

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DINAMICA DE LAS COMUNIDADES FITOPLANCTONICAS
EN LA LAGUNA DEL CARPINTERO, TAMPICO,
TAMAULIPAS, MEXICO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA

JUAN ORTIZ ROSALES

MONTERREY, NUEVO LEON, MEXICO

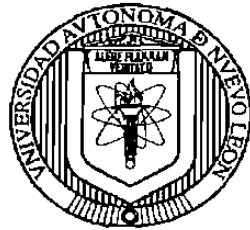
AGOSTO DE 1997

TD
Z532
FCB
199
077



1020145820

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DINAMICA DE LAS COMUNIDADES FITOPLANCTONICAS
EN LA LAGUNA DEL CARPINTERO, TAMPICO,
TAMAULIPAS, MEXICO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA

JUAN ORTIZ ROSALES

MONTERREY, NUEVO LEON, MEXICO

AGOSTO DE 1997

0150-44660

TD
Z5320
FCB
1997
077



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

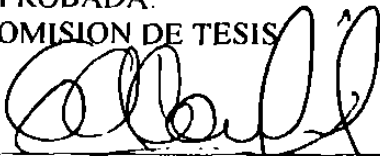
DINAMICA DE LAS COMUNIDADES FITOPLANCTONICAS EN LA LAGUNA
DEL CARPINTERO, TAMPICO, TAMAULIPAS, MEXICO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA

JUAN ORTIZ ROSALES

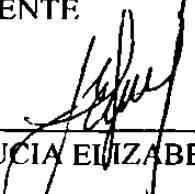
APROBADA:
COMISION DE TESIS



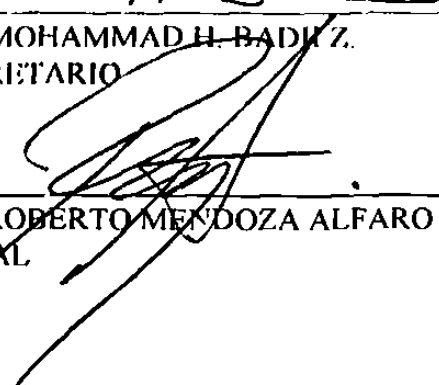
DR. GUILLERMO A. COMPEÁN JIMENEZ
PRESIDENTE



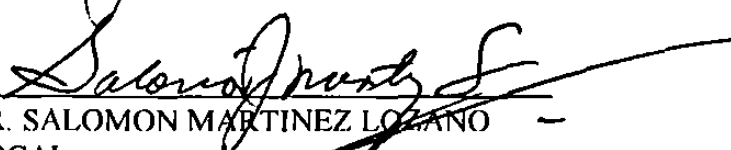
DR. MOHAMMAD H. BADI Z.
SECRETARIO



DRA. LUCÍA ELIZABETH CRUZ SUAREZ
VOCAL



DR. ROBERTO MENDOZA ALFARO
VOCAL



DR. SALOMON MARTINEZ LOZANO
VOCAL

MONTERREY, NUEVO LEON, MEXICO

AGOSTO DE 1997

INDICE

Página

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Lista de figuras	
Lista de tablas	
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Composición del fitoplancton.....	1
1.1.2. Características morfológicas y fisiológicas.....	2
1.1.3. Características del desarrollo y crecimiento.....	3
a) Luz y temperatura.....	3
b) Materia orgánica y nutrientes.....	4
1.1.4. Productividad fitoplanctónica.....	5
1.1.5. Dinámica estacional.....	5
1.1.6. Distribución horizontal y vertical.....	8
1.2. Área de estudio.....	9
1.2.1. Fisiografía.....	9
1.2.2. Aspectos oceanográficos.....	11
1.2.3. Corrientes.....	11
1.2.4. Parámetros fisicoquímicos.....	12
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	13
2.1. Material.....	13
2.2. Métodos.....	13
2.2.1. Muestreos.....	13
2.2.1.1. Sitios de muestreo.....	13
2.2.2. Muestras de fitoplancton.....	15
2.2.3. Marco ambiental.....	15
2.2.4. Análisis de comunidades.....	15
2.2.4.1. Análisis cualitativo.....	15
2.2.4.2. Análisis cuantitativo.....	16
2.2.4.3. Índices ecológicos.....	16
2.2.5. Relaciones comunidad - medio ambiente.....	17
2.2.6. Formulación del modelo de comportamiento ecológico del fitoplancton.....	18
III. RESULTADOS.....	19
3.1. Marco ambiental.....	19
3.2. Composición específica del fitoplancton.....	28
3.2.1. Fitoplancton cualitativo.....	34
a). Riqueza de especies.....	38

b). Abundancia relativa.....	38
c). Ciclo anual.....	41
3.3. Parámetros de la estructura fitoplanctónica.....	45
IV. DISCUSIÓN.....	82
4.1. Marco ambiental.....	82
4.2. Estructura del fitoplancton del área de estudio.....	83
V. CONCLUSIONES.....	88
VI. LITERATURA CITADA.....	89
ANEXOS	95

DEDICATORIA

A MIS PADRES

**Sr. José Ortíz Gonzalez y
Sra. María de los Angeles Rosales**, quienes con sus aspiraciones de superación para sus hijos, sembraron la semilla de aprovechar todas las oportunidades de aprender y nunca pensar que hemos llegado, sino continuar siempre adelante.

**A MI ESPOSA E HIJA
María del Socorro y Melisa**
por quienes todo esfuerzo que haga en mi vida profesional y académica nunca serán suficientes para demostrarles mi amor, dedicación y admiración que siento por mi esposa y algo no explicable a Melisa por permitirme sentir ser Padre.

A TODOS MIS MAESTROS Y AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero reconocimiento y de una manera muy especial a la Biol. María Ana Garza Barrientos, por sus grandes enseñanzas durante toda mi formación profesional.

Al Dr. Guillermo A. Compéan J. por quién, sin su apoyo y dirección, no hubiera podido desarrollar la presente investigación, además de formar parte de la Comisión de Tesis como Presidente. Del mismo modo, al Dr. Roberto Cortés Altamirano, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, estación Mazatlán, quién participó como asesor externo y, por su valiosa aportación en la parte taxonómica y de interpretación ecológica de los resultados.

El Dr. Mohammed H. Badii Z. señaló la interpretación estadística y forma parte de la Comisión como Secretario. Los Drs. Lucia Elizabeth Cruz S., Roberto Mendoza Alfaro y Salomón Martínez Lozano quienes, además de aportar múltiples sugerencias para la mejor redacción del documento, completaron el Comité de Tesis.

De una manera, también, muy especial, al M.C. Roberto Mercado Hernández quien contribuyó con la parte computacional de los estudios, tanto en programación como de interpretación de los resultados.

Al Instituto Nacional de la Pesca a través del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en Tampico, Tamaulipas, por las facilidades para desarrollar y concluir este estudio.

No es mi intención omitir a alguna persona, por lo tanto expreso a todos y cada uno de mis maestros y amigos su amistad y apoyo durante mi etapa como tesista.

A todos Muchas Gracias

LISTA DE FIGURAS

Figura.	Página
1. Localización del área de estudio.....	10
2. Temperatura (A) y precipitación (B) promedio para Tampico, Tamaulipas, 1979 - 1993.....	11
3. Variación mensual de las mareas (m) para Tamaulipas 1987 - 1993...	12
4. Localización de sitios de muestreo.....	14
5. Variación mensual de la profundidad (m) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	19
6. Variación mensual de la transparencia (m) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	20
7. Variación mensual de la temperatura del aire (°C) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	21
8. Variación mensual de la temperatura del agua (°C) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	22
9. Variación mensual de la salinidad (‰) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (A).....	23
10. Variación mensual del potencial Hidrógeno (pH) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	24
11. Variación mensual de los fosfatos (mg-at/l) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	25
12. Variación mensual de los nitratos (mg-at/l) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	26
13. Variación mensual de los nitritos (mg-at/l) por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B).....	27
14. Número de especies totales para superficie (A) y fondo (B) 1992 - 1993	34.
15. Número de especies por división y mes para superficie (A) y fondo (B) 1992 - 1993.....	35
16. Número de especies por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992.....	36
17. Número de especies por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993.....	37.
18. Abundancia relativa (cél/l) por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992.....	38
19. Abundancia relativa (cél/l) por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993.....	39
20. Abundancia relativa (cél/l) por división y mes de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992 - 1993.....	40
21. Índice de diversidad de Shannon (H') por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992.....	45
22. Índice de diversidad de Shannon (H') por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993.....	46
23. Índice de Simpson (Ds) por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992.....	47

24. Índice de Simpson (Ds) por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993.....	48
25. Índice de equitatividad (E) de Pielou por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992.....	49
26. Índice de equitatividad (E) de Pielou por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993.....	50
27. Índice de redundancia (REDI) de McIntire y Overton por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992.....	51
28. Índice de redundancia (REDI) de McIntire y Overton por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993.....	52

LISTA DE TABLAS

Tabla.	Página
1. Valores del Índice de Valor Biológico (IVB) para las especies más importantes según su abundancia relativa y frecuencia, utilizando el 95 % de la información para muestras de superficie de 1992.....	54
2. Valores del Índice de Valor Biológico (IVB) para las especies más importantes según su abundancia relativa y frecuencia, utilizando el 95 % de la información para muestras de fondo de 1992.....	57
3. Valores del Índice de Valor Biológico (IVB) para las especies más importantes según su abundancia relativa y frecuencia, utilizando el 95 % de la información para muestras de superficie de 1993.....	60
4. Valores del Índice de Valor Biológico (IVB) para las especies más importantes según su abundancia relativa y frecuencia, utilizando el 95 % de la información para muestras de fondo de 1993.....	63
5. Total de especies cuantificadas en las muestras de superficie, su abundancia relativa y Amplitud del Nicho Temporal (Bi) 1992 - 1993.....	66
6. Total de especies cuantificadas en las muestras de fondo, su abundancia relativa y Amplitud del Nicho Temporal (Bi) 1992 - 1993.....	70
7. Valores de Similitud de Morisita entre muestras de superficie 1992.	74
8. Valores de Similitud de Morisita entre muestras de fondo 1992.	74
9. Valores de Similitud de Morisita entre muestras de superficie 1993.	75
10. Valores de Similitud de Morisita entre muestras de fondo 1993.	75
11. Valores de Chi cuadrada (χ^2) para muestras mezcladas por sitio de muestreo para 1992.	76
12. Valores de Chi cuadrada (χ^2) para muestras mezcladas por sitio de muestreo para 1993.	76
13. Coeficientes de Correlación de Pearson según número de especies por grupos en superficie 1992 - 1993.....	77
14. Coeficientes de Correlación de Pearson según número de especies por grupos en fondo 1992 - 1993.....	77
15. Coeficientes de Correlación de Pearson según abundancia relativa por grupos en superficie 1992 - 1993.....	78
16. Coeficientes de Correlación de Pearson según abundancia relativa por grupos en fondo 1992 - 1993.....	78
17. Ecuaciones obtenidas según Regresión Lineal Múltiple entre las divisiones fitoplanctónicas y los parámetros ambientales para superficie 1992 - 1993...	80
18. Ecuaciones obtenidas según Regresión Lineal Múltiple entre divisiones fitoplanctónicas y los parámetros ambientales para fondo 1992 - 1993.....	81
19. Parámetros fisicoquímicos de influencia para 1992.....	96
20. Parámetros fisicoquímicos de influencia para 1993.....	99
21. Número de especies y abundancia relativa por división, mes y profundidad de muestreo para muestras mezcladas 1992.....	102
22. Número de especies y abundancia relativa por división, mes y profundidad de muestreo para muestras mezcladas 1993.....	103

23. Valores de los índices de importancia ecológica obtenidos por mes (M), sitio de muestreo (Sm) y profundidad (P) para 1992.....	104
24. Valores de los índices de importancia ecológica obtenidos por mes (M), sitio de muestreo (Sm) y profundidad (P) para 1993.....	108
25. Riqueza de especies para muestras mezcladas por sitio de muestreo y mes 1992.....	112
26. Riqueza de especies para muestras mezcladas por sitio de muestreo y mes 1993.....	112

RESUMEN

La Laguna del Carpintero ha sido objeto de pocos estudios, y hasta el momento ninguno de tipo ecológico, a pesar de que por su posición geográfica recibe aportes de materia orgánica que impactan directamente en la dinámica del sistema. Esta investigación tuvo como principal objetivo "Determinar y analizar la composición de las comunidades microalgales, con la finalidad de obtener un modelo de comportamiento ecológico del fitoplancton del área anotada". Considerando que este comportamiento en la zona de estudio es una respuesta a las características ambientales, se realizaron los monitoreos de forma mensual durante 1992 - 1993. Las muestras se tomaron en ocho sitios en función de un estudio preliminar. El marco ambiental se realizó *in situ*, y el fitoplancton se tomó con botella muestreadora en superficie y fondo. El número total de muestras fue de 384, el tamaño de muestra fue de 125 ml. Estas se analizaron cualitativa y cuantitativamente. El análisis de los resultados nos permite inferir que este cuerpo acuático tiene las características de un sistema ubicado en la zona biogeográfica tropical, de acuerdo al rango de temperatura registrado. Con régimen de agua dulce a mesohalino (sistema Venice *in* Perkins, 1974) de acuerdo a los valores de salinidad encontrados (2 a 20 ‰). Estos factores están en relación directa a los cambios ambientales, mismos que también repercuten en la disponibilidad de los nutrientes durante el ciclo anual. El número de especies anotado (178) es significativamente superior al reportado en otros estudios (30) para la laguna objeto de estudio, pero similar (132) a la reportada para la del Chairel, del mismo sistema lagunario. La composición taxonómica indica la presencia de las divisiones clorofita, euglenofita, dinoflagelada, crisofita y cianofita; de las cuales, las crisofitas fueron (en lagunas costeras normalmente son las cianofitas a excepción de las de amplia influencia marina) las especies mejor representadas tanto en riqueza como en abundancia relativa durante el ciclo anual. Al considerar los altos valores de diversidad (Shannon) obtenidos, este cuerpo lagunar es comparable a los de latitudes medias, y de comunidades semejantes a las oceánicas de mares tropicales de alta diversidad, y más correctamente de lagos oligotróficos de alta diversidad. Los datos de redundancia (McIntire y Overton, 1971) muestran una completa falta de dominancia, con un comportamiento de distribución casi uniforme al analizar los resultados de equitatividad (Simpson y Pielou). Se encontró una amplia distribución del fitoplancton durante todo el período de estudio de acuerdo al IVB (Sanders, 1960) y Bi (Levins, 1969), con las especies *Merismopedia tenuissima*, *Synedra ulna*, *Gomphosphaeria oponina*, *Oocystis ehremospheria*, *Cocconeis placentula*, *Gyrosigma acuminatum* y *Nitzschia closterium*. El índice de similitud (Morisita, 1959) muestra que la zona pertenece a una sola asociación de especies en donde la amplia distribución de los Bi de algunas especies reflejan condiciones similares. Por otra parte, en base al análisis de Chi cuadrada de las especies por sitio de colecta, la comunidad fue heterogénea durante 1992, mientras que en 1993 fue homogénea. Los coeficientes de correlación (Pearson) entre divisiones fitoplanctónicas, tanto para riqueza de especies como para abundancia relativa, indican asociación significativa con $\alpha < 0.05$ entre grupos, excepto para las formadas por clorofita - Euglenofita, Dinoflagelada - Cianofita (riqueza) y Dinoflagelada - Euglenofita (abundancia relativa). La regresión lineal múltiple entre parámetros biótico - abióticos para el desarrollo y distribución del fitoplancton en la zona mostraron correlación significativa de las divisiones algales con los factores: sitio de colecta, nubosidad, viento, transparencia, temperatura, salinidad, potencial Hidrógeno, fosfatos, nitratos, nitritos, marea y olor del agua con "r" desde 0.28 hasta 0.77 y "F" desde 16.26 hasta

31.93 con $P < 0.01$, para todos los casos. La mayor dependencia en factores ambientales fue para las crisofitas, mientras que para las cianofitas solo los fosfatos, viento y nubosidad. Las clorofitas mostraron significancia negativa con la salinidad, situandolas como indicadoras del componente de agua dulce en el sistema. Al considerar estos resultados en su conjunto, se puede concluir que el fitoplancton de la Laguna del Carpintero esta influenciado significativamente por las características medioambientales, tanto en tiempo como en espacio (sitio de muestreo), por lo tanto la hipótesis planteada al principio de esta investigación - el comportamiento ecológico del fitoplancton del área de estudio es una respuesta a las características ambientales en la zona - es aceptada (demostrada).

ABSTRACT

Laguna del Carpintero has been object of few studies, and so far, none of them have been ecological, eventhough its geographic position receives contributions of organic matter that directly impact the system's dynamics. This investigation had as a main objective to "Determine and analyze the composition of the microalgal communities, with the purpose of obtaining an ecological behavior model of the area's phytoplankton". Considering that this behavior on the study area is an answer to the environmental characteristics, monthly monitoring was done during 1992 and 1993. The samples were taken from eight sites, depending on a preliminary study. The environmental frame was made *in situ*, and the phytoplankton was taken with a sampling bottle of the surface and bottom. The number of samples was 384, the sample size was 125 ml. these were analyzed qualitative and quantitatively. The analysis of the results allows us to infer that this body of water has the characteristics of a system placed in the tropical biogeographic zone, according to the temperature range registred, with a freshwater to mesohaline regime, according to the salinity values found (2 to 20 ‰). These factors are directly to the environmental changes, which also has repercussions on the nutrient availability during the annual cycle. The number of species written (178) is significantly higher to that reported on other studies (30), but similar to that of Laguna de Chairel (132) which is on the same Rio Panuco system. The taxonomic composition indicates that chrysophyta were (on coastal lagoons the cyanophyta are the most common, except for those of wide marine influence) the species best represented both, in richness well as in relative abundance during the annual cycle. While considering the high values on diversity (Shannon) obtained, this lagoon body is comparable with those on middle latitudes and communities that are similar to the ones on tropical seas with high diversity, and more accuratly with the ones on oligotrophic lakes with high diversity. The redundancy data (McIntire and Overton) shows a complete lack of dominance, with a distribution behavior almost uniform while analyzing the equitativity results (Simpson and Pielou). A wide phytoplankton distribution was found during the whole study period according to the IVB (Sanders) and Bi (Levins), with the species such as *Merismopedia tenuissima*, *Synedra ulna*, *Gomphosphaeria oponina*, *Oocystis ehremosphaeria*, *Cocconeis placentula*, *Gyrosigma acuminatum* and *Nitzschia closterium*. The similitude index (Morisita) shows that the zone belongs to a single specie association in which the wide distribution of the Bi's of some species reflects similar conditions. On the other hand, based on the Chi square analysis of the species per collecting site, the community was heterogeneous during 1992, meanwhile during 1993 was heterogeneous. The correlation coefficients (Pearson) among phytoplankton divisions, both, for specie richness as well as for relative abundance, indicate a significant association with $\alpha < 0.05$ among groups, except for those formed by Chlorophyta - Euglenophyta, Dinoflagellata - Cynophyta (on richness) and Dinoflagellata - Euglenophyta (on relative abundance). The multiple linear regression among biotic - abiotic parameters for the development and distribution of phytoplankton on the zone showed significant correlation on the algae divisions with the following factors: collecting site, cloudiness, wind, transparency, temperature, salinity, Hydrogen potential, phosphates, nitrates, nitrites, tide and water odor with an "r" from 0.28 to 0.77 and "F" from 16.26 to 31.93 with $P < 0.01$, for all cases. The highest dependence on environmental factors was for the chrysophyta, meanwhile for the cyanophyta was only the phosphates, wind and cloudiness. The chlorophyta showed negative

significance for salinity, placing them as an indicator of freshwater on the system. While considering these results as a set, it can be concluded that the phytoplankton of Laguna del Carpintero is significantly influenced by the environmental characteristics, both, as well as in space (sampling site), therefore the hypothesis posed at the beginning of this investigation - the phytoplankton ecological behavior on the study area is an answer to the environmental characteristics- is accepted (demonstrated).

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El fitoplancton es un conjunto diverso de plantas microscópicas (Meadows and Campbell, 1978) unicelulares (Turk, *et al.*, 1978; Wetzel, 1981; Nienhius, 1984) cuyo movimiento es dependiente de la circulación del agua (Turk, *et al.*, 1981) y constituyen el primer nivel trófico en los ecosistemas acuáticos (Round, 1973; Kendeigh, 1974; Chisholm, 1992).

1.1.1. Composición del fitoplancton.

El fitoplancton está constituido principalmente por nueve divisiones, las cuales se presentan en mayor o menor dominancia según las características de salinidad del ecosistema. En el medio oceánico, los grupos relevantes son las diatomeas (Clase Bacillariophyceae) y dinoflagelados (Clase Dinoflagellata), en el estuarino, además de las anotadas, se encuentran algas azul-verdes (Cyanophyta), algas verdes (Chlorophyta), euglenoideas (Euglenophyta), criptomonadales (Cryptophyta); siendo las clorofitas las mejor representadas del agua dulce (Prescott, 1962; Margalef, 1969; Wetzel, 1981; Contreras, 1985; Gómez-Aguirre, 1987; Marshal, 1987).

La composición de las especies fitoplanctónicas ha sido analizada por diversos autores, entre otros cabe mencionar, los estudios realizados en el Golfo de California por Gómez-Aguirre (1981), y del sector occidental de este sistema (Manrique, 1987), quienes registraron una dominancia por dinoflagelados, flagelados y diatomeas en función de los cambios de temperatura y nutrientes. Para la región de EL Sauzal, Punta Blanca, Punta Rosarito, parte central y norte del Golfo, las comunidades de especies estuvieron dominadas por diatomeas y dinoflagelados tecados; estando las poblaciones determinadas en relación a la mezcla de aguas frías de La Corriente de California y cálidas de La Corriente de Davidson (Hernández-Becerril, 1985, 1985, 1985). En la zona central se encontró una alta diversidad de especies ($H' = 5.00$ a 5.87) definiendo, en base a éste, una sola asociación de algas codominantes (Garate-Lizarraga, Siqueiros-Beltrones y Deveze, 1990). Un resultado similar se encontró en la zona de La Poza (Siqueiros-Beltrones, 1990) en donde los valores de diversidad de Shannon ($H' = 3.30$), de Simpson ($D_s = 0.80$), y la similitud de Jaccard (0.672) mostraron influencia de las condiciones extremas. Santamaría del Angel y Nuñez (1991) encuentran, para la zona de Puerto Don Juan, Bahía de los Angeles, una distribución y abundancia fitoplanctónica homogénea y dependiente de las variaciones en las corrientes de marea.

En el sistema lagunario de Tamaulipas, las poblaciones fitoplanctónicas muestran relación directa de las especies con la salinidad y transparencia en el estero de Garabitas (Cid, 1984), y con la luz (de La Tejera, 1984) en la Laguna de San Andrés. Briones (1985) encuentra, en el estero Barra del Tordo, que la salinidad y la transparencia guardan una relación directa entre sí y con la población planctónica. La estructura de las microalgas en la Laguna del Carpintero esta compuesta por 30 especies, de las cuales, las clorofitas fueron las más frecuentes, seguidas por las crisofitas, cianofitas y dinoflageladas, con dominancia de *Scenedesmus sp.* en abril y agosto, *Senedesmus sp.* y *Anacystis sp.* en mayo, *Microcystis sp.* en junio y septiembre, *Chlorella sp.* en octubre y noviembre (Morales, 1985). La dominancia por

clorofitas se observó, también, por Tavera y Cabrera (1985), Verdejo (1985), Arellano (1987) y Margain (1981) quienes encuentran relación directa entre las poblaciones algales con la temperatura, transparencia, fósforo total y clorofila "a", anotando, además, la presencia de 132 especies para la Laguna del Chairel (Tavera, 1987). El fitoplancton de el área marina de Tampico a Veracruz, estuvo determinado por las cianofitas, pirrofitas, silicoflagelados, coccolitoforidos, fitoflagelados y bacilariofitas; con rango de diversidad de 1.96 a 3.58, con distribución homogénea (Avendaño y Garfias, 1987). Por otra parte, las comunidades fitoplanctónicas y fitobénticas en la zona de influencia de los ríos Tonalá y Coatzacoalcos, Veracruz, estan compuestas por los géneros *Coscinodiscus sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Nitzschia sp.* y *Rhizosolenia sp.* (diatomeas); *Ceratium sp.*, *Dinophysis sp.*, *Nematodinium sp.* (dinoflagelados); con una relación significativa entre el incremento de los valores de demanda bioquímica de oxígeno y la frecuencia de las poblaciones de *Ceratium sp.* (Cárdenas y segura, 1987). Las poblaciones microalgales en las aguas adyacentes a Isla Verde, Ver., estuvieron compuestas por 242 especies de diatomeas, 80 de dinoflagelados, ocho de clorofitas y seis cianofitas; con los géneros *Chaetoceros sp.* y *Nitzschiasp.* como las más importantes. Los altos valores de densidad y diversidad variaron con los cambios temporales denominados "nortes" (Pananá, 1987).

La influencia de las mencionadas tormentas, también fueron determinantes de la ficoflora en la Bahía de Campeche, las cuales junto con la disponibilidad de nutrientes y penetración de luz (Santoyo y Signoret, 1877), originaron la existencia de dos capas diferentes estructuralmente, una superficial con valores de diversidad (1.9 a 4.3) y afinidad (1 a 82.9 %) poco constantes y bajos a través del tiempo, y la de fondo con valores más altos para ambos parámetros, con una composición cualitativa, también diferente. Hernández-Becerril (1991) anota, para las aguas costeras de Quintana Roo, 46 taxa de dinoflagelados, la mayoría de las cuales son tecadas y planctónicas; también reporta, la detección de especies de dinoflagelados que forman mareas rojas (*Pyrodinium bahamence*, *Ostreopsis lenticularis*).

1.1.2. Características morfológicas y fisiológicas

Una característica importante del fitoplancton es la fotosíntesis autotrófica como vía principal de nutrición y síntesis de nueva materia orgánica para el organismo (Wetzel, 1981). Esta función fisiológica se debe, en gran medida, a la presencia de los pigmentos fotosintéticos (clorofilas, carotenoides y biliproteínas); de éstos, la clorofila "a" es el más importante, y se encuentra en todas las algas (Hutchinson, 1961; Wetzel, *op cit.*, Nienhius, 1984).

