic de
tritus in Georgia Salt Marsh estuarine -
ecosystem, Estuaries, America Associa --
tion for the advancement of Science, edi
ted G.H. Lau 88 No. 83 USA. p.p. 383-388.
- Okuda, T., 1967, ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CONDICIONES HI-
DROGRAFICAS DE LAS LAGUNAS DE UNARE Y TA
CARGIUA, VENEZUELA, Mem. Simp. Intern. -
Lagunas Costeras UNAM-UNESCO, Nov. 28-30
México, D.F., p.p. 291-300.
- Oppenheimer, C.H., 1969, GEOMICROBIAL EFECTS ON ESTUARINE -
ENVIROMENTS, Mem. Simp. Intern. Lagunas
Costeras UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, Méxi-
co, D.F., p.p. 315-325.

- Poweroy, L.R. et.al., 1965, THE EXCHANGE OF PHOSPHATE BETWEEN ESTUARINE WATER AND SEDIMENTS. -- Limnol. Oceanogr. No. 10, USA, p.p. -- 167-172.
- Poweroy, L.R.et.al., 1967, THE PHOSPHORUS AND ZINC CYCLES AND PRODUCTIVITY OF A SALT MARSH. Symposiun Held at Ann Arbor, MI, USA, p.- p. 412-430.
- Postma, H., 1969, CHEMISTRY OF COASTAL LAGOONS, Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, México, D.F., p.p. 421-430.
- Prakash, A. et.al., 1969, THE INFLUENCE OF HUMIC SUBSTANCES ON COASTAL PHYTOPLANKTON PRODUCTIVITY, Mem. Simp. Intern. Lagunas Coste ras UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, México, - D.F., p.p. 431-438.
- Reséndez, M.A., 1980, HIDROLOGIA E ICTIOLOGIA DE LA LAGUNA DE SONTECOMAPAN, VER., MEXICO. Lab. de Ictiología, Departamento de Zoolo - gía, Instituto de Biología, UNAM Méxi - co, p.p. 25.
- Ruttener Franz, 1875, FUNDAMENTALS OF LIMNOLOGY, Universi ty of Toronto Press, 3a. ed., Canadá , p.p. 307.
- Ryther, J.H., 1972, NITROGEN, PHOSPHORUS AND EUTROPHICA - TION IN THE COASTAL MARINE ENVIROMENT, Readings in Acuatic Ecology, Sounders Company Phyladelphia, USA, p.p.375-380.

Falta página

N° 69

- Sokal, R.R., 1969, BIOMETRY, Ed. Blume, Madrid, España, -
p.p. 831.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R., 1972, A PRACTICAL -
HANDBOOK OF SEAWATER ANALYSIS, Fishes -
Research Board of Canada, Bulletin 167, 2o. ed., Ottawa, p.p. 309.
- V. Botello A., 1978, VARIACION DE LOS PARAMETROS HIDROLO-
GICOS EN LAS EPOCAS DE SEQUIAS Y LLU -
VIAS (MAYO Y NOVIEMBRE DE 1974) EN LA
LAGUNA DE TERMINOS CAMPECHE, MEXICO. -
An. Centro Cienc. del Mar y Limnología,
UNAM México, 5 (1) p.p. 159-178.
- Villalobos, F.A. et.al., 1975, ESTUDIOS HIDROLOGICOS EN -
LA LAGUNA DE ALVARADO, An. Inst. Biol.
Univ. Nal. Auton. México, Ser. Zoolo -
gía, (1), p.p. 134.
- Watt, W.D. et.al., 1972, TRACER STUDY OF THE PHOSPHORUS -
CYCLE IN SEA WATER, Readings in Aqua -
tic Ecology, edited by Ford R. and Ha -
zen E.W., Saunders Company, Phyladel -
phia USA, p.p. 332-341.