La respuesta fotosintética de las microalgas a fluctuaciones de temperatura ha sido analizado en experimentos de laboratorio (Fawley, 1984), en donde, se tiene reportado variación del tamaño de la célula en diatomeas, en relación a incrementos térmicos desde 23 a 25 °C; encontrándose, además, la tasa de división celular máxima en el primer gradiente de temperatura (23 °C), dependiente de la intensidad lumínica. *Cyclotella meneghiniana* mostró valores más altos en volumen del cloroplasto, de mitocondrias, de núcleo, de citoplasma y de pared celular cuando se sometió a medios de cultivo con bajas deficiencias de nitrógeno y fósforo, en dos periodos (5 y 8 días) de experimentación a baja ($10.1 \pm 1.5 \mu\text{E. m}^{-2} \text{ S}^{-1}$) intensidad de luz (Rosen and Lowe, 1984). *Thalassiosira pseudonana* alcanzó un volumen celular máximo ($56.4 \mu\text{m}^3$) cuando se incrementó la intensidad lumínica ($18.9 \mu\text{mol. foton. m}^{-2} \text{ S}^{-1}$) dentro de las primeras cinco horas de experimentación, disminuyendo, éste, cuando

se redujo la intensidad de luz ($4.5 \mu\text{mol. foton. m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$) y se incrementó el tiempo de exposición en 2 hs. (Thompson, Harrison and Parslow, 1991). Resultados similares han sido reportados para *Chaetoceros protuberans* (Morel, et al., 1987), *skeletonema costatum* (Langdon, 1986) y *Dunaliella tertiolecta* (Osborne and Raven, 1986).

Davison (1991) y Sujenika et al., (1987), encuentran un incremento progresivo de la tasa fotosintética algal con el incremento de temperatura desde 1.5 hasta 2.0 °C; la fotosíntesis continua hasta la temperatura óptima para cada especie, luego disminuye rápidamente. Por otra parte, Plumely and Smith (1989) y Turpin (1991) reportan que la diferencia en la concentración de nitrógeno repercute en la disminución de los pigmentos fotosintéticos nitrogenados (clorofilas y ficobilinas), con un incremento significativo en la proporción clorofila / carotenoide.

La tasa máxima y de eficiencia fotosintética para las algas del mar Antártico se incrementó (> 30 %) en función de la temperatura de incubación entre - 6 y + 6 °C y a salinidad entre 10 y 70 ‰ (Arrigo and Sullivan, 1992). Los valores de clorofila "a" se incrementaron a temperatura de 25 °C, con mayor proporción de carbono : clorofila "a" a 10 °C (Thompson and Harrison, 1992).

Thalassiosira pseudonana, *Phaedodactylum tricornotum* y *Pavlova lutheri* tuvieron valores menores de carbono, nitrógeno y de proteína por célula a temperatura de entre 10 a 25 °C (Thompson, Guo and Harrison, 1992). En la Bahía de Baffin, Texas, Blanchard and Montagna (1992) encuentran una relación lineal entre la eficiencia (α^B) y la capacidad ($P^B_{\text{máx.}}$) fotosintéticas, sugiriendo una respuesta común a los factores medioambientales (luz incidente) [$\alpha^B = 0.0075 (\pm 0.00063) \cdot P^B_{\text{máx.}} + 0.00097 (\pm 0.00071)$, $R^2 = 0.94$]. Una característica similar se encontró en la tasa fotosintética calculada ($P^B_{\text{máx.}}$ menor de $0.3 \mu\text{g C} \cdot \mu\text{g clo. a}^{-1} \text{ h}^{-1}$) para el Lago Boney, en la Antártica (Lizotte and Priscu, 1992), la cual estuvo relacionada a la baja intensidad lumínica ($15 \text{ a } 45 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$), así como, a la temperatura en la columna de agua (0 °C en superficie a 6 °C a profundidad de 10 a 18 m).

Lindstrom (1984) en experimentos de laboratorio, encontró que la máxima producción de oxígeno se obtuvo en un rango de temperatura de 5 a 32 °C y alta irradiación. El pH tuvo una relación significativa con la fotosíntesis a valores de 9.5; siendo la fijación de carbono más eficiente a 7.0.

1.1.3. Características del desarrollo y crecimiento

a) Luz y temperatura. Los efectos ecológicos de la luz y temperatura sobre la fotosíntesis y el crecimiento son inseparables, debido a las interrelaciones entre metabolismo y saturación de luz. No obstante, la respuesta a la intensidad lumínica es variable según las especies, y en muchas de ellas se da un grado considerable de adaptación a los cambios de ésta (Wetzel, 1981). La tasa específica de crecimiento se incrementó exponencialmente con el aumento de la temperatura (25 °C); existiendo una estrecha relación entre la transparencia y la densidad fitoplanctónica (Beyer, 1981). Similarmente se observó una relación directa entre la reducción de nitrógeno, fósforo y luz con la producción fitoplanctónica en varios cuerpos de agua de Wyoming, U.S.A. (Funk and Gaufin, 1971). Se ha encontrado una máxima biomasa y tasa de crecimiento a 23 °C y a $\geq 50 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ de luz fluorescente y rango de energía entre 440 - 575 y 665 nm; con máximo de producción de oxígeno de 5 a 32 °C y alta irradiación (Lindstrom, 1984; Davison, 1991). *Phaedodactylum tricornotum* mostró incremento en la

fijación de carbono con cada nivel de intensidad lumínica de entre 208, 117, 54, 24 y 7 $\mu\text{mol} \cdot \text{quanta} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ y a rangos de temperatura de 14 a 25 °C (Fawley, 1984).

La temperatura para el crecimiento de *Cryptomonas sp.* raza chica (976/67) fue 24.5 °C y de 19.0 °C para la raza grande (976/62). Encontrando que la letal fue de 30.4 °C y 23.1 °C para una y otra respectivamente; con máxima tasa de crecimiento estimada de 1.38 divisiones / día⁻¹ y 0.87 div. / día⁻¹, para una y otra raza (Ojala, 1993). Las algas, de las regiones ártica y antártica, crecen bajo condiciones de baja y relativamente constante temperatura (-1.7 a 0 °C), baja pero variable irradiación ($< 70 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-2}$; Gosselin, *et al.*, 1985).

El fitoplancton de los estanques del rancho La pulga, en Ciudad Madero, Tamaulipas, mostraron una relación directa con la variación de la temperatura desde 25 a 29 °C, encontrando las mayores densidades durante el período de estiaje (30 a 34 °C; Verdejo, 1985).

b) Materia orgánica y nutrientes. La materia orgánica disuelta en las aguas está íntimamente relacionada con los variables requerimientos nutricionales de las algas en cuanto a sus factores orgánicos de crecimiento y, a un cierto número de inorgánicos (Riley, 1967; Schwabe, 1962) que influyen sobre la disponibilidad de los compuestos. Algunas algas pueden complementar la autotrofia fotosintética primaria con la asimilación y utilización de sustratos orgánicos. Diversos investigadores han reportado la influencia del fósforo y el nitrógeno como limitantes del crecimiento y desarrollo de microalgas en diferentes latitudes; entre otros, en las áreas templadas (Steele, 1958), en cuerpos de agua de cultivo en Wyoming (Funk and Gaufin, 1971), en Beaufort, Nort Carolina (Thayer, 1971), en aguas del Puerto de Vancouver (Stockner and Cliff, 1979), en experimentos de laboratorio (Bonin and Maestrini, 1981; Eppley, 1981; Chisholm, 1992).

En la Bahía de Hudson, Gosselin *et al.*, (1990) encuentran disminución del contenido de clorofila "a" en función de los nutrientes, principalmente del nitrógeno, y en consecuencia el fitoplancton muestra crecimiento limitado, por la baja tasa de eficiencia fotosintética (Blanchard and Montagna, 1992). De acuerdo a experimentos de laboratorio, Levasseur, Thompson and Harrison (1993) concluyen, similarmente a Flynn (1991), que la tasa máxima de crecimiento fitoplanctónico, estuvo limitada por el proceso enzimático asociado con la asimilación de nitratos o urea.

Brandini (1985) encuentra una relación directa del crecimiento algal con la baja concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo), así como, con la turbidez, luz y salinidad en la Bahía de Paranagua, Brazil.

Contreras (1985) encuentra que la productividad fitoplanctónica y en consecuencia el crecimiento de las microalgas, en la zona adyacente a la Laguna Verde, Veracruz, estuvo favorecida por el incremento de nutrientes, que en la época de lluvias son trasladados por las corrientes hacia el área. De manera similar, para la laguna de Tamiahua, las corrientes durante estas épocas incrementan la concentración de nutrientes; distinguiendo dos periodos: uno invernal con disponibilidad significativa de los elementos nutricios, pero crecimiento limitado de las microalgas por el clima y, otro primaveral con óptimas condiciones para el desarrollo (Contreras, 1991).

1.1.4. Producción fitoplanctónica

La tasa de producción oceánica es dependiente de la concentración de nutrientes disponibles; y así, la baja cantidad de fósforo en los trópicos indica bajos niveles de producción (Cushing, 1971). En los lagos y planicies aluviales tropicales (Melack, 1992) los nutrientes (nitrógeno y fósforo), intensidad de luz y los vientos regulan la producción primaria. En cuerpos de agua del valle de Tennessee (Taylor, 1971), la productividad media anual varió de 208 a 1600 mg/C/m²/día, y está relacionada al alto contenido de nutrientes derivados de la muerte del mismo fitoplancton. El florecimiento de diatomeas y pequeños flagelados, en la Bahía de Murmansk, Rumania, mostró máximos valores en primavera y verano, en relación a la concentración de nutrientes (fósforo) y de la temperatura ambiental (Solovyeva, 1973); Oglesby, 1977). En el Lago Watts (Antártico), Heath (1988) encontró máximos valores de producción en otoño y primavera, con valores más altos en septiembre (340 mgCm⁻²d⁻¹), luego disminuyó en verano, y no se detectó en invierno. Vincent (1981) sugirió, que el período más probable de metabolismo máximo en los lagos antárticos, es al principio de primavera, cuando los nutrientes son abundantes, y la irradiación de luz ha alcanzado el nivel de compensación.

En Bahía San Quintín, Baja California, Silva y Borrego (1987) encuentran que la producción de verano, fue dominada por dinoflageladas, debido al calentamiento de las aguas superficiales como un producto de la influencia del fenómeno meteorológico denominado del "Niño". Otero (1981) concluye que la producción fitoplanctónica, en Bahía Chamela, Jalisco, guardó relación con la transparencia y la temperatura; encontrando que los dinoflagelados en primavera, estuvieron asociados con la menor luminosidad, menor temperatura y carbono; mientras que las diatomeas en otoño se relacionaron con los valores más altos de estos parámetros. Por otra parte, Lara, Robles y Guzmán (1990) encuentran un fuerte acoplamiento entre la biomasa y la producción fitoplanctónica con las concentraciones de nitrógeno y fósforo en aguas del Golfo de Tehuantepec, Oaxaca. En el Lago de Chapala, Lind (1992) encuentra que la baja productividad está en función de la luz, y está limitada por la transparencia (0.45 m) y nutrientes, los cuales varían entre 230 a 800 µg/l para el fosfato, y de 45 a 367 µg/l para el fosfato, y de 45 a 367 µg/l para los nitratos.

1.1.5. Dinámica estacional.

Las aguas polares y templadas muestran una clara periodicidad estacional (Riley, 1946; Sverdrup, 1953; Steele, 1958; Cushing, 1973) de la biomasa fitoplanctónica debida a los factores ambientales (temperatura, profundidad, nitratos, fósforos e intensidad de luz). Patten (1962) reporta, para la Bahía de Raritan, U.S.A., que el patrón espacial de diversidad microalgal estuvo relacionado con el de circulación de las masas de agua; con dominancia de diatomeas en invierno. Las especies principales fueron *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. subtilis* y *Lithodesmium undulatum*, las cuales son de zonas templadas y neríticas. Teniendo una máxima bimodal en primavera y finales de verano con las especies *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira gravida*, *Chaetoceros decipiens* y *Gyrosigma acuminatum* con rango de preferencia de agua dulce a oceánica, y de clima frío a formas templadas. Con valores de diversidad y redundancia altos ($H' = 8.7$ a 48.7 y $R = 0.99$ a 0.17). Resultados similares de diversidad ($H' = 10.3$ a 29.17) y redundancia ($R = 0.87$ a 0.29) fueron encontrados por Patten,

Mulford and Warinner (1963) para la Bahía de Chesapeake durante el ciclo anual. El florecimiento de primavera en la zona antártica (Océano Pacífico) es soportada por la producción primaria, la que fue superior a 1100 mg C/m² durante el período de mayo - junio comparada con los valores de 200 o menos mg C/m²/día durante marzo a abril (Parsons, Giovando and Le Brasseur, 1966).

En la zona costera de Sydney, Australia, Jeffrey and Carpenter (1974) determinaron dos patrones de comportamiento estacional del fitoplancton en función de las interrelaciones entre especies. El florecimiento de primavera empieza con pequeñas diatomeas (*Asterionella*, *Thalassiosira*, *Nitzschia* y *Chaetoceros*), continua con diatomeas centricas (*Dictylum*, *Leptocylindricus*, *Eucampia*, *Rhizosolenia* y *Melosira* junto con *Thalassiothrix*. Los coccolitoforidos presentan un primer pulso en septiembre, y se establecen en octubre y noviembre. Durante finales de verano, y principios de otoño, al disminuir las diatomeas, ocurren los dinoflagelados, coccolitoforidos y microflagelados. En marzo y abril se presentan, también, criptomonadales y silicoflagelados. Un segundo florecimiento de diatomeas se presentó en otoño, dominado por *Leptocylindricus*, *Thalassiothrix*, y *Rhizosolenia*. Este patrón de comportamiento es muy similar al observado en aguas costeras templadas y tropicales (Margalef, 1958; Boney, 1976; Margalef, 1969; Colombo, 1976) con la diferencia de que en las aguas tropicales (Cushing, 1971) la producción es más continua pero menos intensa que en las templadas o frías, que muestran máximos notorios. Bukholder and Sheath (1984) encuentran, para el Río Chipuxet, Rhod Island, que la mayor abundancia se presenta en verano; con división celular de 4 % en invierno y 20 % en verano. La diversidad en verano y otoño fue más alta (3.98 y 3.79 respectivamente) que para primavera e invierno (2.54 y 2.43).

El comportamiento estacional en la Bahía de La Paz, Baja California (García-Pamanes, 1981) muestra que el florecimiento de marzo esta dominado por las diatomeas (80.6 %) con las especies *Chaetoceros sp.*, *Leptocylindricus danicus*, *Rhizosolenia setigera*, *chaetoceros sp.*, y *Ch. compressus*. Las dinoflageladas representaron el 19.4 %, siendo las más importantes *Ceratium tripos* y *Dinophysis caudata*. En junio, el grupo dominante fue el de las diatomeas (61.2 %) con las especies *Ceratoulina bergonii*, *Nitzschia c.f. pungens* var. *atlantica*, *Chaetoceros lorenzium*. El grupo de los dinoflageladas representó el 38 %. En agosto, las dominantes fueron las diatomeas (60.9 %) con *Chaetoceros sp.*, *Nitzschia closterium* y *Bacteriastrum delicatulum*; y las dinoflageladas (34.9 %) *Dinophysis caudata* y *Ceratium tripos*. La diversidad vario desde 2.86 (marzo) hasta 3.44 (agosto) y redundancia desde 0.28 hasta 0.24, para uno y otro mes respectivamente.

Siqueiros-Beltrones, Ibarra-Obando y Salinas (1985) encuentran alta diversidad de especies en forma general, en Bahía Falsa, San Quintin, Baja California, con valores máximos de 4.5 para noviembre y un mínimo de 3.42 en septiembre; con las diatomeas *Navicula parva*, *Cocconeis seutellum*, *C. dirupta* y *Nitzschia frustulum* como las más importantes. En Punta Morro, Bahía Todos Santos, B.C. se encontró mayor abundancia fitoplanctónica en primavera y a finales de verano debido al incremento de temperatura (Orellana y Funes, 1987). Resultados similares se encontraron para Punta Libertad, Sonora (Pasten-Miranda y Robles-Mungaray, 1981), con densidades máximas a principios de mayo (13 320 000 cél/l) y un mínimo a finales de marzo (69 490 cél/l); con las especies *Chaetoceros decipiens*, *Asterionella glacialis*, *Nitzschia closterium*, *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros compressus*, y las dinoflageladas *Ceratium*, *Gymnodinium* y *Protoperdinium*, como dominantes. de forma similar, Cortés-Altamirano y Rojas-Trejo (1981) reportan, para la Bahía de Mazatlán, Sin., que

la curva patrón del fitoplancton está constituida, fundamentalmente, por la gran abundancia de diatomeas. Con valores promedio de 1.6 (marzo), 2.8 (julio) y 2.9 (noviembre) millones de células por litro.

Quijano, *et al.*, (1987) concluyen que la mayor abundancia de las microalgas de la Laguna de Barra de Navidad, Colima, se presentó en febrero. Las especies que se presentaron durante todo el año fueron *Coscinodiscus centralis* y *Ceratium furcus*; mientras que las que se encontraron durante determinada época fueron *Chaetoceros compressus* y *Skeletonema costatum*.

El estero Urias, Sinaloa, fue analizado durante las diferentes estaciones del año por Cortés-Altamirano y Pasten-Miranda (1982, 1982, 1984 y 1985), encontrando en todo el estudio dominancia por diatomeas y seguida por dinoflageladas. En primavera, encuentran la mayor abundancia a mediados de la estación con 280 000 a 9 300 000 cél/l con un florecimiento de *Rhizosolenia setigera* con 3.5 cél/l. A principios de verano dominó *Skeletonema costatum*, y a mediados se presentó un fuerte florecimiento producido por la asociación de *Nitzschia closterium* - *Skeletonema costatum*, con máximas de 51.8 y 28.0 millones de cél/l respectivamente. Para finales de verano, dominó la población de *Thalassiosira sp.* Al inicio del período de otoño, dominó *Nitzschia closterium* con un máximo de 800 000 cél/l, y abarcando todo el sistema estuarino; a mediados, dominaron todo el estero las fitoflageladas llegando a presentar hasta 1.3 millones de cél/l; para el final de la estación, el sistema se dividió en dos regiones: de influencia marina con *Chaetoceros sociale* y la estuarina con las fitoflageladas en la región interna del estero. Para el invierno, el grupo de las dinoflageladas fue el dominante durante todo el período, llegando a tener 1.2 millones de cél/l promedio durante diciembre y abarcando todo el estero. Secundariamente se encontró a *Nitzschia closterium* de talla muy reducida con valores cercanos al medio millón de cél/l, abarcando la región media e interna del estero. La abundancia fitoplanctónica disminuyó notablemente durante enero, posteriormente tuvo un incremento progresivo.

Ochoa y Ramirez (1981) encuentran que la mayor diversidad de especies de dinoflageladas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, se presentó en los meses de agosto y octubre con 3 familias, 6 géneros y 6 especies, con *Ceratium fusus* como el más abundante (1509 org/ml). *Ceratium pentagonum* presentó un patrón de distribución similar a *C. fusus*, representando en conjunto el 98 % del total cuantificado. El 2 % restante fue para *Ceratium tripos*, *Peridinium sp.*, *Ceratium massiliensis*, *C. macroceros* (octubre), *Gonyaulax sp.* (julio), *Goniodium sp.* (febrero y diciembre) y *Dinophysis tripos* (marzo). El fitoplancton de las aguas adyacentes a Isla Verde, Veracruz, presentó una alta densidad y diversidad (292 especies de diatomeas, 80 dinoflageladas, 8 clorofitas y 6 cianofitas) en función de los parámetros ambientales, particularmente, las tormentas denominadas "nortes", que modifican significativamente su densidad en las diferentes estaciones del año. Los géneros mejor representados fueron *Chaetoceros* y *Nitzschia* (Pananá, 1987)

Las características ecológicas del fitoplancton de la región adyacente a Punta Limón, Veracruz (Santoyo y Signoret, 1988) indican que, cualitativa y cuantitativamente, las microalgas están directamente influenciadas por las condiciones ambientales que imperan en la zona. La comunidad fitoplanctónica mostró dos pulsos durante el año, uno en otoño con predominio de fitoflageladas, y otro en primavera, con predominio de diatomeas; básicamente representadas por el florecimiento de *Asterionella notata*. Los valores de diversidad (1.9 bits en agosto, hasta 4.14 en abril) específica reflejaron los cambios estructurales de la comunidad

en función de las variaciones ambientales, observándose el mayor nivel de estructuración en el mes de abril, derivado de la mayor estabilidad ambiental registrada en este periodo.

El análisis estacional del fitoplancton de la laguna de Catemaco, Veracruz, señala que las variaciones en las poblaciones fitoplanctónicas responden más a factores biológicos que a la fluctuación de los factores fisicoquímicos dado que se trata de un cuerpo de agua tropical, en base a la dominancia encontrada por las cianofitas durante las diferentes épocas del año, con *Lyngbya sp.*, *Spirulina princeps* y *Chroococcus sp.* como las especies mejor representadas. Con los valores de diversidad para otoño de 1.77, en el invierno de 1.28, en la primavera 1.22 y en verano 1.74 (Suárez, Segura y Fernández, 1986).

1.1.6. Distribución horizontal y vertical

La distribución horizontal y vertical del fitoplancton está correlacionada con la profundidad, temperatura, fosfatos y nitratos disueltos a través del ciclo anual (Vernick, 1982) en función de la latitud (Riley, 1946), y directamente con los gradientes de salinidad e insolación (McIntire and Overton, 1971), y de circulación de las aguas (Scott, 1978).

El análisis de componentes principales entre diatomeas (187 taxas) y factores ambientales en lagos de Maine, Nueva Hampshire y Vermont, mostraron que la distribución estuvo significativamente relacionada a los gradientes de pH y alcalinidad; así como, a las variaciones de conductividad, magnesio, calcio, aluminio total e intercambiable. Los taxa planctónicos no se encuentran a pH 5.5, con la excepción de la forma *Asterionella ralfsii* var. *americana*. Las dos formas de este taxón difirieron ecológicamente, la forma grande ($\geq 45\mu\text{m}$) tuvo una abundancia media a pH 5.53 y se presentó, principalmente, en lagos profundos; la forma corta ($< 45\mu\text{m}$) tuvo una abundancia a pH 4.9 y se presentó en lagos someros relativamente (Anderson, Davies and Ford, 1993).

En el Golfo de California se observaron tres patrones de distribución geográfica: 1) especies con máxima abundancia en la región sur (*Hemiaulus sinensis*), 2) especies que incrementan su abundancia hacia el golfo central (*Thalassiothrix mediterranea*), 3) especies que sólo se presentan en la región central (*Coscinodiscus osteromphalus*). En esta última zona se encontraron especies de mayor tamaño y fuertemente silicificados, mientras que en la sur se presentaron las más pequeñas y hialinas. Estos patrones estuvieron estrechamente relacionados con los gradientes de la temperatura superficial, lo cual indica que la circulación en el golfo es, el principal factor regulador de la distribución y abundancia del fitoplancton silíceo (Atilano, Baumgartner y Ferreira, 1987). Uno de los factores más importantes que influyen en la abundancia y distribución de las especies, en la Laguna de Coyuca de Benitez, Guerrero, son los gradientes de salinidad, los cuales muestran un comportamiento biestacional, uno en verano - otoño, cuando hay comunicación con el mar, y otro en invierno - primavera cuando está aislado (Dávila, 1987).

En la Sonda de Campeche, Licea, Luna y Torres (1987) encuentran que la comunidad fitoplanctónica, está constituida por *Gymnodinium sp.*, *Nitzschia pungens*, *N. closterium*, *Thalassionema nitzschioides* y *Cyclotella sp.*, se distribuye verticalmente en función de la penetración de la luz (16 y 1 %) y, en donde se distinguen tres regiones: una costera, una de mezcla y una tercera de influencia oceánica. Un análisis nictemeral del fitoplancton en Cabo Catoche, Yucatán (Torres, Licea y Luna, 1987), permitió concluir que la mayor concentración de organismos y clorofila "a" se encontró a 30 m (1 %) de penetración de luz. Las especies

más importantes en la zona eufótica fueron *Nitzschia pungens*, *Leptocylindricus danicus*, *Skeletonema costatum* y *Nitzschia closterium*. Por debajo de esa zona, la composición de organismos está dada por dinoflageladas y fitoflageladas (Líce, Torres y Luna, 1991).

De acuerdo a los antecedentes anotados, cabe remarcar que, el fitoplancton de la Laguna del Carpintero ha sido escasamente estudiado en diversos aspectos, particularmente en lo que respecta a los de tipo ecológico, por lo que el objetivo de esta investigación se ve orientada hacia la determinación y análisis de la composición de las comunidades microalgales con la finalidad de obtener un modelo de comportamiento ecológico del fitoplancton de este cuerpo lagunar; considerando que, el comportamiento ecológico del fitoplancton del área de estudio es una respuesta a las características ambientales de la zona.

1.2. Área de estudio.

1.2.1. Fisiografía.

La Laguna del Carpintero es un cuerpo de agua costero que se encuentra localizado geográficamente al Sur del Estado de Tamaulipas, Noreste de la Planicie Costera del Golfo de México; entre los paralelos 22°12'45" y 22°14'24" Lat. N., y 97°50'52" y 97°51'29" de Long. W. (Fig. 1). Por su geología, el área de estudio queda comprendida dentro de la Cuenca Geológica Tampico - Misantla, que tuvo su origen al final del Cretácico Contemporáneo de los plegamientos que levantaron la Sierra Madre Oriental, dando lugar a la formación de la Cuenca del Río Pánuco, durante la revolución orogénica Láramide correspondiente al período Eoceno. El cuerpo lagunar se sitúa dentro de la formación Mesón (sedimentos de Oligoceno medio y superior), la cual se desarrolla en aguas someras, y cuya constitución litológica indica que la parte inferior esta formada por lutitas y margas, generalmente arenosas de colores gris a gris - azul. Sobre estas capas se encuentran estratos de arenisca calcárea de 20 a 30 cm de espesor, de grano fino o medio de color café. Las areniscas están cubiertas, a la vez, por un conglomerado formado por restos de conchas de bivalvos, caracoles y algunas especies de foraminíferos de matriz calcárea. Según Lynch (1954), la costa del Golfo de México para Tamaulipas, pertenece al Tipo Geológico 1. Carranza - Edwards, *et al.* (1975) la clasifican como una Unidad Morfotectónica en un estado de evolución avanzado. Inman y Nordstrom (1971) la sitúan como una Costa de Mareas Marginales; con dos tipos de costas: primarias con depositación subaérea, de ríos, deltáicos, y secundarios, con depositación marina (Shepard, 1973).

Hidrológicamente, la Laguna del Carpintero pertenece a la Cuenca Pánuco - Tamesí, subcuenca del Río Pánuco, la cual nace en la parte central de la República Mexicana y desemboca en el Golfo de México. El cuerpo lagunar se une al Pánuco a través del canal de La Cortadura su principal afluente, recibiendo, también, aportaciones por escurrimientos pluviales en épocas de lluvias.

El clima de la zona es del tipo AW (e) de acuerdo a Koppen modificado por García (1973), que significa cálido, subhúmedo con lluvias en verano, considerado como extremo por su alta oscilación de temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C. La precipitación del

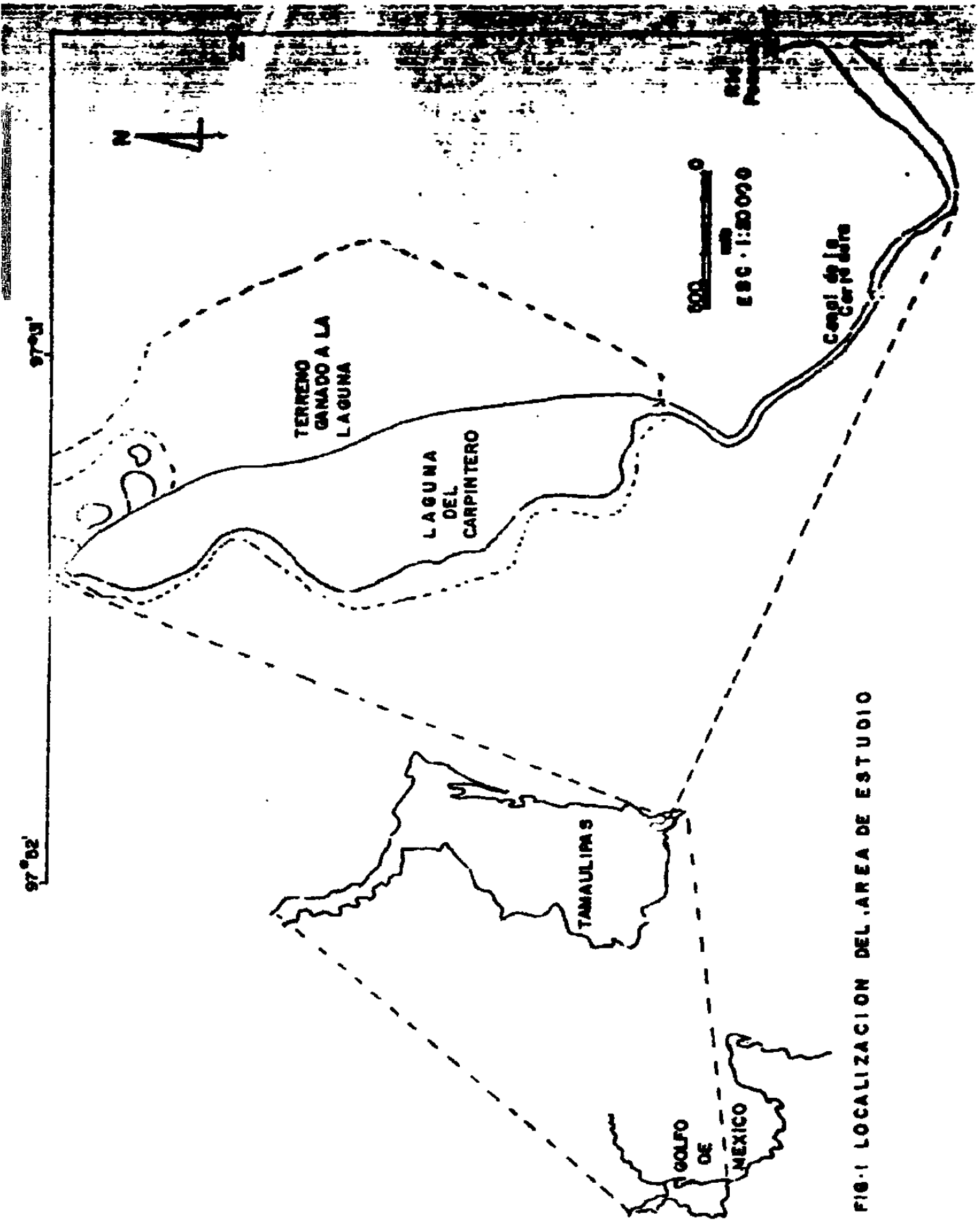


FIG.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

mes más seco es menor de 60 mm., el porcentaje de lluvias invernales oscila entre 5 y 2.1 % del anual y la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C (Fig. 2).

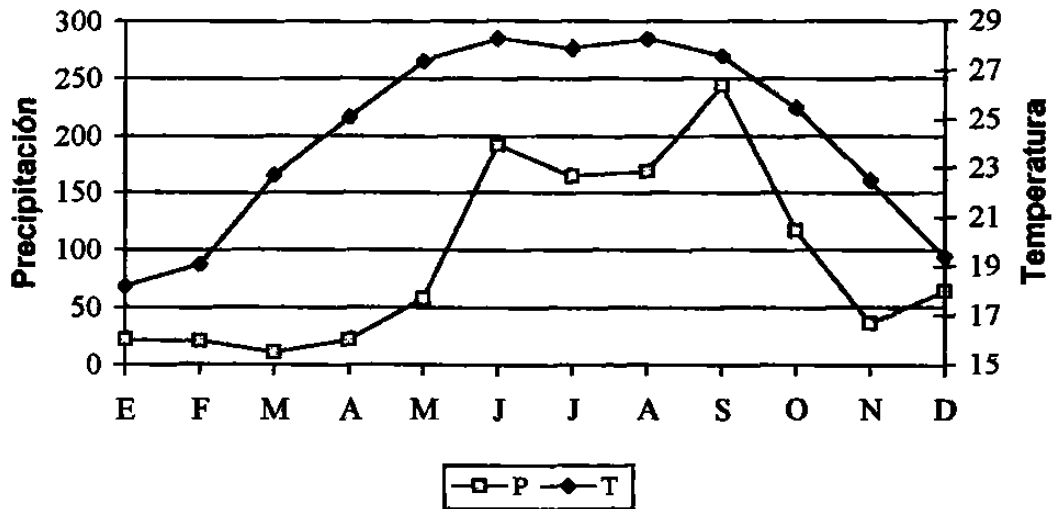


Figura 2. Temperatura (°C) y precipitación (mm) para Tampico Tamaulipas 1978-1973

En general, los vientos resultan débiles y predominan en dirección Este - Noreste en la intensidad más alta. En el verano, tienen dirección Sur, Sureste y Noreste. En las estaciones de otoño e invierno se presentan los "nortes" con dominancia Norte - Noreste.

1.2.2. Aspectos oceanográficos.

La Plataforma Continental de Tamaulipas es muy grande y poco accidentada. Debido a ésta, está relacionada geográficamente a la masa continental; los sedimentos cercanos a la costa, al menos, están estrechamente vinculados a los de las planicies costeras adyacentes excepto, a las desembocaduras de los ríos (Lynch, 1954). Esta área está constituida por sedimentos limo-arcillosos del Cuaternario tardío, siendo básicamente carbonatos de origen biogénico, principalmente de coral y algas calcáreas (Harding and Nowlin, 1977).

1.2.3. corrientes

La característica más importante de la circulación de superficie del Golfo de México (Leiper, 1954) es la gran corriente anticiclónica que se observa en el Este de la cuenca. La porción Occidental de ésta, se forma por la Corriente de Yucatán, la cual se extiende al Norte de Honduras en el Caribe, pasando a través del Canal de Yucatán hasta la parte Este - central del Golfo. De esta área, la corriente principal se dirige hacia el Oeste y sigue la costa del Golfo en dirección Norte y regresando por el Norte - Este - Sureste y de nuevo a la costa; una parte de la Corriente de Yucatán regresa hacia el Este - Noreste y de nuevo cambia hacia el Este en donde se reúne con la corriente principal saliendo al Atlántico via el estrecho de Florida como la corriente del mismo nombre. Las corrientes cercanas a las costas del Golfo, muestran amplias fluctuaciones estacionales tanto en dirección como en intensidad (50 cm/seg. de

octubre a noviembre y 200 cm/seg. en principios de verano) en algunas localidades (Harding and Nowlin, 1977).

Las mareas del Golfo de México son principalmente diurnas (Marmer, 1954) y de 0.30 a 0.60 m de amplitud; con una variación anual de alrededor de 0.15 a 0.30 m. La máxima se presenta en noviembre y la mínima en julio - agosto (Hummm, 1964, Fig. 3).

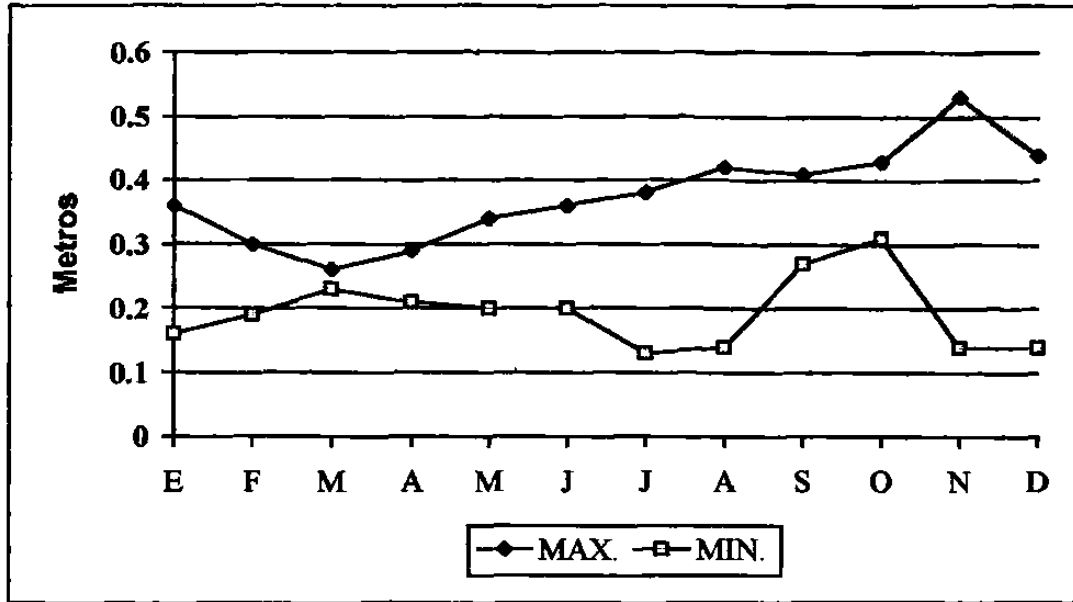


Fig. 3. Variación mensual en promedio de las mareas (cm) para Tamaulipas 1987 - 1993

1.2.4. Parámetros fisicoquímicos.

Las aguas de la Laguna del Carpintero presentan una temperatura desde un mínimo de 21 °C (enero de 1987) hasta un máximo de 41 °C (mayo de 1984 y marzo de 1987) en superficie, salinidad de 1.5 a 3.2 ‰ en época de lluvias hasta 20 a 22 ‰ en estiaje, la transparencia al disco de Secchi es de 0.31 a 1.10 m., el potencial Hidrógeno esta en el rango de 3.7 a 8.7, el oxígeno disuelto es de 3.8 a 11.1 mg/l, la demanda bioquímica es de 2.9 a 11.0, los sólidos suspendidos van desde 13 437 hasta 17 504. Los nutrientes: nitrógeno de nitratos (N-NO₃) desde 0.11 hasta 0.26 mg-at/l, fósforo de fosfatos (P-PO₄) desde 0.06 hasta 0.28 mg-at/l, y de ortofosfatos (P-OPO₄) con rango de 0.03 a 0.20 mg-at/l (Comisión Nacional del Agua, 1989 - 1993).

II MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

El fitoplancton utilizado para este estudio se obtuvo del agua contenida en 384 unidades muestrales de 125 ml de capacidad, de donde se determinaron 178 especies.

2.2. Métodos

2.2.1. Muestras

2.2.1.1. Sitios de muestreo

Para determinar el número de sitios de muestreo se dividió al área de estudio en 34 puntos de recolecta, en donde se determinó la variación en número de especies. Posteriormente se realizó un ensayo de hipótesis para las varianzas del número de especies de los sitios cercanos por medio de la prueba de Bartlett (1937 *in* Zar, 1974) de homogeneidad de varianzas donde:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \dots \dots \dots = \sigma_k^2$$

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \dots \dots \dots = \sigma_n^2 \text{ con } \alpha \text{ de } 0.05$$

La prueba estadística es:

$$B = (\ln S_p^2) (\sum v_i) - \sum v_i \ln S_i^2$$

S_p^2 = varianza total, v_i = grados de libertad de la muestra i .

S_i^2 = varianza de cada muestra de fitoplancton.

La distribución B se aproxima a la distribución Chi cuadrada, con $k - 1$ grados de libertad. Para una estimación más precisa se obtuvo el factor de corrección:

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum 1/v_i - 1/\sum v_i \right]$$

con la prueba estadística corregida $B_c = B/C$ que se compara con la $\chi^2_{\alpha, k-1}$

Encontrándose en este estudio preliminar que no había diferencias significativas entre las varianzas. Por lo que se decidió muestrear aleatoriamente un sitio de la región que no mostró variación significativa. De esta manera se establecieron ocho puntos de recolecta: tres en el canal de La Cortadura y cinco en el cuerpo lagunar (Fig. 4).

Los monitoreos se realizaron con periodicidad mensual, de enero de 1992 a diciembre de 1993, totalizando así 24 meses. Estos fueron tanto en superficie (en la columna de agua de 0 a 10 cm) como en fondo (dependiendo de la profundidad del sitio), para un total de 384 unidades muestrales para el fitoplancton.

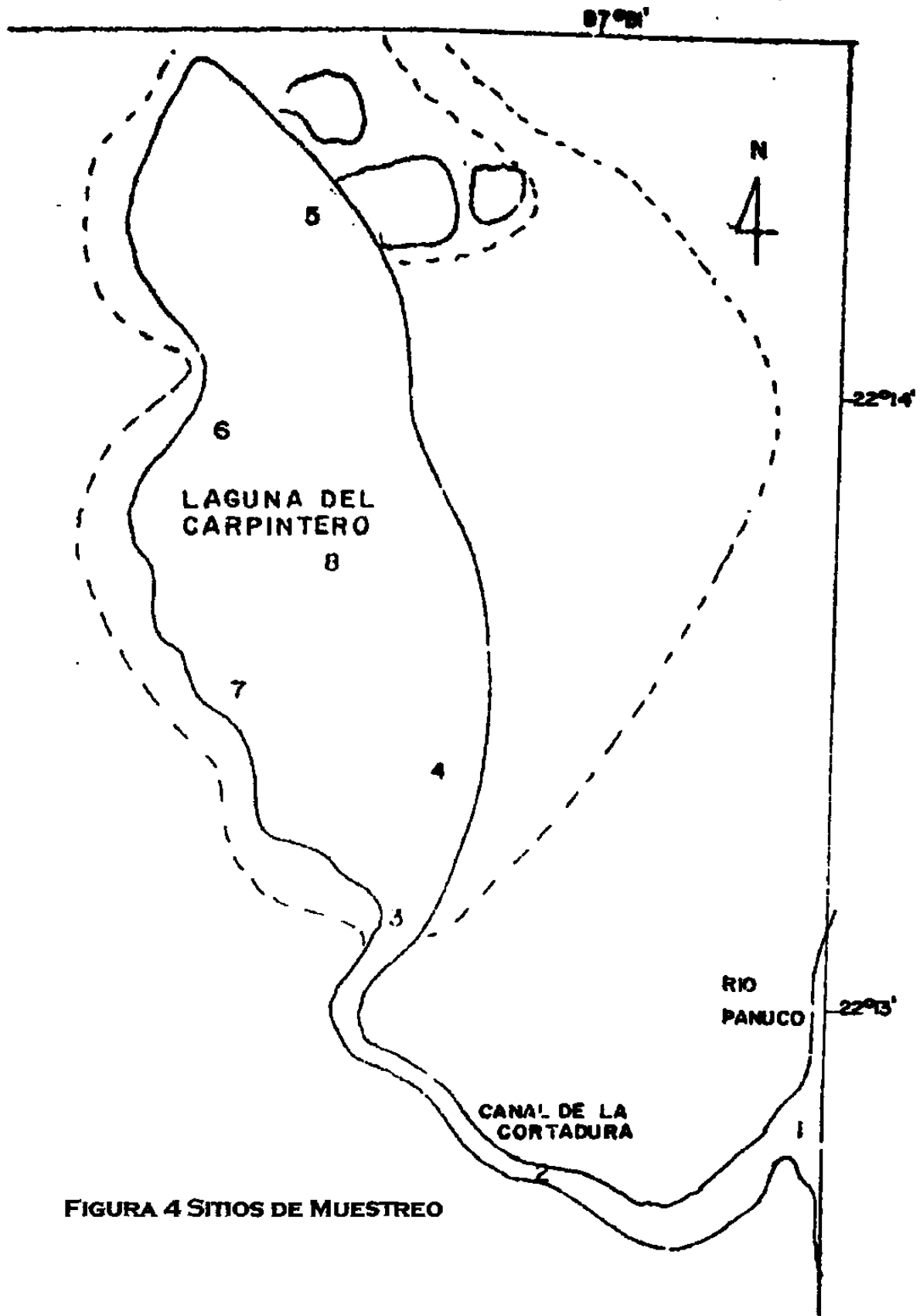


FIGURA 4 SITIOS DE MUESTREO

2.2.2. Muestras de fitoplancton

Las muestras para el análisis fitoplanctónico, tanto para el estudio preliminar como el definitivo, se tomaron utilizando una lancha de fibra de vidrio con motor fuera de borda, y una botella muestreadora tipo Van Dorn de tres litros de capacidad (la toma de muestras se realizó de esta manera debido a que en una red típica para plancton la luz de malla más pequeña, es más grande que las células del ultraplancton y nannoplancton, por lo que éstas escaparían al muestreo, resultando en una evaluación errónea). Las muestras fueron colocadas en frascos de plástico opaco de 125 ml de capacidad y se consideraron como unidad muestral; se fijaron con 10 a 12 gotas de acetato lugol (Vollenweider, Talling y Westlake, 1969).

2.2.3. Marco ambiental

Los parámetros hidrológicos fueron obtenidos *in situ* y directamente mediante la botella muestreadora antes referida. Las lecturas se registraron de la parte media de la columna de agua debido a la poca profundidad del cuerpo de agua. La temperatura del aire y del agua se registró con un termómetro marca Taylor con escala de - 20 a 110 °C., la salinidad con un refractómetro American Optical con escala de 0 a 160 PPM (‰) y precisión de ± 0.5 PPM., la transparencia mediante el disco de Secchi de 30 cms de diámetro, la profundidad con una sonda graduada cada 20 cms., el potencial Hidrógeno (pH) con un potenciómetro Corning modelo 361 YG con precisión de 0.1, tipo y variación de la marea en la zona (A = alta, B = baja), predominancia de vientos (norte = N, sur = Su y sureste = SE), nubosidad según porcentaje de cobertura, color por apreciación visual, considerando café (Ca), verde claro (Vc), verde oscuro (Vo), amarillo (Am), y olor mediante percepción al frotar el agua contra los dedos del investigador, registrando con olor (C), sin olor (Si).

Las muestras de agua, para la determinación de los nutrientes, se tomaron de los mismos sitios y periodicidad que para el resto de los parámetros, considerando: nitrógeno de nitratos (NO_3), y de nitritos (NO_2) mismos que se determinaron de acuerdo a la técnica de Strickland y Parsons (1972); mientras que los fosfatos (PO_4) lo fueron según APHA, AWWA, WPCF (1976).

2.2.4. Análisis de las comunidades

2.2.4.1. Análisis cualitativo

Para el análisis de las comunidades se obtuvo la composición específica de acuerdo a estudio cualitativo, utilizando un microscopio Carl Zeiss con oculares de 12X y objetivos de 10X, 40X y 100X. La observación de las muestras se realizó mediante preparaciones en fresco y permanentes (Garate-Lizarraga, 1988); la medición de las células ultra y nannoplanctónicas se efectuó con un disco micrométrico. La determinación taxonómica se realizó de acuerdo a Smith (1933), Prescott (1959), Hendey (1964), Steindinger, Davies y Williams (1967), Cleve-Euler (1968), Wood (1968), Licea-Durán (1974), Taylor (1976), Navarro (1982), Ortega (1984), Schrader, *et al.* (1985), Sundstrom (1986), Van Heurk (1986), Laws (1988), entre otros.

Las divisiones algales encontradas se consideran en el texto como Chlorophyta (clorofita), Euglenophyta (euglenofita), Dinoflagellata (dinoflageladas), Chrysophyta (crisofitas - diatomeas) y Cyanophyta (cianofita).

2.2.4.2. Análisis cuantitativo.

El análisis cuantitativo de las muestras se realizó de acuerdo a Schwoerbel (1975), mediante la utilización de la celdilla Sedgewick - Rafter, de un mililitro de capacidad, considerando ésta como unidad experimental (si la muestra era muy densa se realizaba dilución y del homogeneizado de ésta se obtenía el mililitro a cuantificar, reportando ésta para el posterior cálculo del número de células). Se contó toda el área de la celdilla, para asegurar que se consideraran todas las células. El cálculo del número de éstas fue según recomienda Rosell - Vazquez (1982) y se reportan en células por litro (cél/l). Estas lecturas se consideran como abundancia relativa celular.

2.2.4.3. Índices ecológicos

La diversidad de las especies se calculó de acuerdo al índice recomendado por Shannon (H', Brawer y zar, 1979) según:

$$H' = - \sum P_i \text{Log}_2 P_i$$

como un complemento se calculó el índice de Simpson (Ds, Brawer y Zar *op cit.*) mediante:

$$D_s = 1 / \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad \text{donde:}$$

$N(N - 1)$

$P_i = n_i / N$

n_i = al número de individuos de la clase i .

N = al número total de individuos de la muestra.

El grado de uniformidad y distribución de los individuos entre las diferentes especies se obtuvo estimando la equitatividad de Pielou (Pielou, 1977), basado en el índice de Shannon con:

$$E = H' / H'_{\text{máx.}} \quad \text{donde:}$$

$H'_{\text{máx.}} = \text{Log}_2 S$

S = es el número de especies.

H' = es el valor obtenido según Shannon.

Como una medida de dominancia se calculó el índice de Redundancia de Horn (McIntire and Overton, 1971) mediante:

$$REDI = \frac{H'_{\text{máx.}} - H'}{H'_{\text{máx.}} - H'_{\text{mín.}}} \quad \text{donde:}$$

$H'_{\text{mín.}} = - [\text{log}_2 N - (N - S + 1/N) \text{log}_2 (N - S - 1)]$

N es el número total de individuos de la muestra.

S es el número de especies de la muestra.

$$H'_{\text{máx}} = \log_2 S$$

H' es el valor obtenido según Shannon.

El índice de REDI tiene un valor mínimo de cero, cuando todas las especies son igualmente comunes (ausencia de dominancia) y un máximo de uno, cuando una sola especie comprende la gran mayoría de los individuos y el resto de las especies están representadas por un solo individuo.

La dominancia de las especies dentro de todas las muestras, tanto por sitio de recolecta, como por los meses del año, se obtuvo calculando el índice de valor biológico (IVB, Sanders, 1960 *in* Loya-Salinas y Escofet, 1990) para las especies que representaron el 95 % de los individuos en la muestra.

El grado de distribución que presentan las especies en el área se determinó la amplitud del nicho temporal (Bi, Levins, 1969) con:

$$B_i = 1 / \sum P_i^2 \quad \text{donde:}$$

$$P_i = (n_i / N_i)^2$$

n_i es el número de individuos del taxón i en la muestra.

N_i es la sumatoria de los individuos del taxón i encontrados en todas las especies o meses

Q. Su valor oscila entre 1 y Q.

Para obtener la similaridad temporal de la comunidad se obtuvo el índice de Morisita (1959, *in* Brawer y Zar, 1979) con:

$$IM = \frac{2 \sum x_i y_i}{(I_{s1} + I_{s2}) N_1 N_2} \quad \text{donde:}$$

$$I_{s1} = \frac{\sum x_i (x_i - 1)}{N_1 (N_1 - 1)}$$

$$I_{s2} = \frac{\sum y_i (y_i - 1)}{N_2 (N_2 - 1)}$$

x_i es el número de individuos en la muestra i en la comunidad 1.

y_i es la abundancia de especies i en la comunidad 2.

N_1 es el número total de individuos en la comunidad 1 ($N_1 = \sum x_i$).

N_2 es el número total de individuos en la comunidad 2 ($N_2 = \sum y_i$).

La similaridad por sitio de muestreo (espacial) se obtuvo de acuerdo a análisis de χ^2 (Chi cuadrada) considerando:

Ho: el número de especies observadas es igual al número de especies esperadas.

Ha: el número de especies observadas es diferente al número de especies esperadas.

Y si χ^2 calculada es mayor de 19.7 entonces Ho se rechaza.

Para conocer el grado de asociación existente entre las divisiones del fitoplancton y abundancia relativa tanto para superficie como para fondo se obtuvo el Coeficiente de Correlación de Pearson.

2.2.5. Relaciones comunidad - medioambiente

Para conocer las relaciones que existen entre las especies fitoplanctónicas y los parámetros ambientales se determinó primero el tipo de distribución de los datos (variables

bióticas y abióticas) entre las muestras mediante la prueba de Kolmogorov - Smirnov. Posteriormente se obtuvieron los factores que mostraron asociación significativa con las especies mediante regresión lineal del tipo $Y = a + bx$. Estos se utilizaron para obtener la relación existente entre todas las variables mediante el modelo de regresión lineal múltiple del tipo $Y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + a$ según el método Stepwise (paso a paso).

2.2.6. Formulación del modelo de comportamiento ecológico del fitoplancton

Con el resultado del análisis de regresión lineal múltiple se obtuvieron los valores y la posición de las diferentes variables abióticas en relación a las divisiones algales, obteniéndose también, el valor de " r ", y de " F ", así como, la probabilidad. Para conocer la significancia de " r " se realizó la prueba de "

III RESULTADOS

3.1. Marco ambiental

El análisis mensual de la profundidad (Fig. 5) mostró dos periodos de variación, durante 1992, uno mayor de 3.35 m entre febrero a julio, con máximo de 0.45 m en el sitio 5, correspondiente al área Noreste de la laguna, y 3.80 m como máximo (sitio 3) en el punto de entrada, propiamente, del cuerpo lagunar. Para los monitoreos de agosto a diciembre, la fluctuación fue menor, apenas de 1.48 m entre los puntos de muestreo; con mínimo de 1.67 m (sitio 7) para el área Sureste del sistema y un máximo de 3.15 (sitio 4) en la zona Sureste de la misma (A). Durante 1993 (B), los valores mostraron ligera diferencia en relación al año anterior. Sin embargo, se observa mayor fluctuación para los meses de enero a junio, y más homogeneidad de julio a diciembre. La mayor diferencia fue de 3.02 m, con máxima de 3.60 m (sitio 5) en el área Noreste del cuerpo lagunar, en junio hasta 0.58 m (sitio 8) para la zona central de la misma, en enero.

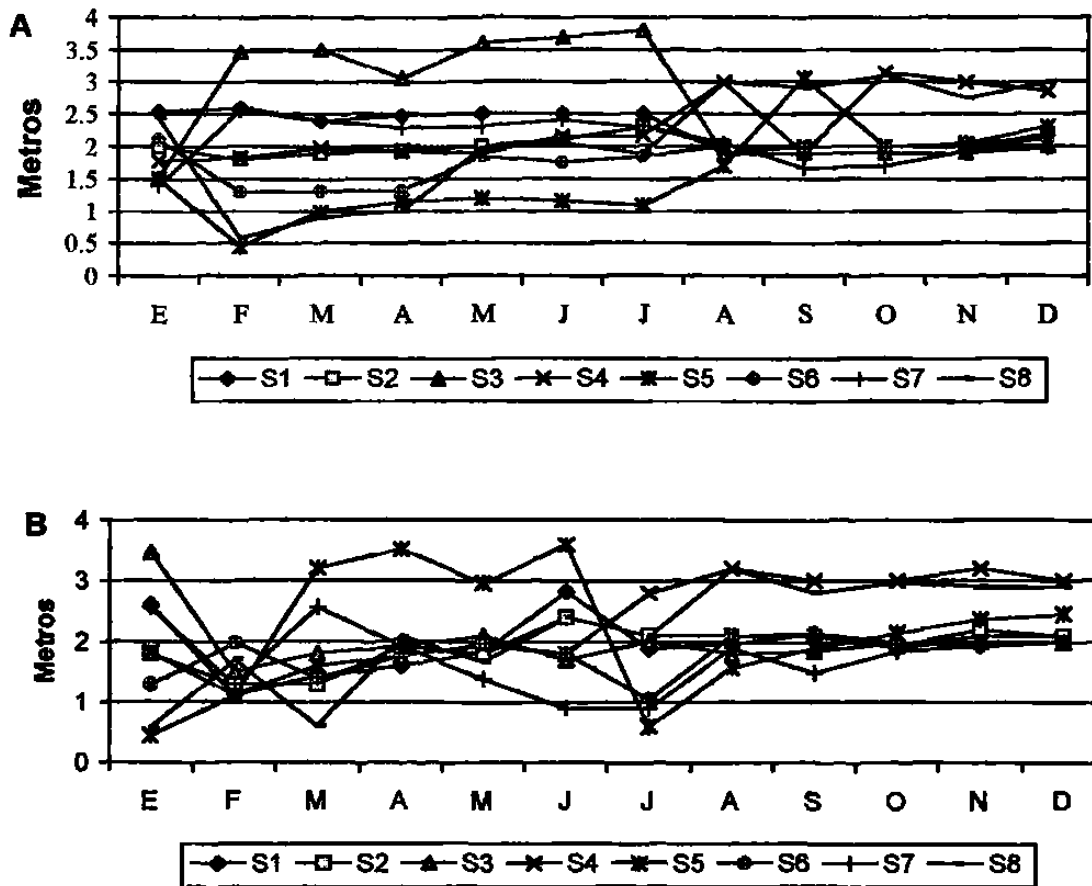


Fig. 5. Variación mensual de la profundidad (m) por sitio de muestreo para 1992 (A) 1993(B)

La transparencia del agua (Fig. 6) estimada por la visibilidad del disco de Secchi, siguió un patrón de comportamiento similar al de la profundidad, en donde la mayor diferencia entre los valores fue de 0.75 m, con mínimo de 0.22 m (sitio 5, Noreste) en febrero, y máximo de 0.97 m (sitio 1, intersección canal - río) para junio. Las lecturas del periodo de agosto a diciembre mostraron, también, mayor homogeneidad con diferencia menor entre máximas y mínimas de 0.18 m, durante 1992 (A). Durante los monitoreos de 1993, se observó mayor fluctuación de este parámetro, de enero a julio y, la mayor homogeneidad, similar al año anterior, de agosto a diciembre. La diferencia entre los valores fue menor a la evaluación de 1992, con 0.57 m, entre el mínimo (0.13, sitio 1) en marzo, y el máximo (0.70 m, sitio 1) en junio (B).

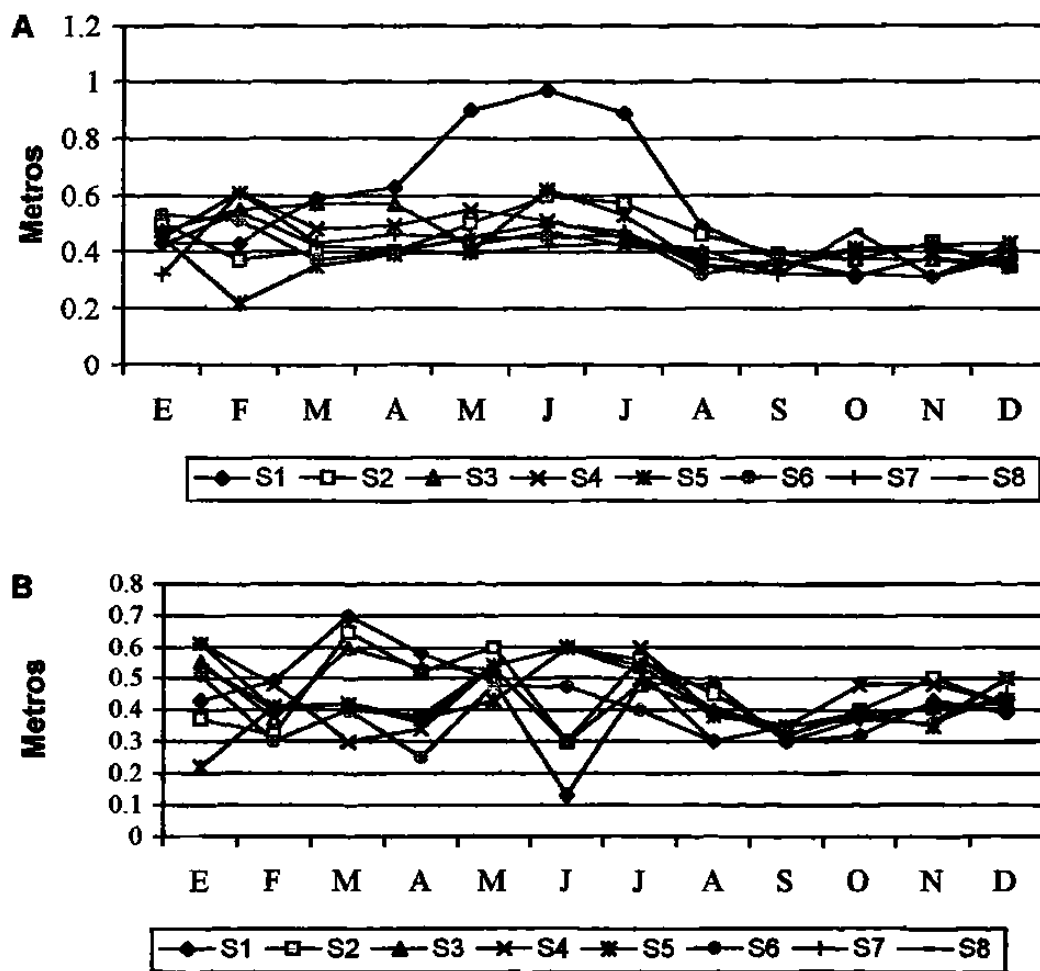


Fig. 6 Variación mensual de la transparencia por sitio de muestreo para 1992 (A) y 1993 (B)

La temperatura del aire (Fig. 7) y del agua (Fig. 8), para los dos años de estudio mostraron un comportamiento íntimamente relacionado con la temporada de los fenómenos meteorológicos denominados "nortes"; observándose un decremento, al principio de su presencia, en octubre a diciembre, hasta valores mínimos a finales de éstos en enero a febrero. Los máximos valores se registraron en los meses de mayo a octubre. La diferencia entre máximas y mínimas fue de 12.5 °C (rango de 19.5 a 32 °C) para la temperatura del aire en 1992 (A) y de 14.0 °C (19.5 a 33.5 °C) para 1993 (B); mientras que para la del agua, en 1992 (A) fue de 10.0 °C (22.0 a 32.0 °C), y de 11.0 °C (22.0 a 33.0 °C) para 1993 (B). A nivel de sitio de muestreo, se observa un comportamiento más o menos homogéneo, durante todo el período de estudio, debido probablemente a que, por un lado, el cuerpo de agua es de poca extensión, y por otro, no presenta áreas protegidas que pudieran influir en la fluctuación de este parámetro.

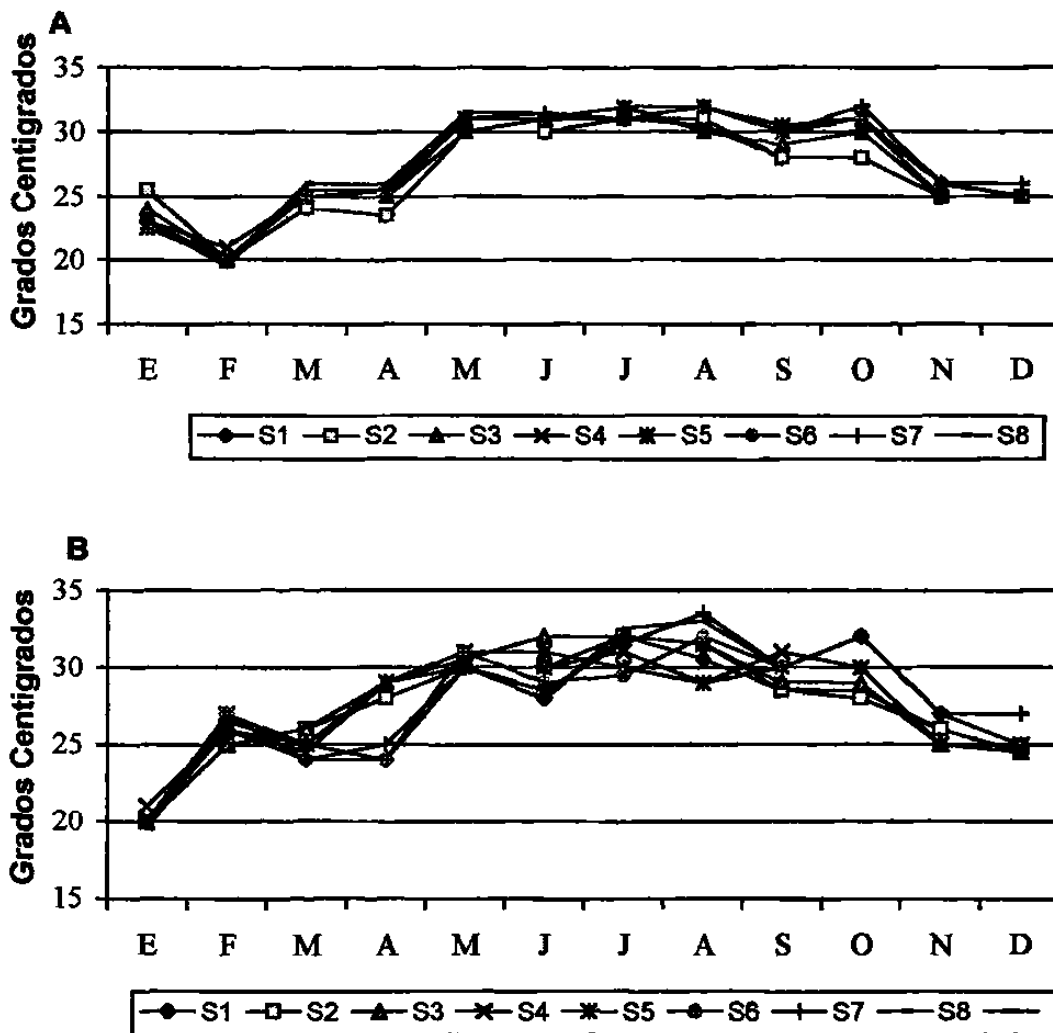


Figura 7. Variación mensual de la temperatura del Aire por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B)

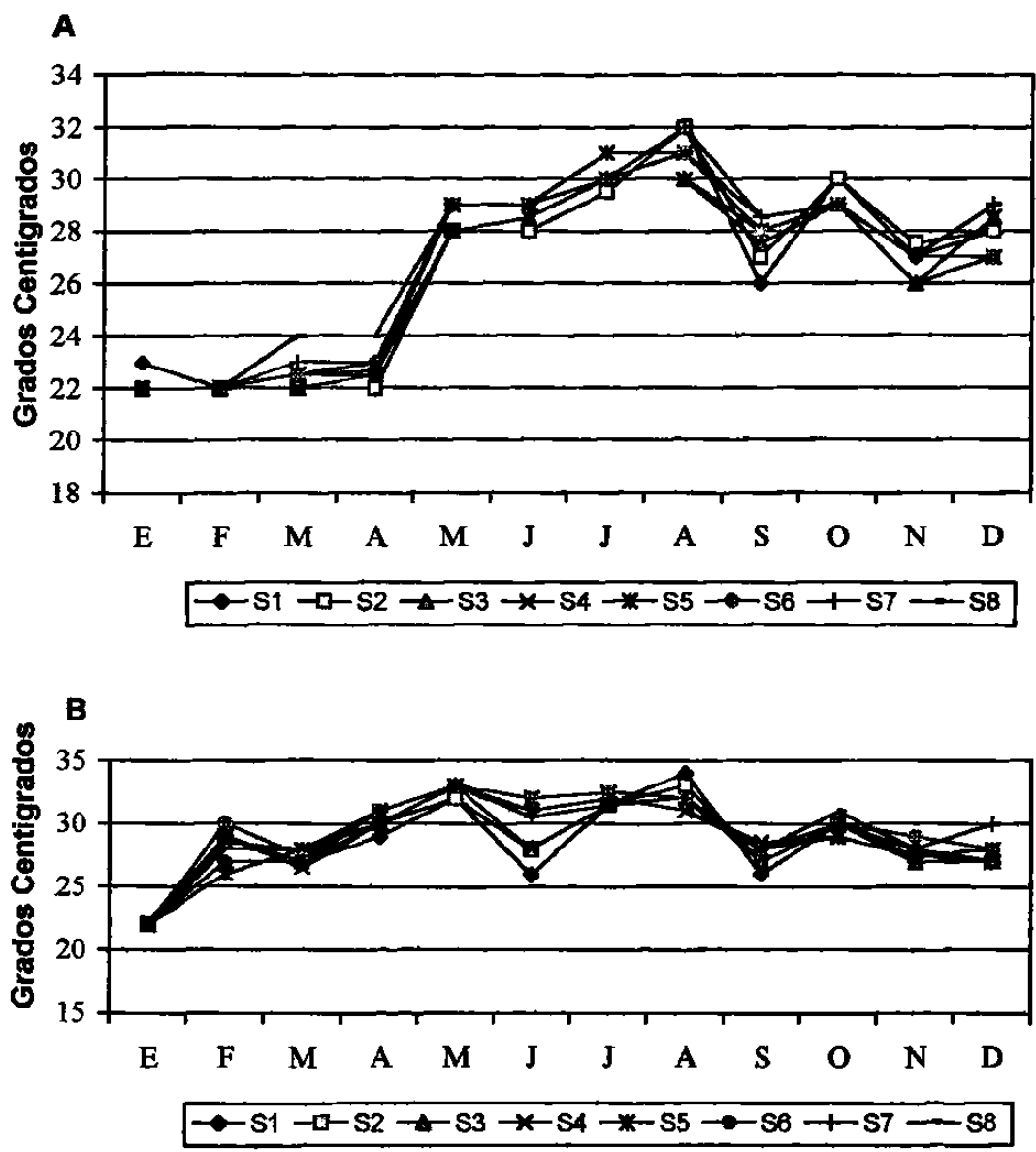


Figura 8. Variación mensual de la temperatura del agua por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B).

La variación anual de la salinidad (Fig. 9) es semejante en los dos años de estudio. Ésta provocada por la época de lluvias y la influencia de corrientes de marea. Se observa agua de régimen dulceacuícola desde agosto a diciembre y mesohalino de enero a mayo donde hay un incremento gradual de 2 a 20.5 ‰ en abril (A), y abril - mayo (B), con máximas en los sitios 2 y 3 correspondientes a la zona del canal de La Cortadura.

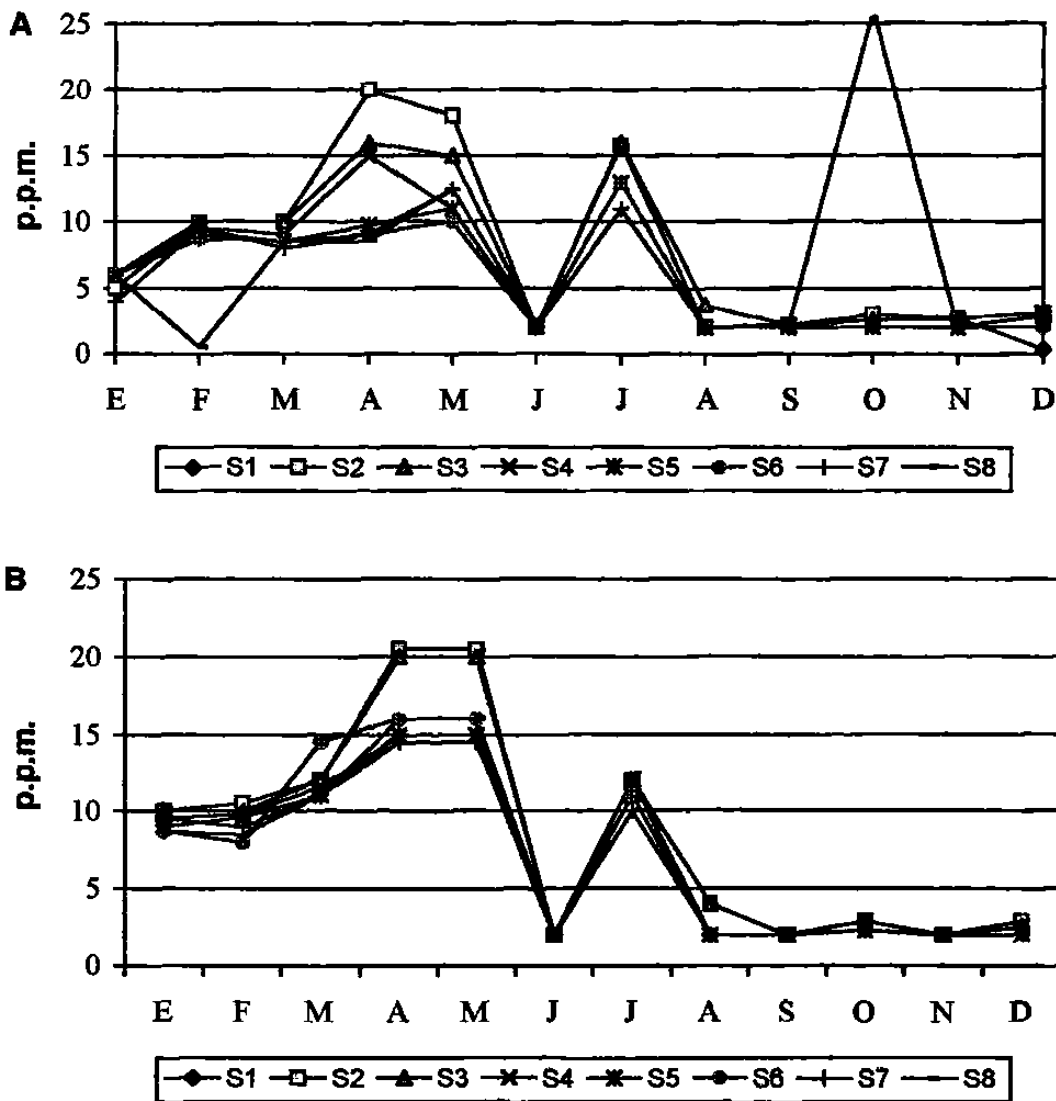


Figura 9. Variación mensual de la salinidad por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B)

Los valores de potencial Hidrógeno (Fig. 10), para todo el periodo de estudio, están en función directa de los incrementos de materia orgánica en el sistema; observándose una diferencia entre los valores máximos (8.4) y mínimos (5.8) para 1992 (A) de 2.6, y durante 1993 (B) de 2.9 (8.4 a 5.5). Los valores, así, van desde ligeramente ácidos en los sitios 7 y 8 (1992) en noviembre (zona Sureste y centro), y 3,4 y 8 (1993) en septiembre (zona canal - entrada a laguna y centro, respectivamente). Mientras que en el resto del cuerpo lagunar es neutro o alcalino.

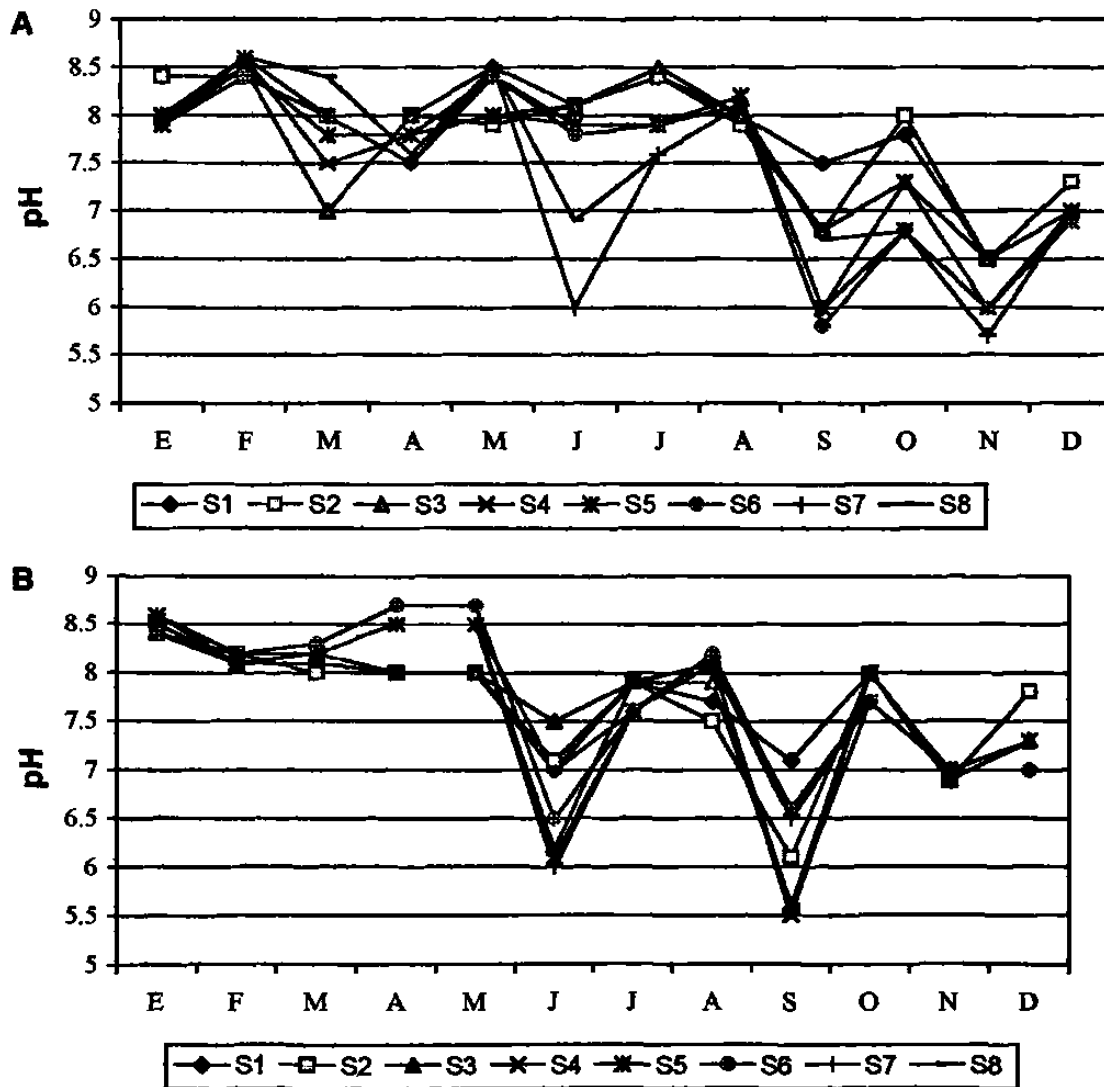


Figura 10. Variación mensual del Potencial Hidrogeno por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B).

La variación de los nutrientes, en el período de estudio, es semejante a los ciclos estacionales del fitoplancton, en donde encontramos mayores valores durante los meses de octubre a abril, cuando se encuentra decremento en la producción microalgal, y menor de mayo a septiembre, cuando se encuentra la floración fitoplanctónica. Los fosfatos (Fig. 11) durante 1992 (A) mostraron una diferencia entre máximas (1.223 mg-at/l, sitio 1 en septiembre) y mínimo (0.11 mg-at/l, sitios 4 y 5 en julio) de 1.113 mg-at/l. Mientras que durante 1993 (B), los valores fueron mayores que en el año anterior, con diferencia (2.43 sitio 6 en octubre a 0.119 mg-at/l en julio) de 2.311 mg-at/l.

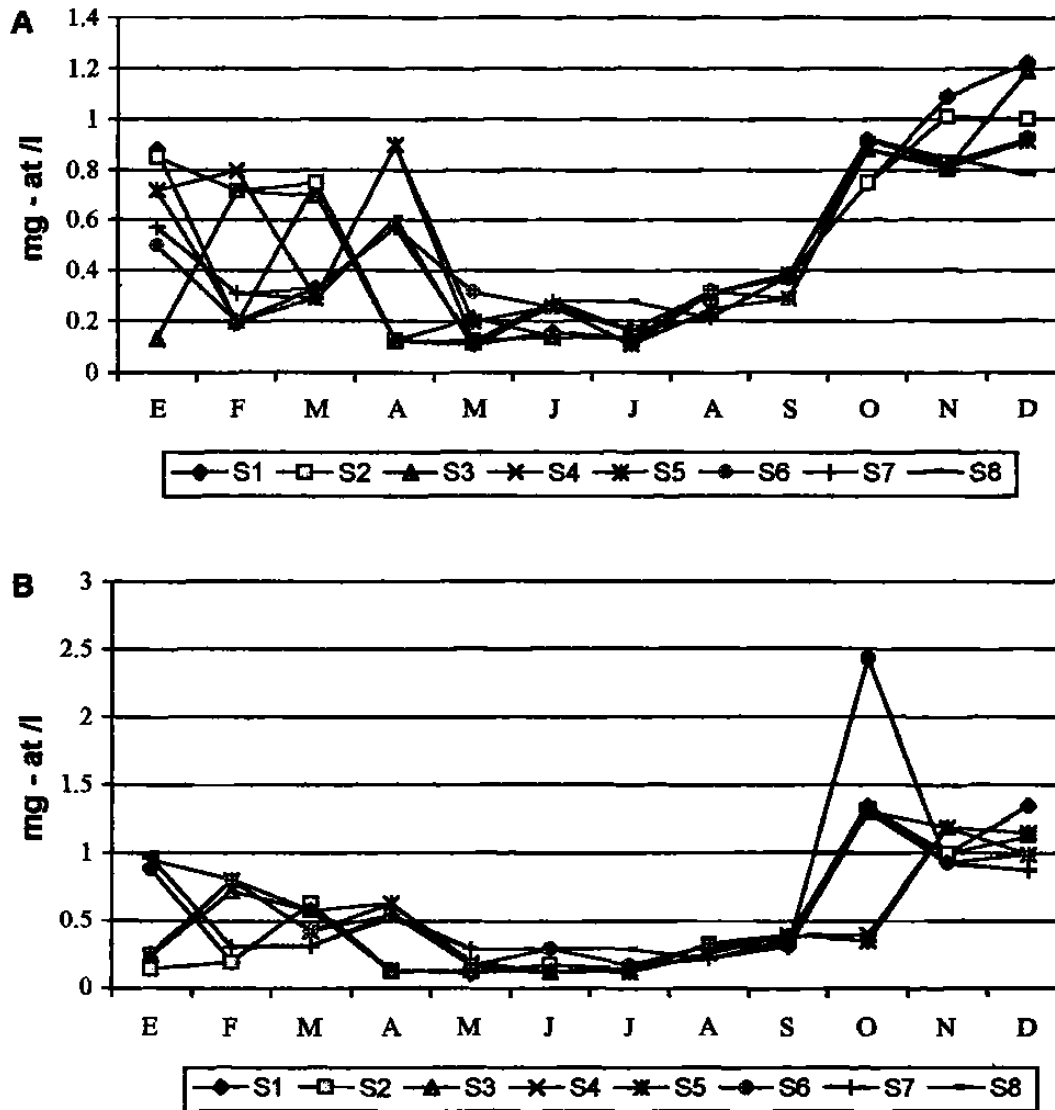


Figura 11. Variación mensual de los fosfatos por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B)

Los nitratos (Fig. 12), en 1992 A) variaron desde 0.959 mg-at/l (sitio 1) en diciembre hasta un mínimo de 0.248 mg-at/l (sitios 1 y 2) en octubre. Mostrando un comportamiento poco fluctuante de enero a junio. Durante 1993 (Fig. 12B) se observó decremento entre los valores en relación al año anterior, con máximo (0.613 mg-at/l, sitios 3 a 5) en septiembre y mínimo (0.182 sitio 5) en octubre.

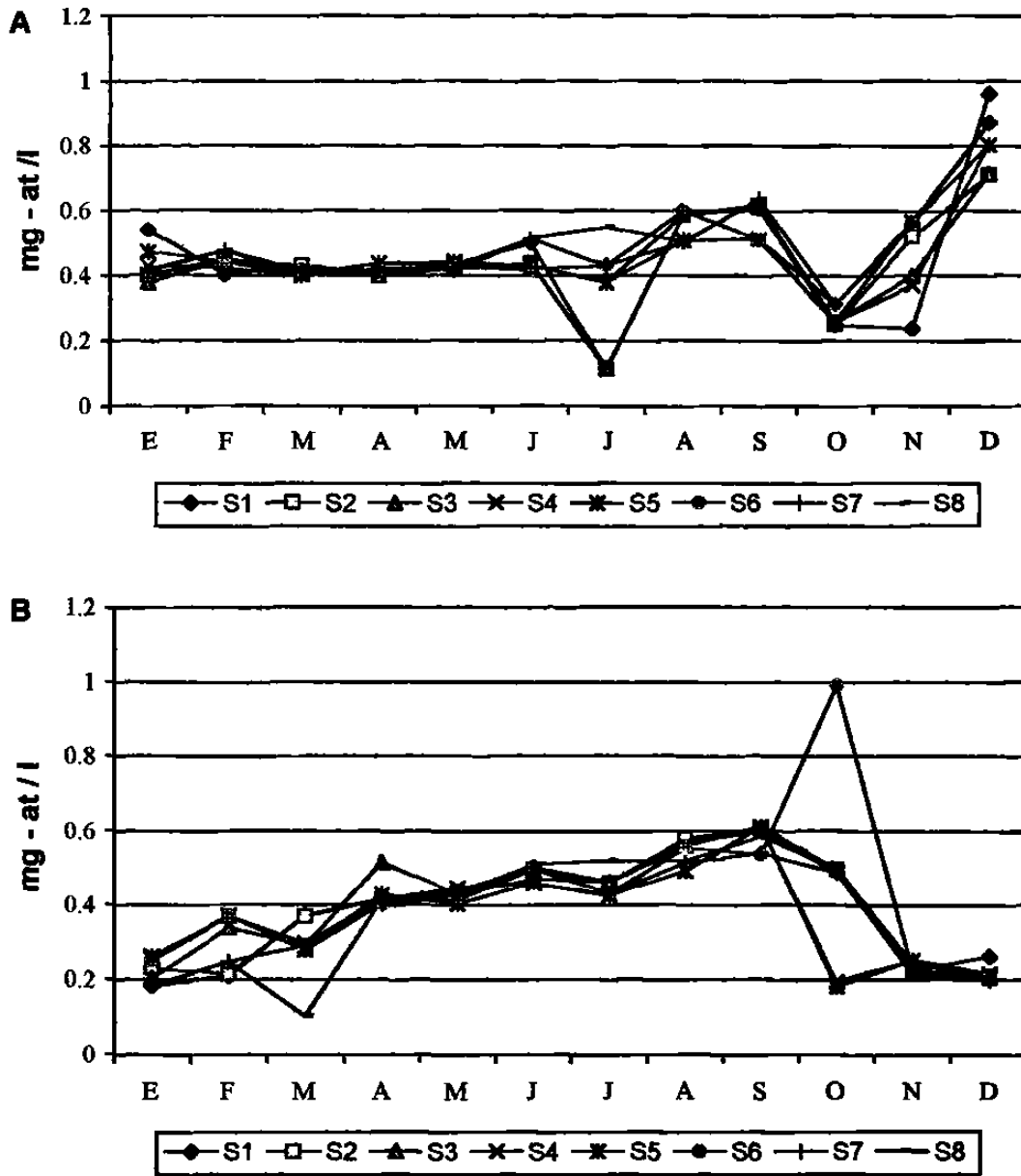


Fig. 12 Variación mensual de los nitratos por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B)

Los nitritos (Fig. 13) mostraron dos períodos de máximas concentraciones, uno de junio a septiembre y otro en diciembre; los mínimos se presentan de enero a mayo y otro en octubre - noviembre. El mayor valor durante 1992 (A), fue de 0.959 mg-at/l (sitio 1) en diciembre y mínimo de 0.119 mg-at/l (sitio 6 - 8) en abril. Durante 1993, el máximo valor fue para el mismo mes de y sitio de muestreo que durante el año anterior, con 0.987 mg-at/l; siendo el mínimo para julio en los sitios 1 y 2 con 0.112 mg-at/l (B).

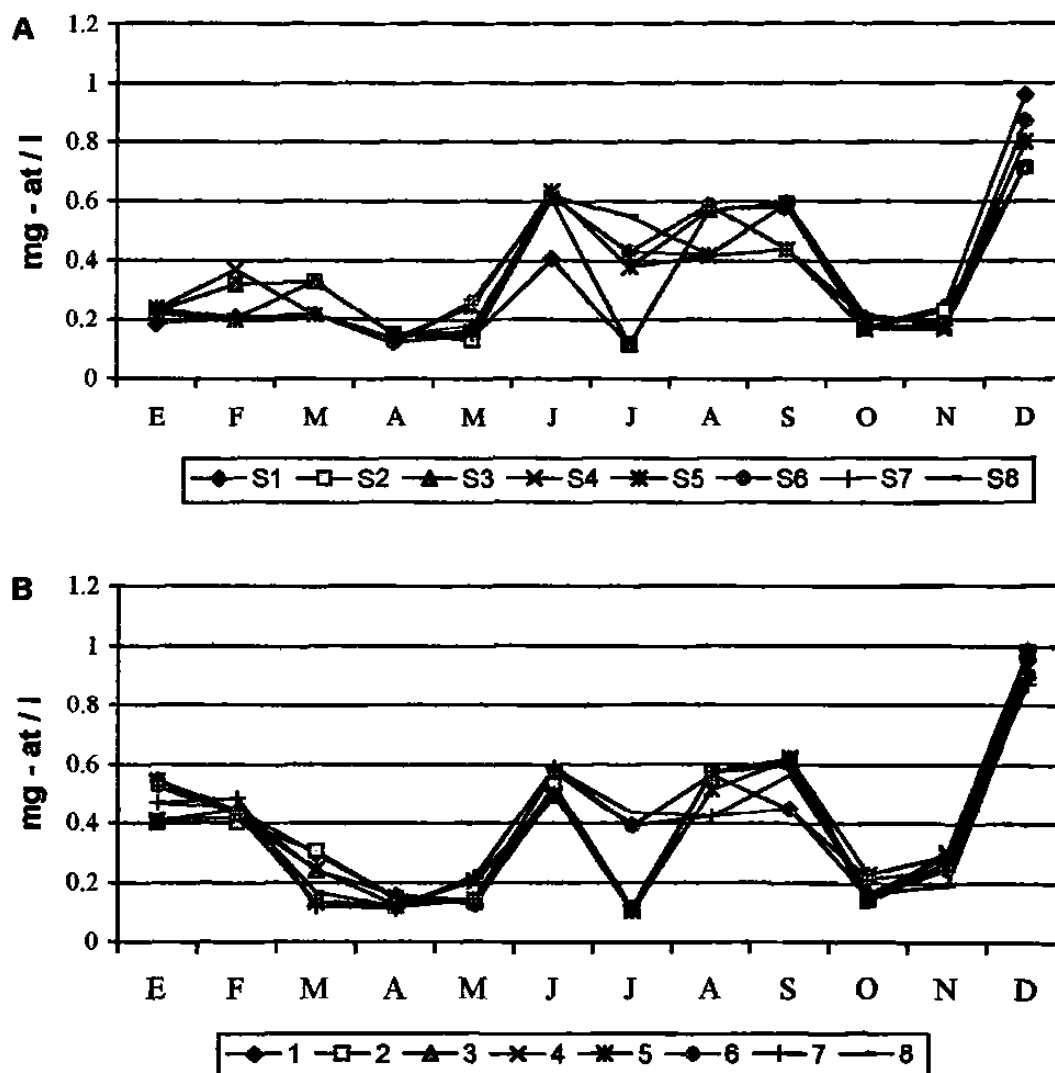


Figura 13. Variación mensual de los nitritos por sitio de muestreo 1992 (A) y 1993 (B)

3.2. Composición específica del fitoplancton

Se identificaron un total de 178 taxas, aunque no todas a nivel de especie, comprendidas en 131 Géneros, 39 Familias, 14 Ordenes, seis Clases y cinco Divisiones (Lista taxonómica): Chlorophyta, Euglenophyta, Dinoflagellata, Chrysophyta y Cyanophyta. De éstas, las diatomeas (crisofitas) fueron el grupo que mostró el mayor número de especies (S = 76), siguiendo en orden de importancia las clorofitas (S = 67), cianofitas (S = 25), euglenofitas (S = 6) y dinoflageladas (S = 4). Los géneros mejor representados fueron *Navicula* (7 especies), *Nitzschia*, *Gyrosigma* y *Scenedesmus* (4 especies cada una).

3.2.1. Fitoplancton cualitativo: Riqueza de especies.

El fitoplancton, durante los dos años de estudio (Fig. 14), señala en forma general, un comportamiento bimodal en el número de especies (S) totales; uno de febrero a agosto y otro de octubre a enero, para 1992; con dos picos de máximo valor en abril (S = 88) y julio (S = 99), y de mínimo en septiembre (S = 57); mientras que durante 1993, los valores más altos se obtuvieron en mayo (S = 83) y octubre (S = 76), y el menor en marzo (S = 51). La variación en menor número para superficie (A) y fondo (B) fue muy similar en todo el periodo de análisis; aunque, las cuantificaciones fueron ligeramente menores en 1993 con respecto a 1992.

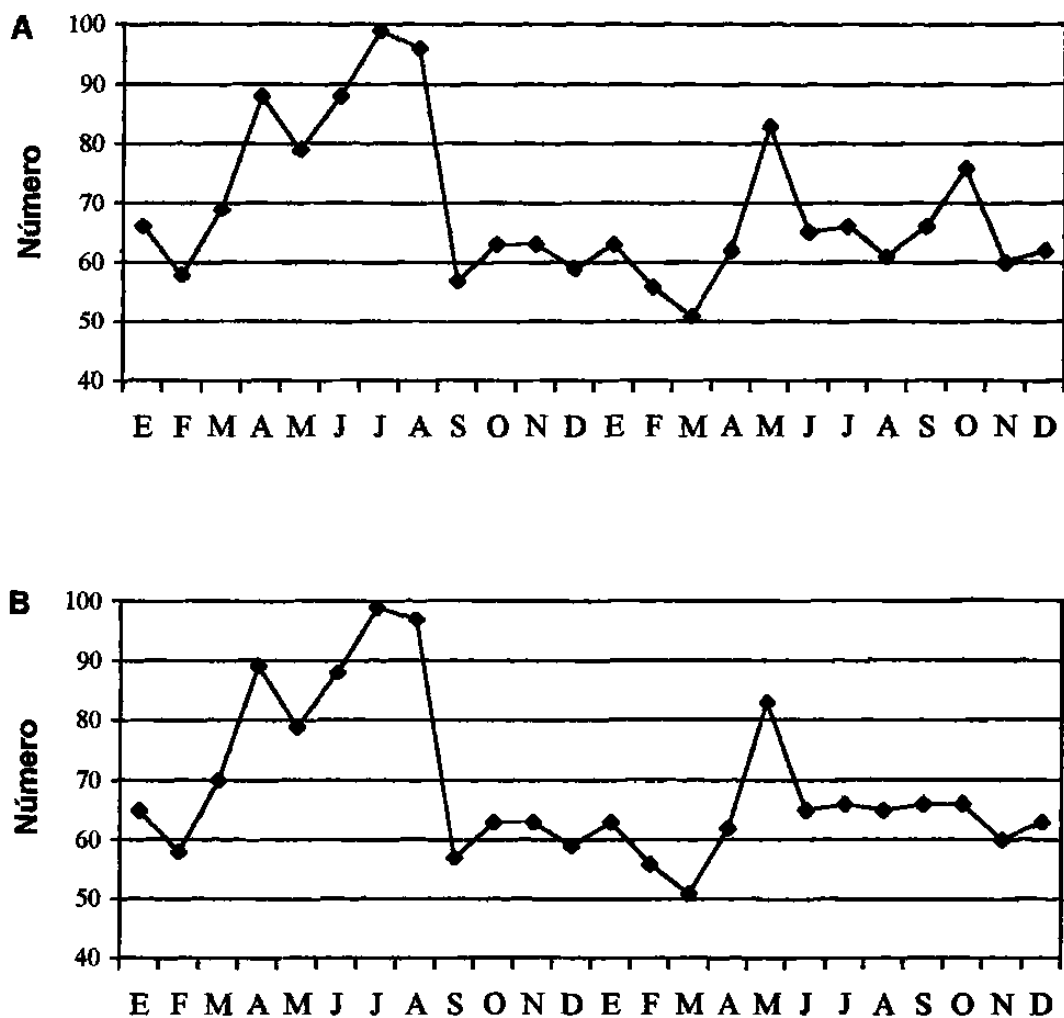


Figura 14. Número de especies Totales para superficie (A) y fondo (B) 1992 y 1993

El análisis por división fitoplanctónica (Fig. 15) muestra que tanto en superficie (A) como en fondo (B), el número de especies está dominado por las clorofitas de enero a abril, con máximo en marzo ($S = 36$ y 37), y julio ($S = 42$ y 43); mientras que de septiembre a noviembre, con pico en octubre ($S = 30$), lo fueron las crisofitas, para ambas profundidades respectivamente (1992); encontrándose éstas últimas durante 1993, de enero a mayo, con máximo en este último ($S = 35$), en las dos profundidades, y de agosto a octubre ($S = 31$), y diciembre ($S = 27$ y 28). Las cianofitas fueron, el grupo que en orden decreciente siguió con 14 especies para los dos años, y con un comportamiento muy similar. Las euglenofitas y dinoflageladas, en forma general mostraron los menores valores, mismo que se observa tanto en una como en otra profundidad.

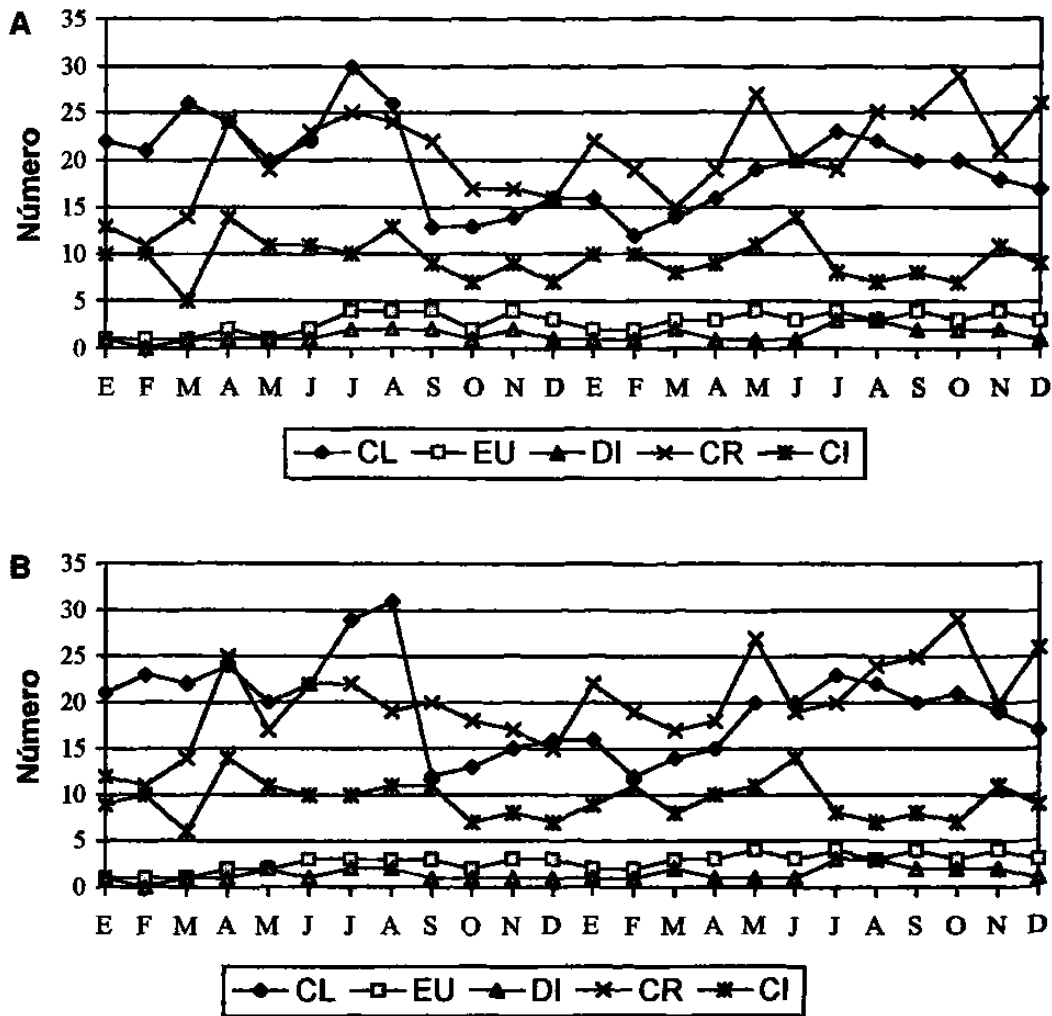


Fig. 15. Número de especies por división por mes para muestras mezcladas para superficie (A) y fondo (B) 1992-1993

La riqueza de especies (Fig. 16) por sitio de muestreo señala para 1992, un comportamiento de máximas en abril y julio - agosto y de menores valores en febrero, octubre y diciembre. En julio se presentó el valor más alto en el sitio de recolecta 3 con $S = 77$ en superficie (A), mientras que en fondo (B) fue para el mismo mes, pero, en el sitio 2 con $S = 80$. Los menores valores se registrarón en el mes de octubre (sitio 6) en superficie con $S = 35$; en el caso de fondo, fue para enero (sitio 2) con $S = 32$.

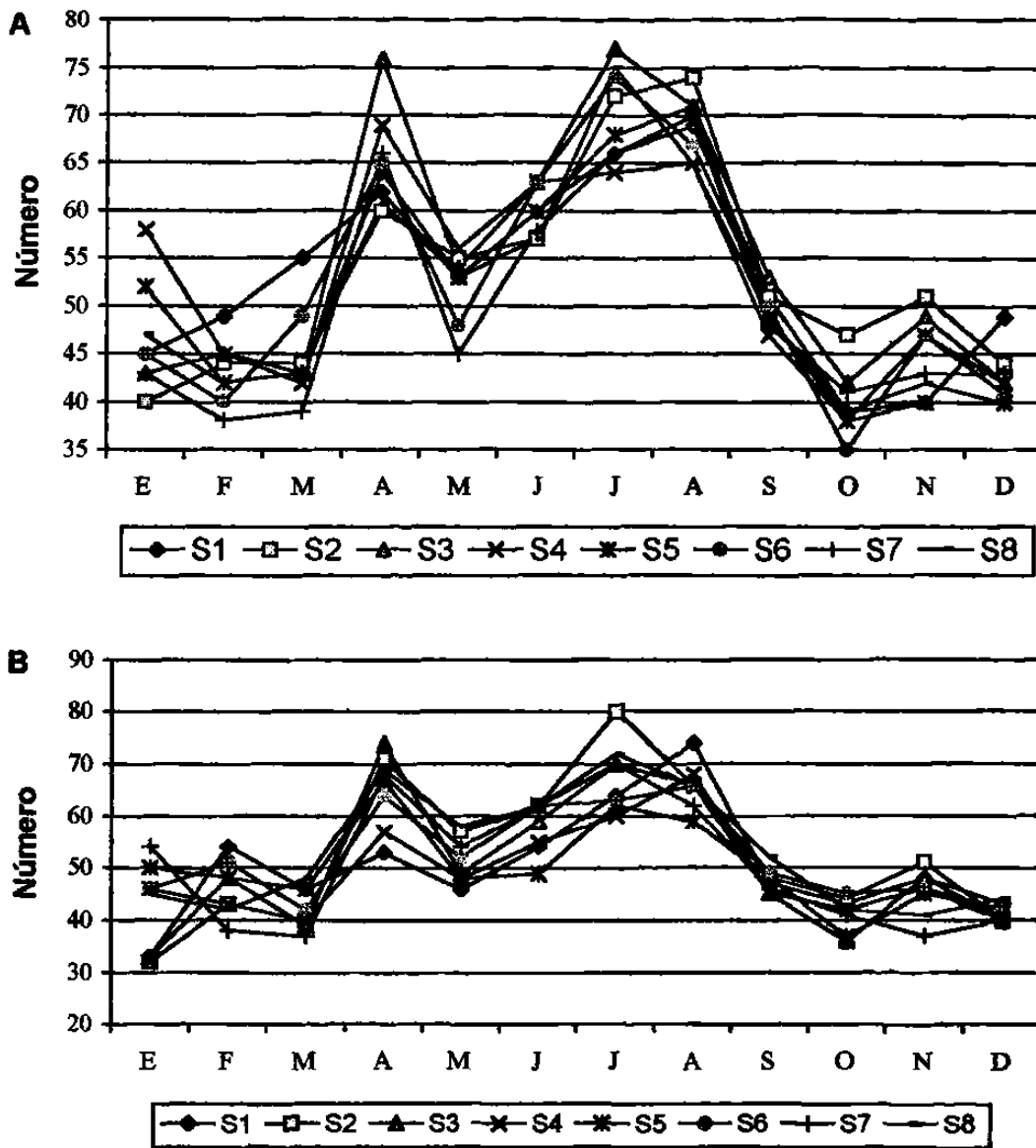


Figura 16. Número de especies por sitio y mes para superficie (A) y fondo (B) 1992

La riqueza de especies, durante 1993 (Fig. 17) mostró un comportamiento similar al del año anterior, aunque, con valores más bajos. Se observaron dos picos máximos de abril a octubre, y de diciembre a enero, y menores de febrero a marzo; en donde, el valor máximo de 66 especies se encontró para el mes de mayo (sitio 4) en superficie (A) y mínimo de $S = 36$, en el mes de marzo (sitio 5). En el caso de fondo (B), el valor máximo se registró para el mismo mes de mayo, pero en el sitio 3, con $S = 67$, el mínimo se anotó del sitio 6 con $S = 38$ para el mes de abril.

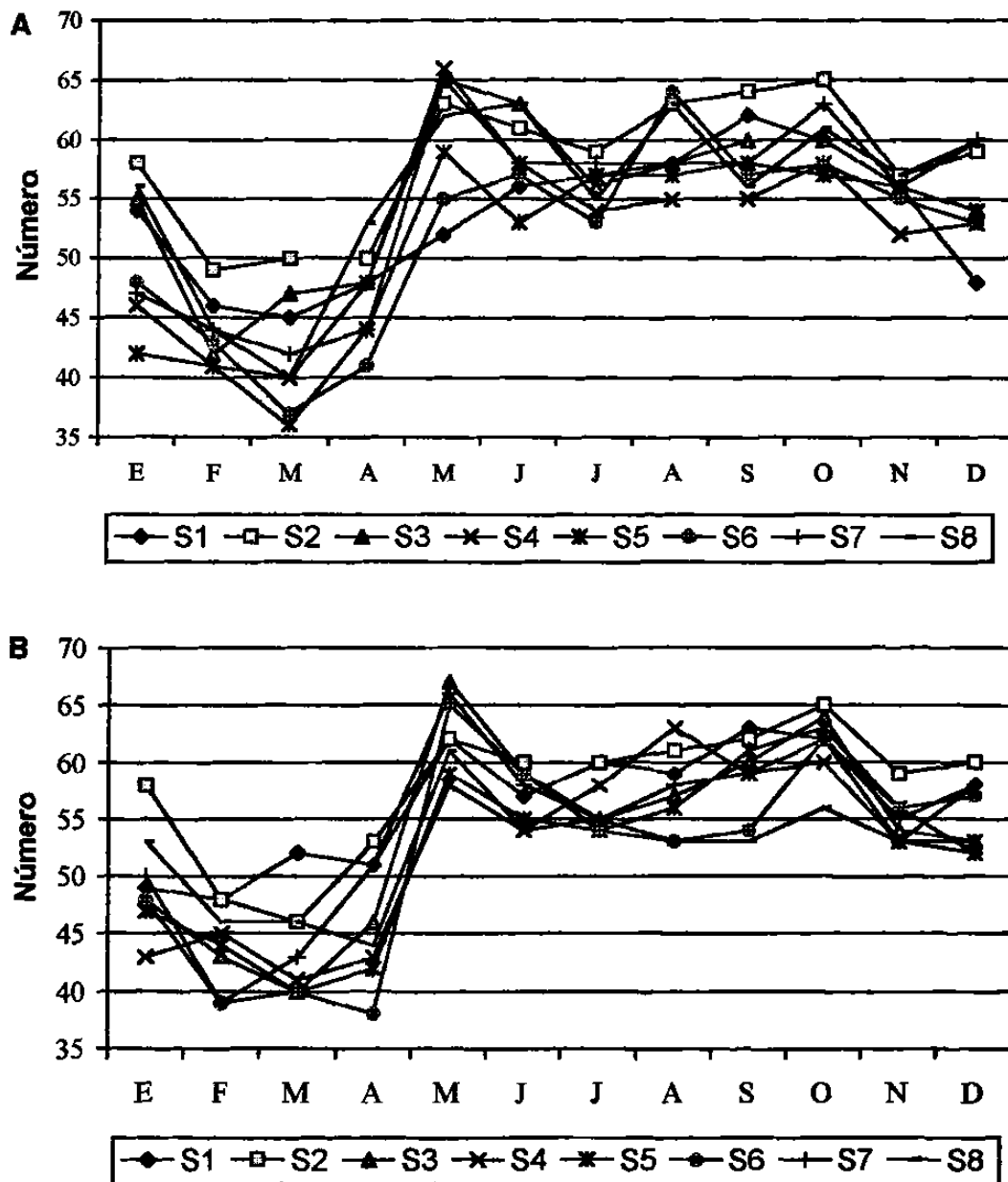


Fig. 17. Número de especies por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) de 1993

3.2.2. Fitoplancton cuantitativo:

a) **Abundancia relativa.** La variación anual de abundancia relativa celular durante 1992 (Fig. 18) mostró un comportamiento similar al de la riqueza de especies, en donde el incremento en el número de células se inició en marzo para superficie (A) y en febrero - marzo, para fondo (B), prolongando los valores altos hasta octubre, cuando existe decremento celular de noviembre a enero. El pico máximo de superficie (1992) fue en el mes de agosto con 848×10^3 cél/l en el sitio 1, y mínimo de 222×10^3 cél/l en el mes de febrero (sitio 5). En el caso de fondo, el mayor valor se encontró para el mes de abril con 882×10^3 cél/l en los sitios 2 y 8, y el mínimo para el mes de febrero con 218×10^3 cél/l en el sitio 8.

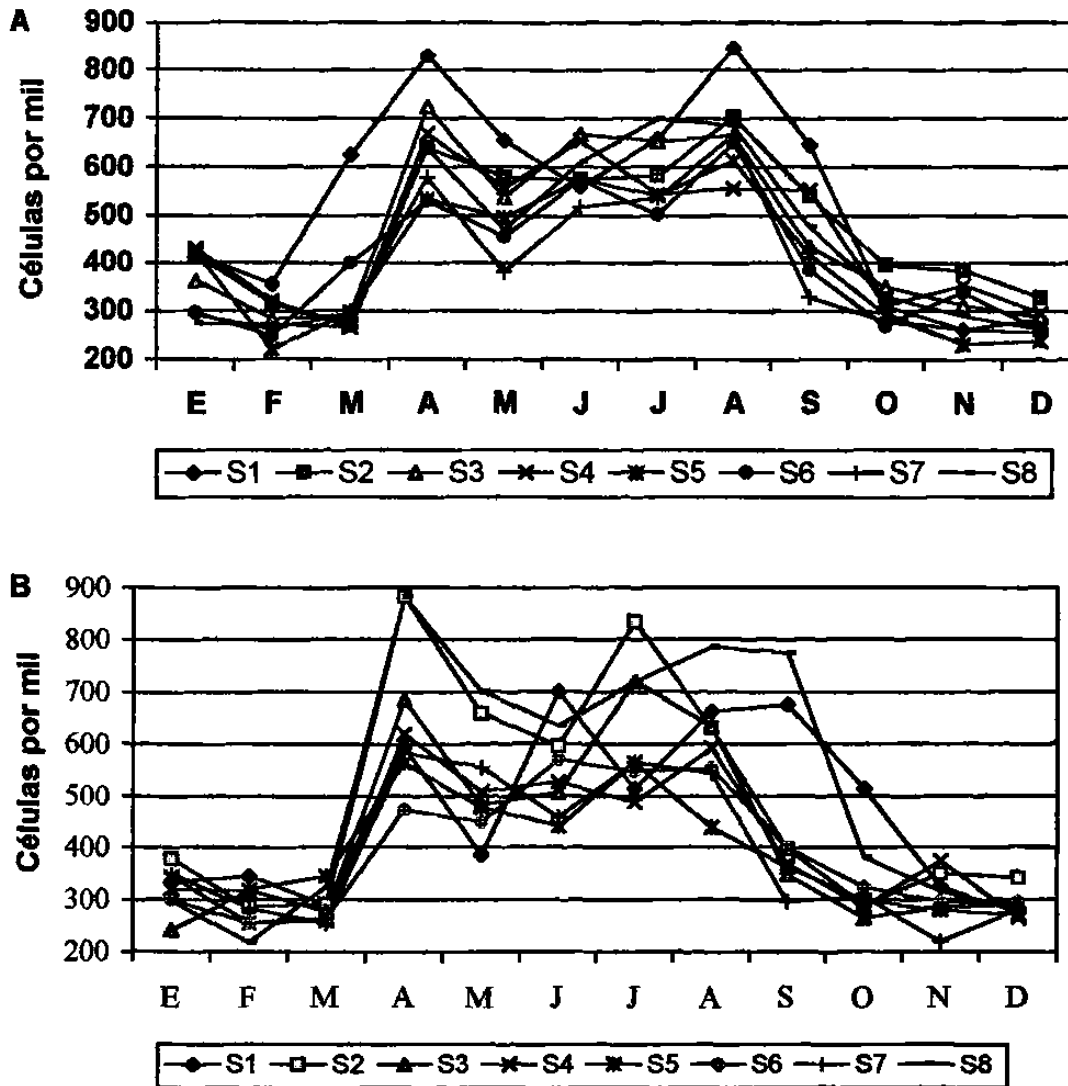


Fig. 18. Abundancia relativa por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) de 1992

Durante 1993 (Fig. 19), la abundancia relativa celular más alta, en superficie (A), estuvo dada para el mes de noviembre con 1183×10^3 en el sitio 1, el mínimo valor para el mes de febrero con 313×10^3 cél/ en el sitio 4. En el caso de fondo (B), el máximo se encontró para noviembre con 925×10^3 cél/l (sitio 1), y el mínimo fue para el mes de junio con 257×10^3 cél/l (sitio 7).

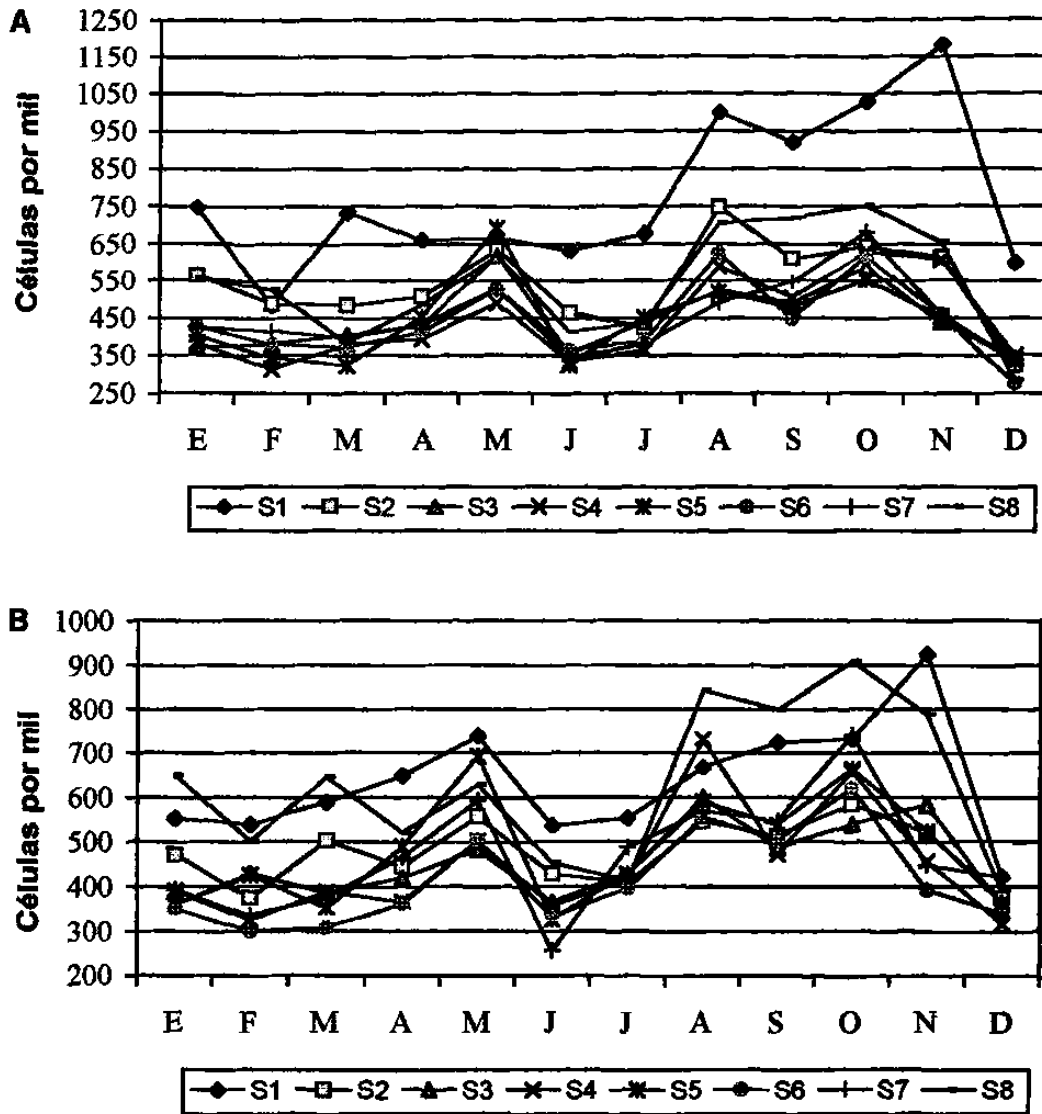


Fig. 19. Abundancia relativa por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) de 1993

La curva de abundancia relativa celular (Fig. 20) por división, muestra un patrón estrechamente relacionado con la variación celular por sitios de muestreo, con muy ligera variación en superficie (A) y fondo (B). Notándose un incremento en el número de células de marzo a octubre para 1992 y de enero a noviembre durante 1993, con los menores valores durante enero a octubre y diciembre del primer año, y diciembre en el segundo. Durante 1992, las crisofitas mostrarán el mayor valor en superficie con 213×10^3 cél/l para el mes de abril y total falta de las dinoflageladas en el mes de febrero. En fondo, para este mismo año, el valor más alto se registró para la misma división y mes que en el caso de superficie, con 249×10^3 cél/l, presentándose el mismo caso de ausencia de dinoflageladas. En 1993, la división crisofita, como en el año anterior, significarán los mayores valores para una y otra profundidad, con 216×10^3 cél/l y 275×10^3 cél/l en el mes de octubre, respectivamente. Las clorofitas fueron el segundo grupo en importancia en el mes de abril, con 201×10^3 y 227×10^3 cél/l, para las dos profundidades de muestreo. En forma general, las euglenofitas y dinoflageladas mostrarán las mínimas cuantificaciones, al igual que en el caso de riqueza de especies.

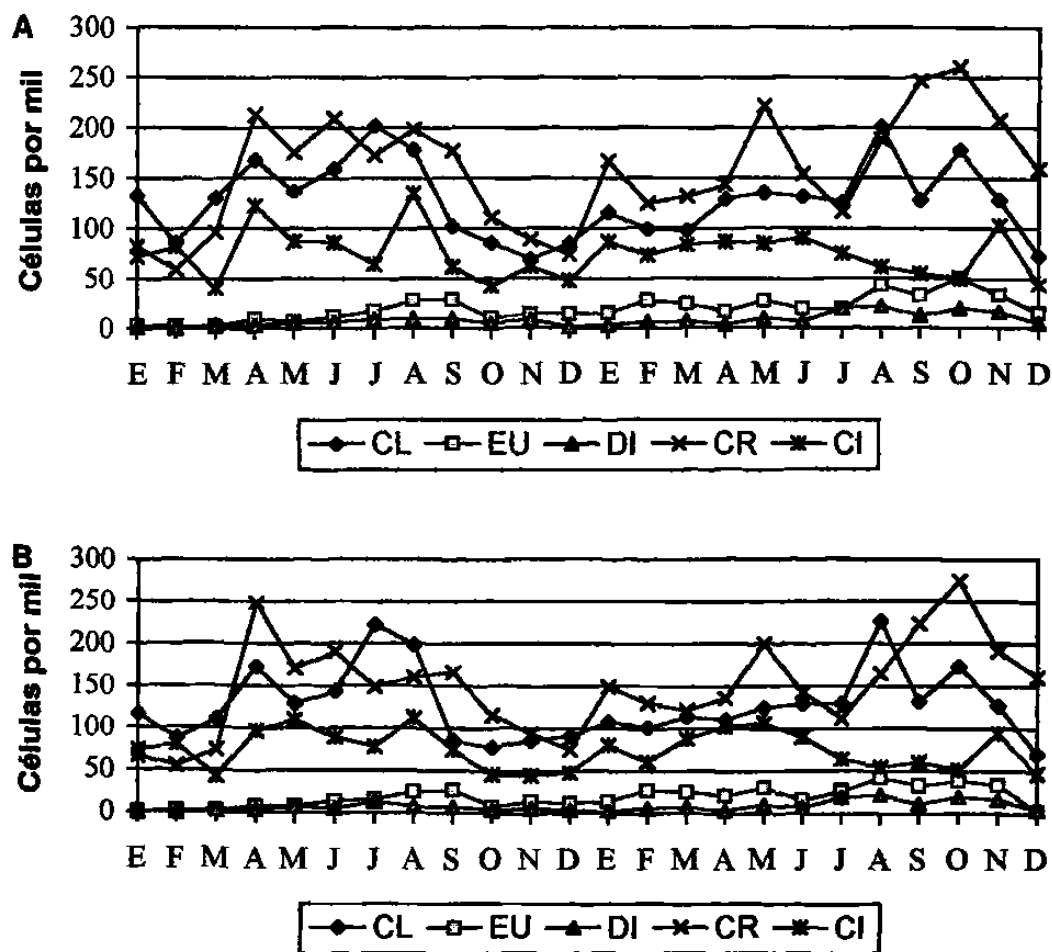


Fig. 20. Abundancia relativa por división y mes para muestras mezcladas superficie (A) y en fondo (B) 1992 y 1993

b) Ciclo anual. Durante la evaluación cuantitativa de 1992 se encontró una predominancia en células por litro (cél/l) por las crisofitas con 37.1 % (superficie) y 37.5 % (fondo), siguiendo en orden decreciente las clorofitas con 34.3 % y 36.4 %, las cianofitas con 24.1 % y 21.4 %, para una y otra profundidad, respectivamente. Las euglenofitas con 3.2 % (superficie y fondo) y las dinoflageladas con 1.3 % y 1.4 %, para ambas profundidades de muestreo, fueron en general las de menor abundancia relativa. En forma mensual, se observaron dos picos de máxima abundancia relativa, una en mayo con $4\,657 \times 10^3$ células/l y otro en agosto con $4\,403 \times 10^3$ células/l, en superficie; mientras que para fondo fue en abril con $4\,224 \times 10^3$ células/l y agosto con $4\,035 \times 10^3$ células/l. Los menores valores se obtuvieron en las cuantificaciones de diciembre con $1\,777 \times 10^3$ células/l (superficie) y febrero con $1\,791 \times 10^3$ células/l.

Los resultados para 1993, muestran en forma semejante que para el año anterior, la dominancia por las crisofitas con 42.3 % y 41.0 % para superficie y fondo respectivamente, encontrando como subdominantes a las clorofitas con 30.8 % y 31.4 % y a las cianofitas con 17.9 % y 18.3 % para ambas profundidades. En este año, también, las euglenofitas (6.4 % y 6.6 %) y dinoflageladas (2.7 %) para las dos profundidades de muestreo, mostraron los menores valores en forma general. En un sentido mensual se encontraron similarmente, dos periodos de mayores valores, uno de abril a junio con máximo en mayo con $3\,828 \times 10^3$ células/l (superficie) y $3\,762 \times 10^3$ células/l (fondo), y otro de agosto a noviembre con pico en octubre con $4\,454 \times 10^3$ células/l (superficie) y $4\,458 \times 10^3$ células/l (fondo). Los mínimos valores se presentaron en los meses de enero, febrero y diciembre, con $2\,365 \times 10^3$ células/l (superficie) y $2\,364 \times 10^3$ células/l (fondo).

Durante el muestreo de enero de 1992 se encontró como grupo dominante a las clorofitas, tanto en superficie (45.6 %) como en fondo (45.4 %). Las principales poblaciones fitoplanctónicas presentaron dominancia por *Coelastrum microporum* (157×10^3 células/l) y como subdominante *Merismopedia tenuissima* (130×10^3 células/l), de acuerdo al muestreo de superficie, y con la última especie (138×10^3 células/l) como dominante y subdominante la primera (118×10^3 células/l) en el caso de fondo; las dos especies se distribuyeron en toda la laguna, tanto en sentido horizontal como verticalmente. Durante 1993, el grupo dominante fueron las crisofitas (43.1 % en superficie y 42.2 % en fondo). La especie más importante, resultó ser, igualmente, *Merismopedia tenuissima* tanto en superficie (153×10^3 células/l) como para fondo (134×10^3 células/l), distribuyéndose en los sitios correspondientes al canal (sitios 1 - 3) y a la periferia (4 - 7) del cuerpo lagunar; con las subdominantes *Dictyosphaerium pulchellum* en superficie (140×10^3 células/l), *Navicula distans* y *Golenkinia radiata* en fondo (120×10^3 células/l., para cada especie), estas se distribuyeron en todo el cuerpo de agua.

Para febrero (1992) la dominancia estuvo dada por las crisofitas, en ambas profundidades, con 37.5 % y 39.9 % respectivamente. Sin embargo, las poblaciones estuvieron dominadas por *Nostoc verrucosum* en superficie (147×10^3 células/l) y fondo (161×10^3 células/l). Con las subdominantes *Oscillatoria tenuis* para la primera profundidad de muestreo (122×10^3 células/l) y *Merismopedia tenuissima* para la segunda (117×10^3 células/l); con distribución de las especies en toda la laguna. En 1993, la dominancia estuvo dada, también, por las crisofitas (37.5 % en superficie y 39.9 % en fondo), las especies dominantes fueron *Euglena oxyuris* tanto en superficie (148×10^3 células/l) como para fondo (174×10^3 células/l), y distribuidas en todo el cuerpo lagunar; con *Synedra ulna* (102×10^3 células/l) como subdominante, y distribuida en los sitios de muestreo correspondientes al canal (sitios 1 - 3) y en la parte Norte (sitio 5) y central

(sitio 8) en superficie, y esta última especie (124×10^3 cél/l) para fondo, en los mismos sitios de recolecta.

En el monitoreo de marzo (1992) se encontró dominancia por las clorofitas con el 47.9 % (superficie) y 47.8 % (fondo). Las especies dominantes, sin embargo, fueron *Synedra ulna* (149×10^3 cél/l) distribuida en la zona correspondiente a la intersección del canal - río (sitio 1), y en la zona Norte, Este y central de la laguna (sitios 5 - 8); con la especie *Nostoc verrucosum* (109×10^3 cél/l) como subdominante, y distribuida en los sitios del canal de (1 - 3), la parte Suroeste (sitio 4) y la parte Este (sitios 6 y 7) del área de estudio, en superficie; en fondo se encontraron, tanto especies diferentes (*Cocconeis placentula* y *Merismopedia tenuissima*) como de menor abundancia relativa (79×10^3 y 71×10^3 cél/l, respectivamente); su distribución, igualmente es irregular, no muestran un patrón definido. Para 1993, el grupo más importante fueron, también, las crisofitas (38.0 % en superficie y 39.9 % en fondo). Se encontró mayor abundancia de *Merismopedia tenuissima* para superficie (183×10^3 cél/l) y fondo 205×10^3 cél/l, su distribución fue en toda el área de estudio. Las especies subdominantes fueron *Ankistrodesmus falcatus* (140×10^3 y 158×10^3 cél/l) para superficie y fondo, *Phacus longicauda* (132×10^3 cél/l) para la primera profundidad de muestreo y *Gomphosphaeria oponina* (152×10^3 cél/l) para la segunda. La distribución de estas especies fu en toda la zona analizada.

Del análisis de las muestras correspondientes al mes de abril (1992) se encontró dominancia por las crisofitas, tanto en superficie (41.4 %) como en fondo (47.2 %). Las poblaciones estuvieron dominadas por *Gomphosphaeria oponina* (271×10^3 cél/l) en superficie y *Synedra acus* (215×10^3 cél/l) en fondo; con las subdominantes *Euastrum binale* (196×10^3 cél/l) para la primera profundidad y *Pinnularia gibba* (178×10^3 cél/l) para la segunda. La distribución de estas especies fue en toda la laguna, excepto en el caso de la última que no se encontró en el lado Este (sitio 6). Para 1993, también dominaron el citado grupo, tanto en superficie (37.9 %) como en fondo (36.6 %); las poblaciones estuvieron dominadas por *Ankistrodesmus falcatus* en superficie (167×10^3 cél/l) y *Merismopedia tenuissima* en fondo (182×10^3 cél/l), con la especie *Crucigenia tetrapedia* (150×10^3 en superficie y 151×10^3 cél/l en fondo) como subdominante; las especies se distribuyeron en toda el área.

En el muestreo del mes de mayo (1992), la dominancia estuvo dada por las crisofitas, nuevamente, (30.2 % en superficie y 40.4 % en fondo). Las especies mejor representadas fueron *Synedra acus* como dominante (131×10^3 cél/l) en superficie. Su distribución fue sectorizada en el área del canal (sitios 1 - 3), parte Norte (sitio 5), Sureste (sitio 7) y centro (sitio 8) del cuerpo lagunar. Las especies subdominantes fueron *Crucigenia rectangularis* (121×10^3 cél/l) con distribución en toda el área, y *Pinnularia gibba* (120×10^3 cél/l) cuya distribución es irregular, pero abarca todo el cuerpo de agua. En la muestra de fondo se encontraron, como especie dominante a *Crucigenia alternans* (140×10^3 cél/l) con distribución sectorizada en el canal (sitios 1 - 4) y en la parte Este - central (sitios 6 - 8), y como subdominantes a *Fragillaria crotonensis* (118×10^3 cél/l) y *Microcystis flos-aquae* (116×10^3 cél/l). Su distribución es irregular. Para 1993, la dominancia estuvo dada, igualmente que en la anterior, por las crisofitas tanto en superficie (46.3 %) como en fondo (42.5 %). La especie dominante, para superficie, fue *Navicula distans* (127×10^3 cél/l) con distribución en el canal (sitios 1 - 3) y zona Norte - Este y centro (sitios 5 - 8), *Gloeobotrys limneticus* (115×10^3 cél/l) como subdominante, ampliamente distribuida, excepto en la parte Noreste (sitio 6). En fondo, la dominancia estuvo dada por *Merismopedia tenuissima* (177×10^3 cél/l) con distribución en

todos los puntos de muestreo, y *Anabaena unispora* (129×10^3 cél/l) como subdominante, la distribución de ésta fue en los sitios 1 y 2 (canal) y 4 - 8 (cuerpo lagunar).

De el análisis correspondiente al muestreo de junio (1992) se encontró como grupo dominante, también, a las crisofitas (44.2 % en superficie y 43.3 % en fondo). La especie con mayor abundancia relativa, para superficie, fue *Fragillaria crotonensis* (182×10^3 cél/l) con distribución amplia en el sistema, excepto en la zona Sureste (Sitio 7). Con las subdominantes *Dictyosphaerium pulchellum* (154×10^3 cél/l) distribuida en los sitios 2 (canal), 4 (entrada a laguna), 6 - 8 (Este - central) y *Navicula distans* (138×10^3 cél/l), distribuida en la zona del canal y la parte Norte y centro del área, según las muestras de superficie. Mientras que en el caso de fondo, la dominancia estuvo señalada por *Dictyosphaerium pulchellum* (167×10^3 cél/l) con distribución igual a la anterior. Las subdominantes fueron *Gomphosphaeria oponina* (131×10^3 cél/l) y *Fragillaria crotonensis* (114×10^3 cél/l). La distribución es muy irregular. Para 1993, la dominancia estuvo dada por el mismo grupo que en el año anterior (crisofitas con 38.2 % y 37.1 % para superficie y fondo). La especie dominante fue *Gomphosphaeria oponina* (86×10^3 cél/l) y distribuida en todo el sistema, en el caso de superficie; mientras que en el de fondo la especie de mayor abundancia relativa fue *Gomphonema parvulum* (91×10^3 cél/l), con amplia distribución en toda la zona.

De el muestreo de julio (1992) se encontró como grupo dominante a las clorofitas, tanto en superficie (43.2 %) como en fondo (46.6 %). La especie dominante, para superficie, fue *Nitzschia closterium* (153×10^3 cél/l) con distribución restringida al canal (sitios 1 y 3) y centro (sitio 8) de la laguna; con *Botryococcus braunii* (121×10^3 cél/l), como subdominante, su distribución, también, fue en la zona intermedia del canal (sitio 2), entrada a laguna (sitio 4) y área Este (sitio 6 y 7) y centro (sitio 8). Para fondo, la especie dominante fue la última anotada (148×10^3 cél/l) distribuida en forma restringida a la parte del canal (sitios 1 - 4) y Este - central (sitios 6 - 8). La subdominante fue *Dictyosphaerium pulchellum* (122×10^3 cél/l), con el mismo tipo de distribución anotado (sitios 1 - 3, 5 - 8). Los resultados de 1993 señalaron como grupo dominante, también, a las crisofitas con 35.5 % para superficie y 36.6 % para fondo. La especie dominante, en superficie, fue *Microcystis flos-aquae* (141×10^3 cél/l) y la subdominante *Merismopedia convulata* (105×10^3 cél/l), con distribución de las dos especies en toda la laguna. Para las muestras de fondo se señaló como dominante, también a *Microcystis flos-aquae* (120×10^3 cél/l) y subdominante a *Oocystis ehremosphaeria* (120×10^3 cél/l), ambas especies con distribución en todo el sistema.

En el muestreo de agosto (1992) se encontró como grupo dominante a las crisofitas (36.2 %) en superficie y a las clorofitas (39.4 %) en fondo. La especie mejor representada, en superficie, fue *Gomphosphaeria oponina* (249×10^3 cél/l), con las subdominantes *Merismopedia tenuissima* (189×10^3 cél/l) y *Oscillatoria rubescens* (160×10^3 cél/l); éstas se distribuyeron en todos los sitios analizados. Siendo esta última especie dominante, en el caso de fondo (144×10^3 cél/l), con distribución restringida a los sitios 1, 3 (canal), 4 (entrada a laguna), 6 - 8 (Este - centro). Con *Gomphosphaeria oponina* (142×10^3 cél/l) como subdominante y distribuida en toda la zona, excepto en el sitio 1 (intersección canal - río). De el análisis de 1993, se encontró dominancia por las clorofitas (38.6 % en superficie y 44.1 % en fondo). La especie dominante, en superficie, fue *Trachelomonas volvocina* (222×10^3 cél/l) y subdominantes *Botryococcus braunii* (150×10^3 cél/l) y *Oocystis ehremosphaeria* (145×10^3 cél/l), con distribución en toda la laguna de las tres especies, excepto que *B. braunii* no se encontró en el punto de muestreo 6 (Noreste). En fondo, la especie dominante fue *T.*

volvocina (183×10^3 cél/l) y subdominantes *B. braunii* (145×10^3 cél/l) y *Oocystis gigas* (142×10^3 cél/l), mismas que se distribuyeron ampliamente en el sistema.

En el análisis del mes de septiembre (1992) el grupo dominante fueron las crisofitas, nuevamente, (46.7 % en superficie y 46.0 % en fondo). Las poblaciones en superficie, estuvieron dominadas por la especie *Gomphonema gracile* (179×10^3 cél/l), y como subdominantes *Synedra acus* (131×10^3 cél/l) y *Scenedesmus quadricauda* (119×10^3 cél/l). Mientras que en el caso de fondo, dominó *Gyrosigma acuminatum* 8145×10^3 cél/l) y como subdominante, se encontró a *S. acus* (125×10^3 cél/l), con amplia distribución en el sistema. Durante 1993, igualmente dominó en mismo grupo, que en el anterior, tanto en superficie (52.1 %) como en fondo (48.5 %). La especie mejor representada, en superficie, fue *Navicula distans* (156×10^3 cél/l) y como subdominantes *Nitzschia closterium* (154×10^3 cél/l) y *Thalassiosira decipiens* (142×10^3 cél/l). En fondo, la especie dominante fue *T. decipiens* (172×10^3 cél/l) con *Pinnularia acuminata* (117×10^3 cél/l) y *Tetraedron minimum* (110×10^3 cél/l), con amplia distribución de éstas en el cuerpo lagunar.

En forma similar, para el muestreo de octubre, dominaron las crisofitas (1992) en ambas profundidades de muestreo (43.6 % en superficie y 45.7 % en fondo). Las poblaciones en la primera profundidad, estuvieron representadas mayoritariamente por *Dictyosphaerium pulchellum* (180×10^3 cél/l), con distribución restringida al área del canal (sitios 1 - 3), área Norte (sitio 5), Sureste (sitio 7) y centro (sitio 8). La subdominante fue *Golenkinia radiata* (115×10^3 cél/l), distribuida en la parte intermedia del canal (sitio 2), en la entrada a la laguna (sitio 3), en la parte Norte (sitio 5), Sureste (sitio 7) y centro (sitio 8). En las muestras de fondo fueron las mismas especies, sólo en menor valor (115 y 105×10^3 cél/l respectivamente). En 1993, el grupo dominante fueron, también, las crisofitas (46.9 % en superficie y 49.4 % en fondo). La especie dominante fue *Phacus longicauda* tanto en la primera profundidad (266×10^3 cél/l) como en la segunda (199×10^3 cél/l). Con las subdominantes *Coelastrum microporum* (167×10^3 cél/l), y *Geminella interrupta* (155×10^3 cél/l). Esta última, también se encontró en fondo (177×10^3 cél/l) junto con *Navicula pusilla* (147×10^3 cél/l). La distribución de las especies fue en toda la laguna.

Para noviembre de 1992, el grupo de las crisofitas seguía siendo el dominante, tanto en superficie (36.8 %) y en fondo (38.2 %). La especie más abundante en las muestras fue *Golenkinia radiata* (112×10^3 cél/l) con *Merismopedia tenuissima* (104×10^3 cél/l) como subdominante, en superficie; mientras que en fondo, fue *Dictyosphaerium pulchellum* (158×10^3 cél/l). En 1993, nuevamente las crisofitas fueron el principal grupo (42.6 % en superficie y 41.2 % en fondo). *Stephanodiscus niagrae* (141×10^3 cél/l) fue la más importante, y con las subdominantes *Navicula elegendensis* (130×10^3 cél/l) y *Oscillatoria rubescens* (127×10^3 cél/l) en superficie; mientras que en la muestra de fondo, la especie dominante fue *Ankistrodesmus falcatus* (126×10^3 cél/l) y como subdominantes *Gomphosphaeria oponina* (124×10^3 cél/l) y *Stephanodiscus niagrae* (122×10^3 cél/l), con amplia distribución de las mismas.

El análisis de diciembre de 1992 y 1993 señaló que, aunque existe una riqueza de especies de (59 y 63 respectivamente), la abundancia relativa de cada una fue poco significativa. El grupo dominante, sin embargo, fueron las clorofitas (38.1 % en superficie y 39.5 % en fondo), para el primer año, y las crisofitas (53.7 % y 54.5 % para una y otra profundidad, respectivamente) para el segundo. La especie dominante fue *Merismopedia tenuissima* con apenas 67×10^3 cél/l (fondo).

3.3. Parámetros de la estructura fitoplanctónica

En general, los valores de diversidad (H') para el período de 1992 (Fig. 21) fueron más altos en relación a los obtenidos para 1993. Observando un incremento a partir del mes de febrero, siendo éste más significativo en los sitios de recolecta 1 (intersección canal - río), 4 (área Sureste del cuerpo lagunar) y 8 (centro). Sin embargo, el incremento posteriormente muestra variación ascendente e independientemente de los sitios analizados. Este se prolonga hasta septiembre para alcanzar sus mínimos valores en noviembre y febrero en superficie (A), y en enero, en fondo (B). El mayor valor se obtuvo para julio en el sitio de recolecta 8 en superficie con 4.0933 bits/ind, en fondo, para este mismo mes, pero en el sitio 2 con 4.0528 bits/ind. Los mínimos valores se obtuvieron en el mes de febrero (sitio 8) en superficie (3.1344 bits/ind); para fondo fue en enero (sitio 2) con 3.0946 bits/ind.

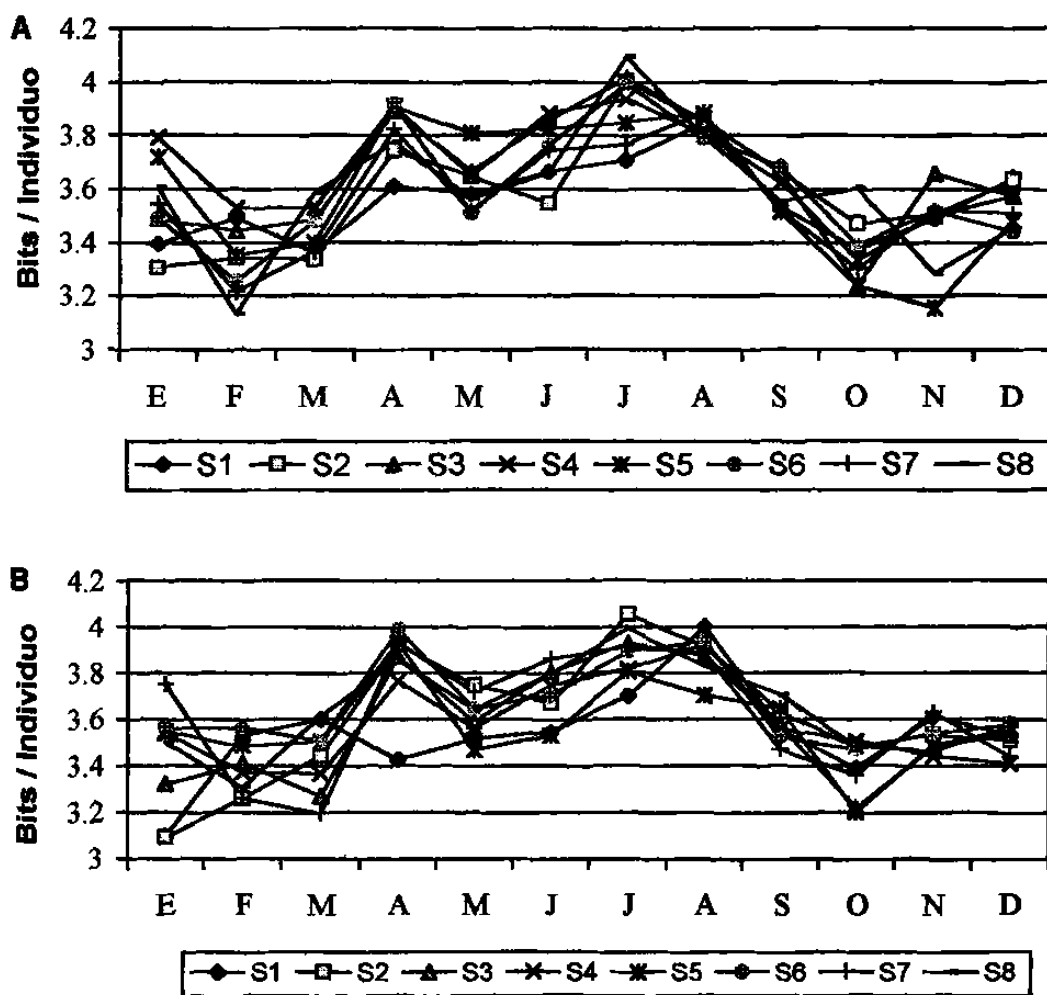


Fig. 21. Índice de diversidad de Shannon (H') por mes y sitio de muestreo en fondo superficie (A) y fondo (B) 1992

Durante 1993 (Fig. 22), el mayor valor se registró en el sitio 2 (superficie, A) con 3.9379 bits/ind. En fondo (B) fue para septiembre, en el mismo sitio de recolecta con 3.9290 bits/ind. Los mínimos valores se registrarón para marzo en el sitio 6, con 3.2235 bits/ind, para la primera profundidad y de 3.2211 bits/ind, para la segunda, respectivamente.

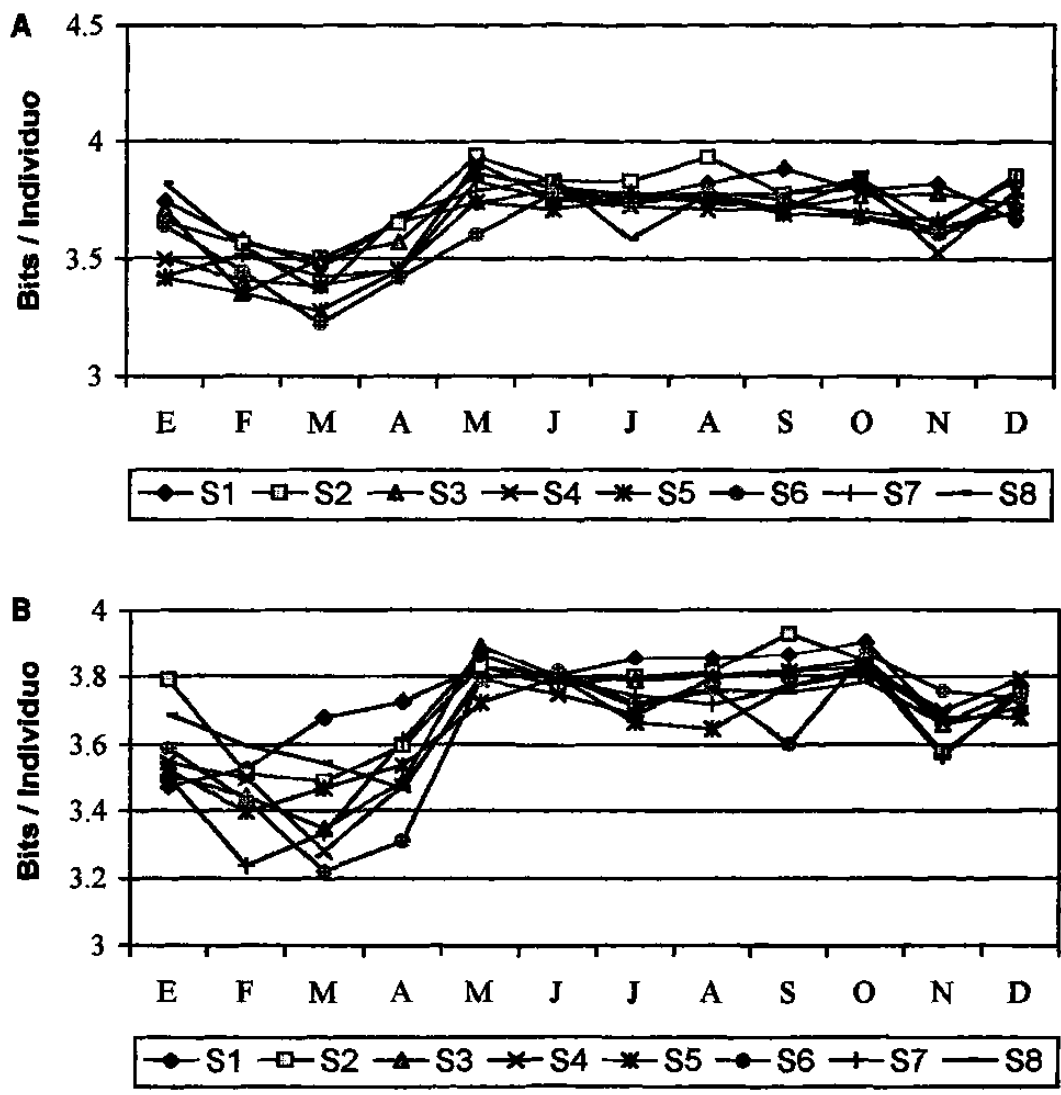


Fig. 22. Índice de diversidad de Shannon (H') por mes y sitio de muestreo en superficie (A) y fondo (B) 1993

Los valores de índice de Simpson (D_s) para 1992 (Fig.23) mostraron un comportamiento muy similar al registrado por el de diversidad de Shannon. Los mayores valores se encontraron en julio (sitio 8) con 57.14 en fondo (B); mientras que para superficie (A) fue para agosto (sitio 1) con 50.00. Los mínimos se registraron en noviembre (sitio 5) con 13.91 para la segunda profundidad anotada, y 16.98 para la primera (sitio 2).

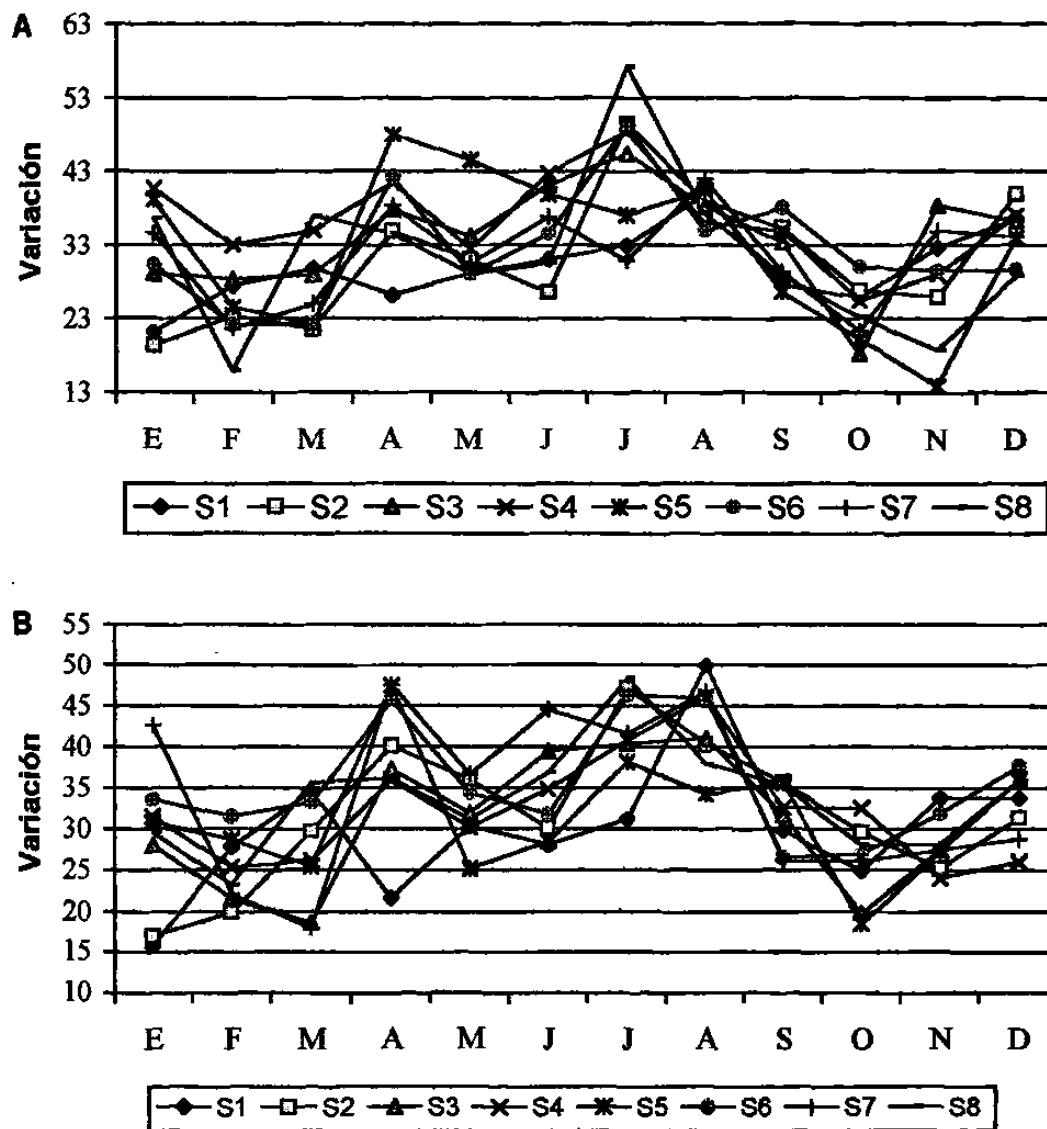


Fig. 23. Índice de Simpson (D_s) por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992

Durante 1993 (Fig. 24), disminuyeron los valores, con respecto al año anterior; sin embargo, la variación anual siguió el mismo patrón que en 1992, en donde, los mayores se presentan en mayo para superficie (A) con 48.15 (sitio 2), y ligeramente menor en julio (45.99) y agosto (45.55) para el mismo sitio; disminuyendo en noviembre y alcanzando los más bajos en marzo (20.43) en el sitio 6. En el caso de fondo (B), la variación, apenas, es notoria en relación a superficie, siendo para el mes de septiembre el registro de mayor valor (49.75) en el sitio 2.

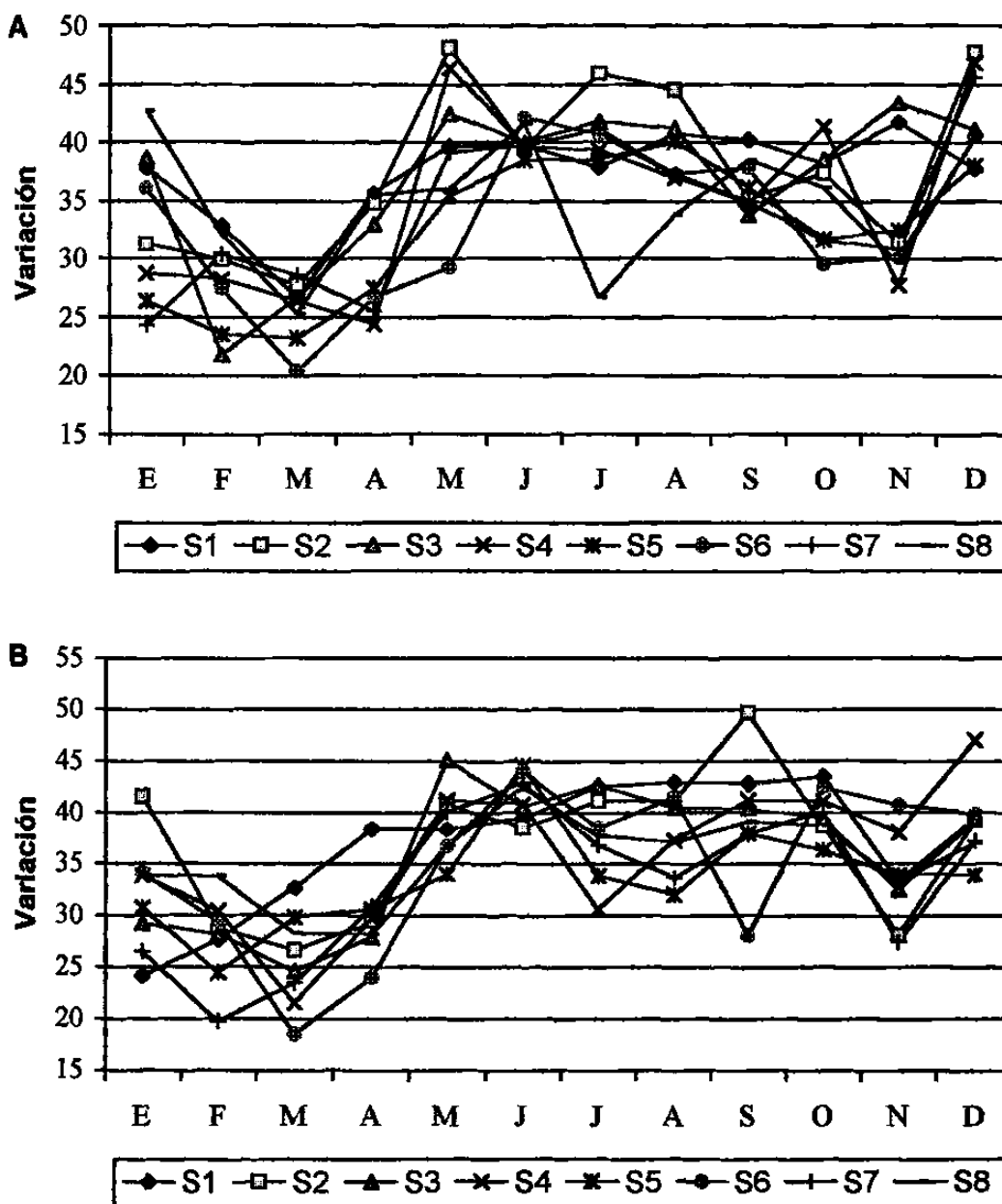


Fig. 24. Índice de Simpson (Ds) por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993

El índice de equitatividad (E), durante los dos años de estudio, mostrarón muy poca diferencia entre el valor máximo y el mínimo con 0.14 (0.97 - 0.83) para superficie (A) y de 0.99 (0.96 - 0.87) para fondo (B) en 1992 (Fig. 25). Los valores más altos se registrarón para ambas profundidades con 0.96 en diciembre (sitio 2) y en abril (sitio 6); con mínimos para noviembre 0.59 (sitio 5) y 0.67 (sitio 2) respectivamente.

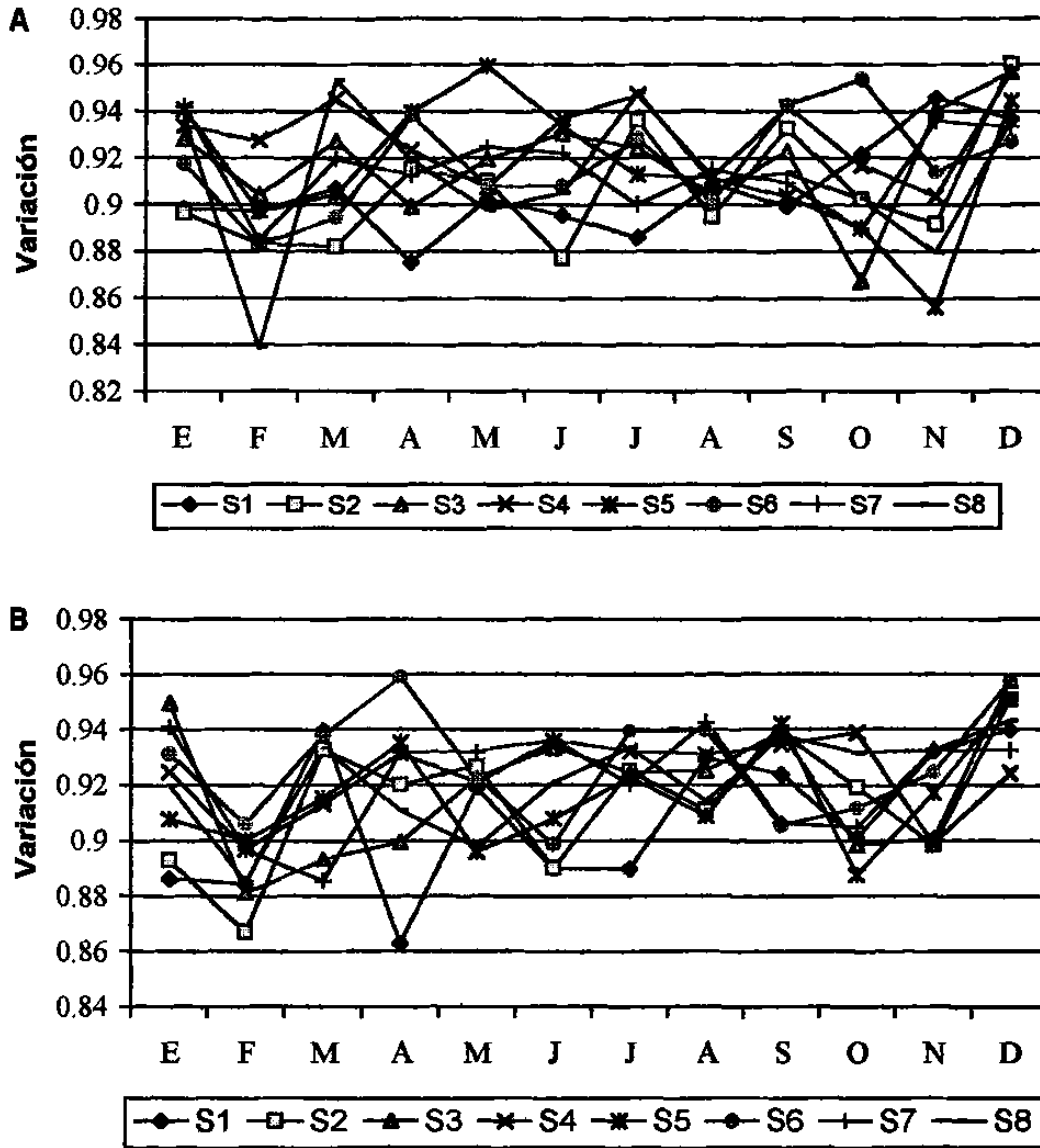


Fig. 25. Índice de equitatividad (E) de Pielou por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992

En el período de 1993 (Fig. 26), los valores de equitatividad mostraron menor heterogeneidad entre los diferentes muestreos, con diferencia entre máximo y mínimo de 0.07 (0.96 - 0.89) para superficie (A) y de 0.09 (0.96 - 0.87) en fondo (B); registrándose los valores más altos en el mes de diciembre, para una y otra profundidad (sitio 4), con 0.96.

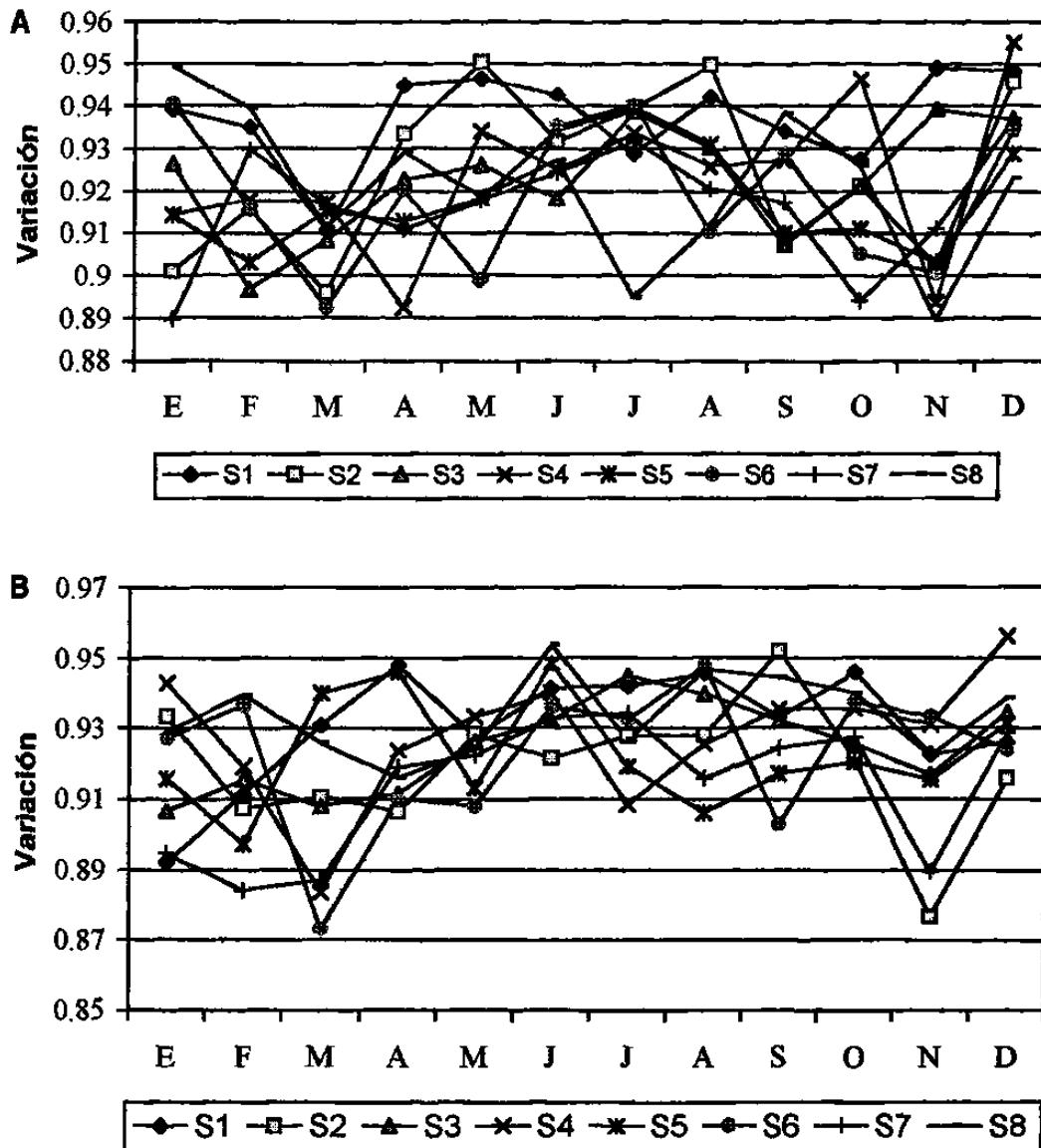


Fig. 26. Índice de equitatividad (E) de Pielou por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993

Los resultados obtenidos de índice de redundancia (REDI) muestran muy poca variación y bajos valores, lo que significa una casi ausencia de dominancia de las especies durante el período de estudio, esto se refleja en la poca diferencia entre los valores máximos y mínimos, los que a pesar de ser muy fluctuantes durante todo el período de estudio, su valor es poco significativo 0.1 (0.03 - 0.13) para superficie (A) y de 0.09 (0.03 - 0.12) en fondo (B) para 1992 (Fig. 27). Los valores máximos se obtuvieron para febrero con 0.13 (sitio 8) en superficie y 0.12 (sitio 3) en fondo; registrándose este último, también para marzo (sitio 1). Los mínimos valores se encontraron en diciembre con 0.03 (sitio 2) en superficie y 0.03 para abril (sitio 6).

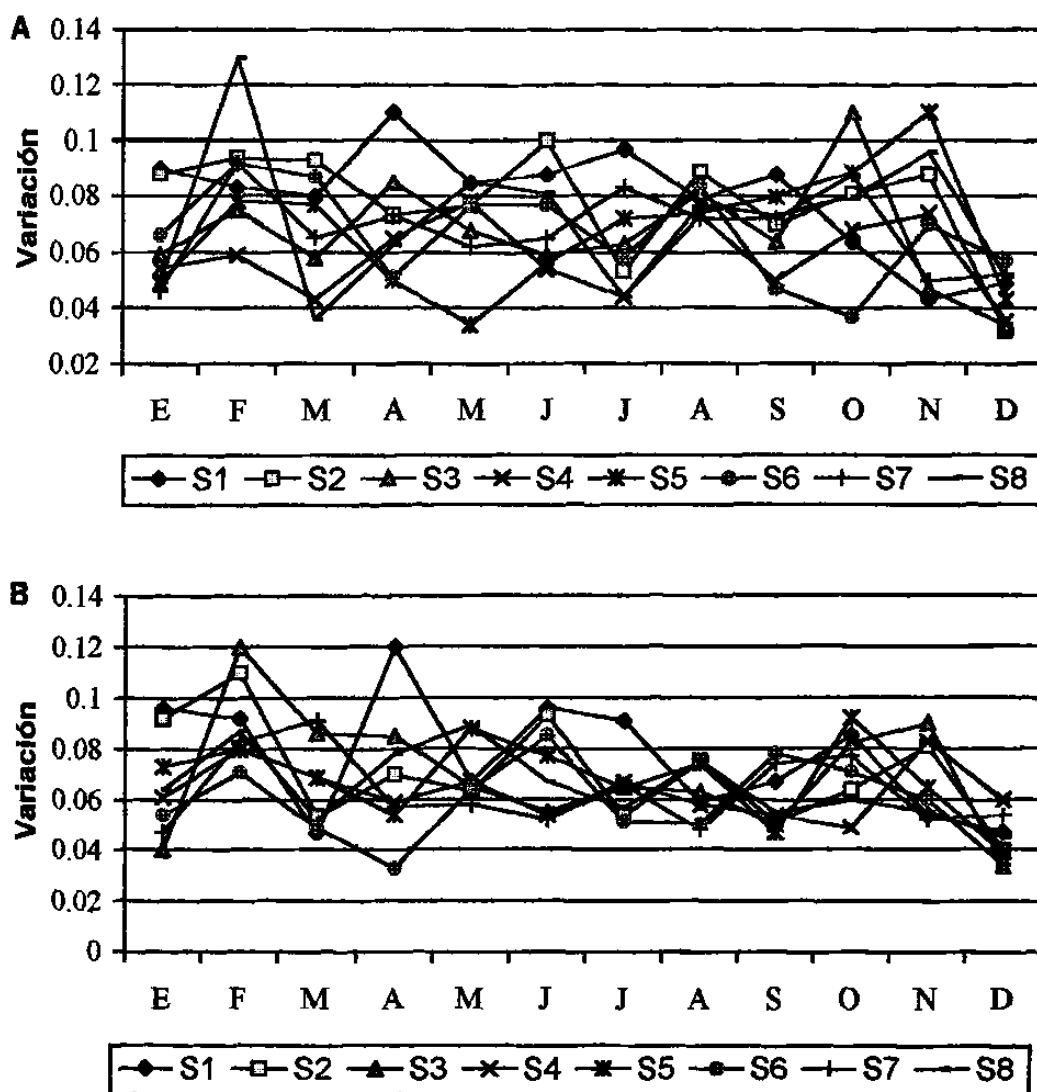


Fig. 27. Índice de redundancia (REDI) de McIntire y Overton por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1992

Aunque existe una marcada variación durante 1993 (Fig.28) entre muestras, la diferencia entre los valores es mucho menor que para el año anterior con apenas 0.07 (0.03 - 0.1) para ambas profundidades. Los valores máximos y mínimos se obtuvieron tanto para superficie (A) como para fondo (B) en el mes de diciembre con 0.1 (sitios 2 y 8) y 0.3 (sitio 4) respectivamente.

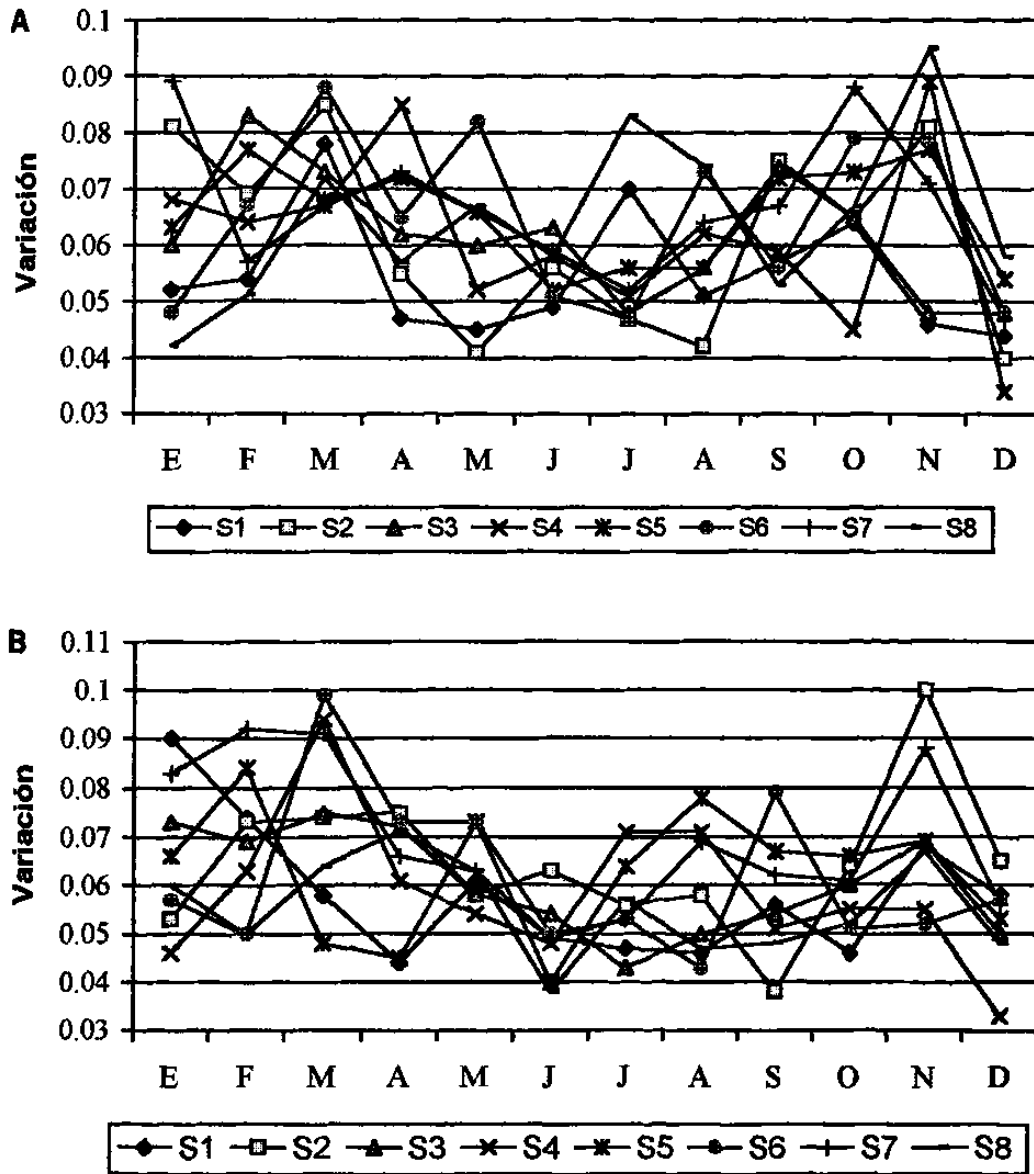


Fig. 28. Índice de redundancia (REDI) de McIntire y Overton por mes y sitio de muestreo para superficie (A) y fondo (B) 1993

El cálculo del índice de valor biológico (IVB) durante 1992, considerando el 95 % de las especies según su abundancia relativa y frecuencia de presencia, señala que tanto para superficie (Tab. 1) como para fondo (Tab. 2) de las 178 especies totales cuantificados del análisis, 120 de ellas mostraron tener importancia durante la evaluación. Los mayores valores se obtuvieron para *Merismopedia tenuissima* con IVB = 240, con abundancia relativa de 1181×10^3 y 1063×10^3 cél/l. totales, seguida por *Gomphosphaeria oponina* con IVB = 238 y 239, con 975×10^3 y 843×10^3 cél/l totales, ambas con la misma frecuencia (100.00 %) entre muestreos, al igual que *Nitzschia closterium* con IVB = 230 y abundancia relativa de 807×10^3 cél/l totales. Durante 1993 se registraron, para ambas profundidades, 138 y 136 especies, de las cuales para superficie (Tab. 3) fueron *Gomphosphaeria oponina* con IVB = 266 y abundancia relativa de 849×10^3 cél/l, con frecuencia de 83.30 %, seguida por *Synedra ulna* con IVB = 258, abundancia relativa de 743×10^3 cél/l y 75.00 % de frecuencia entre muestras.; mientras que en fondo (Tab. 4) se encontraron *Merismopedia tenuissima* con IVB = 256, con abundancia relativa de 990×10^3 cél/l y 67.70 % de frecuencia; *Synedra ulna* con IVB = 253, abundancia relativa de 744×10^3 cél/l y 83.30 % de frecuencia; *Oocystis ehremosphaeria* con IVB = 243, abundancia relativa de 757×10^3 cél/l y 75.00 % de frecuencia de la evaluación total.

Los valores de amplitud del nicho temporal (Bi), para cada taxa, calculado considerando abundancia relativa y frecuencia entre muestras, señalan que de el total de especies identificadas (178), durante todo el periodo de estudio (1992 - 1993), se muestran 177, ya que una de ellas no entró en el modelo estadístico aplicado debido a la poca abundancia relativa y frecuencia. De las anotadas, resultaron con los mayores valores para superficie (Tab. 5) *Merismopedia tenuissima* (Bi = 16.86, con 1940×10^3 cél/l y 83.33 % de frecuencia), *Synedra ulna* (Bi = 16.81, abundancia relativa de 1419×10^3 cél/l y 87.50 % de frecuencia), *Cocconeis placentula* (Bi = 15.56, con 1165×10^3 cél/l y 79.17 % de frecuencia entre muestras); mientras que en fondo (Tab. 6) se encontraron *Synedra ulna* (IVB = 16.81, con 1264×10^3 cél/l y 87.50 % de frecuencia), *Merismopedia tenuissima* (Bi = 16.79, con 2053×10^3 cél/l y 83.33 % de frecuencia), *Cocconeis placentula* (Bi = 16.40, con 963×10^3 cél/l y frecuencia de 79.62 % de frecuencia).

El análisis temporal de las comunidades, tanto para superficie como para fondo, durante el estudio se determinaron de acuerdo al índice de similitud de Morisita (IM). Los resultados señalan que existe muy poca similitud entre la mayor parte de las muestras analizadas durante el periodo de estudio. Los mayores valores durante 1992 se encontraron entre las evaluaciones de enero - febrero, en superficie (Tab. 7) y fondo (Tab. 8) con IM = 0.859 y 0.900 respectivamente; mayo - junio con IM = 0.801, octubre - noviembre (fondo) con IM = 0.806.

Tabla 7. Valores de Similitud de Morisita entre muestras de superficie 1992

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	1,000											
F	0.859	1,000										
M	0.725	0.680	1,000									
A	0.399	0.345	0.392	1,000								
M	0.487	0.431	0.413	0.777	1,000							
J	0.450	0.296	0.428	0.784	0.801	1,000						
J	0.340	0.256	0.390	0.557	0.450	0.597	1,000					
A	0.386	0.347	0.422	0.603	0.523	0.567	0.683	1,000				
S	0.306	0.260	0.253	0.420	0.468	0.414	0.539	0.316	1,000			
O	0.398	0.349	0.559	0.303	0.294	0.447	0.402	0.413	0.202	1,000		
N	0.469	0.473	0.509	0.323	0.322	0.390	0.393	0.432	0.263	0.785	1,000	
D	0.477	0.470	0.487	0.387	0.353	0.400	0.416	0.419	0.326	0.409	0.593	1,000

Tabla 8. Valores de Similitud de Morisita entre muestras de fondo 1992

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	1,000											
F	0.900	1,000										
M	0.701	0.671	1,000									
A	0.213	0.338	0.200	1,000								
M	0.433	0.427	0.469	0.765	1,000							
J	0.453	0.340	0.413	0.812	0.802	1,000						
J	0.326	0.243	0.347	0.549	0.499	0.638	1,000					
A	0.372	0.306	0.342	0.555	0.516	0.544	0.776	1,000				
S	0.321	0.141	0.264	0.478	0.412	0.455	0.517	0.650	1,000			
O	0.471	0.418	0.539	0.304	0.322	0.456	0.426	0.392	0.264	1,000		
N	0.358	0.290	0.391	0.284	0.302	0.483	0.400	0.321	0.226	0.806	1,000	
D	0.512	0.460	0.469	0.388	0.372	0.376	0.420	0.409	0.373	0.395	0.393	1,000

Durante 1993, los valores de similitud fueron menores respecto al año anterior, siendo los máximos entre marzo - abril para superficie (Tab. 9) con IM = 0.607 y 0.604 para fondo (Tab. 10). En general, los valores mostraron muy poca similitud entre las muestras, existiendo , incluso ausencia de ésta en la mayor parte de las evaluaciones entre ellas.

Tabla 9. Valores de Similitud de Morisita para muestras de Superficie 1993

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	1,000											
F	0.477	1,000										
M	0.555	0.383	1,000									
A	0.433	0.322	0.607	1,000								
M	0.445	0.366	0.539	0.537	1,000							
J	0.442	0.372	0.597	0.546	0.540	1,000						
J	0.178	0.201	0.293	0.280	0.328	0.297	1,000					
A	0.342	0.188	0.375	0.326	0.448	0.455	0.334	1,000				
S	0.337	0.273	0.503	0.409	0.269	0.461	0.487	0.439	1,000			
O	0.417	0.347	0.346	0.278	0.303	0.342	0.335	0.298	0.312	1,000		
N	0.414	0.377	0.503	0.423	0.395	0.338	0.345	0.304	0.268	0.458	1,000	
D	0.371	0.330	0.289	0.362	0.396	0.364	0.291	0.375	0.293	0.461	0.393	1,000

Tabla 10. Valores de Similitud de Morisita para muestras de fondo 1993

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	1,000											
F	0.408	1,000										
M	0.495	0.382	1,000									
A	0.463	0.369	0.604	1,000								
M	0.457	0.373	0.576	0.625	1,000							
J	0.326	0.307	0.541	0.466	0.462	1,000						
J	0.187	0.174	0.294	0.288	0.328	0.286	1,000					
A	0.333	0.162	0.387	0.360	0.443	0.465	0.367	1,000				
S	0.305	0.245	0.416	0.349	0.463	0.403	0.557	0.447	1,000			
O	0.409	0.360	0.302	0.280	0.291	0.286	0.343	0.316	0.148	1,000		
N	0.136	0.153	0.225	0.199	0.182	0.111	0.153	0.118	0.118	0.173	1,000	
D	0.320	0.267	0.263	0.304	0.346	0.365	0.228	0.376	0.304	0.438	0.194	1,000

Los valores de Chi cuadrada para conocer la similaridad de las especies en las muestras en forma espacial (sitio de muestro) señalaron que para 1992 (Tab. 11), la comunidad es heterogénea con variación de χ^2 desde $28.45 \leq \chi^2 \leq 49.13$; mientras que durante 1993 (Tab. 2), la comunidad resultó ser homogénea con variación de χ^2 desde $5.13 \leq \chi^2 \leq 12.25$.

Tabla 11. Valores de Chi cuadrada para muestras mezcladas por sitio de muestreo para 1992, con Chi cuadrada de tabla 19.7

Sitio de muestreo	Valor calculado
1	49.13
2	45.39
3	41.51
4	28.45
5	33.34
6	29.94
7	33.97
8	33.24

Tabla 12. Valores de Chi cuadrada para muestras mezcladas por sitio de muestreo para 1993, con Chi cuadrada de tabla 19.7

Sitio de muestreo	Valor calculado
1	5.33
2	6.57
3	7.58
4	7.78
5	8.14
6	12.25
7	8.03
8	5.13

Los coeficientes de correlación de Pearson entre divisiones fitoplanctónicas, tanto en número de especies por grupos en superficie (Tab. 13) como en fondo (Tab. 14) indican asociación significativa con $\alpha < 0.05$ excepto, las formadas por clorofitas - euglenofitas, dinoflageladas - cianofitas, en donde además, las relaciones son negativas.

Tabla 13. Coeficientes de correlación de Pearson según número de especies por grupos en superficie (n = 191) 1992 - 1993

	Chl	Eug	Pir	Chr	Cya
Chl	100,000				
Eug	0.044- 0.549*	100,000			
Di	0.248 0.001	0.543 0.000	100,000		
Chr	0.211 0.003	0.458 0.000	0.427 0.000	100,000	
Cya	0.168 0.020	0.119 0.100	0.101- 0.164*	0.159 0.028	100,000

• No significativo

Tabla 14. Coeficientes de correlación de Pearson según número de especies por grupos en fondo (n=191) 1992 - 1993

	Chl	Eug	Pir	Chr	Cya
Chl	100,000				
Eug	0.050 0.489*	100,000			
Di	0.243 0.001	0.497 0.000	100,000		
Chr	0.133 0.066*	0.480 0.000	0.339 0.000	100,000	
Cya	0.185 0.010	0.063 0.383*	0.163- 0.024	0.135 0.063*	100,000

• No significativo

Al analizar la abundancia relativa por grupos se encontró asociación significativa, en la mayor parte de los análisis, excepto en la formada por las asociaciones euglenofitas - cianofitas y dinoflageladas - cianofitas en el caso de superficie (Tab. 15) y esta última, también, en fondo (Tab. 16).

Tabla 15. Coeficientes de correlación de Pearson según abundancia relativa por grupos en superficie (n = 191), 1992 - 1993

	Chl	Eug	Pir	Chr	Cya
Chl	100,000				
Eug	0.354 0.000	100,000			
Di	0.312 0.000	0.504 0.000	100,000		
Chr	0.530 0.000	0.514 0.000	0.307 0.000	100,000	
Cya	0.396 0.000	0.125 0.084*	0.042 0.567*	0.348 0.028	100,000

* No significativo

Tabla 16. Coeficientes de correlación de Pearson según abundancia relativa por grupos en fondo (n = 191), 1992 - 1993

	Chl	Eug	Pir	Chr	Cya
Chl	100,000				
Eug	0.324 0.000	100,000			
Di	0.361 0.000	0.518 0.000	100,000		
Chr	0.413 0.000	0.471 0.000	0.345 0.000	100,000	
Cya	0.230 0.001	0.196 0.006	0.050 0.489*	0.304 0.000	100,000

* No significativo

Las ecuaciones de correlación obtenidas mediante el análisis de regresión múltiple de los factores biótico - abióticos en el área de estudio durante 1992 - 1993, muestran que las variables ambientales que mostraron significancia fueron el sitio de recolecta, nubosidad, viento, transparencia, temperatura del agua y del aire, salinidad, potencial Hidrógeno, fosfatos, nitratos, nitritos y marea (variación) con " r " desde 0.28 hasta 0.77 y " F " desde 16.26 hasta 31.93 con $P < 0.01$ para todos los casos. La mayor dependencia en número de factores ambientales fue para las crisofitas, mientras que las cianofitas, mostrarán el menor, siendo particularmente, para estas últimas los fosfatos, el viento y la nubosidad. Las clorofitas mostrarán significancia negativa con la salinidad, tipificandolas como componente del agua dulce, en estos sistemas lagunares. (Tabla 17 y 18)

Tabla 17. Ecuaciones obtenidas según Regresión Lineal Múltiple entre las divisiones fitoplanctónicas y los parámetros ambientales para superficie 1992 - 1993

$Cl = 2.44V9 - 3.81V10 + 13.99V11 + 3.12V12 + 0.06V13 - 1.57V15 - 3.56$				
$n - k = 184$	$r = 0.61$	$P < 0.01$	$F = 18.06$	$P < 0.01$
$Eu = 0.04V1 + 0.14V7 - 0.42V9 + 1.37$				
$n - k = 187$	$r = 0.66$	$P < 0.01$	$F = 47.48$	$P < 0.01$
$Di = 0.04V1 + 0.02V6 + 1.04V11 + 0.17V15 - 2.86$				
$n - k = 186$	$r = 0.64$	$P < 0.01$	$F = 31.93$	$P < 0.01$
$Cr = 0.36V1 + 5.34V5 + 0.82V6 - 0.64V7 + 2.05V9 - 2.56V10 + 10.89V11 + 6.53V12 - 0.02V13 - 2.38V15 + 2.52V17 - 10.53$				
$n - k = 179$	$r = 0.77$	$P < 0.01$	$F = 23.37$	$P < 0.01$
$Ci = 3.94V5 + 0.01V13 + 0.72V15 + 5.48$				
$n - k = 187$	$r = 0.34$	$P < 0.01$	$F = 8.11$	$P < 0.01$

-Cl = clorofitas, Eu = euglenofitas, Pi = pirrofitas, Cr = crisofitas, Ci = cianofitas, V1 = mes, V2 = sitio de muestreo, V5 = transparencia, V6 = temperatura del aire, V7 = temp. del agua, V8 = salinidad, V9 = pH, V10 = fosfatos, V11 = nitratos, V12 = nitritos, V13 = nubosidad, V14 = marea, V15 = viento, V17 = olor.

Tabla 18. Ecuaciones obtenidas según regresión Lineal Múltiple entre las divisiones fitoplanctónicas y los parámetros ambientales para fondo 1992 - 1993

$$Cl = -0.18V8 + 2.85V9 - 4.61V10 + 14.37V11 - 0.05V13 - 1.56V15 - 3.56$$

$$n - k = 185 \quad r = 0.60 \quad P < 0.01 \quad F = 17.39 \quad P < 0.01$$

$$Eu = 0.05V1 + 0.16V7 + 0.48V8 - 0.43V9 + 0.53$$

$$n - k = 187 \quad r = 0.72 \quad P < 0.01 \quad F = 49.54 \quad P < 0.01$$

$$Di = 0.04V1 - 0.07V2 + 0.12V6 - 0.35V10 + 0.30V14 - 2.26$$

$$n - k = 186 \quad r = 0.61 \quad P < 0.01 \quad F = 22.10 \quad P < 0.01$$

$$Cr = 0.7V1 + 0.56V6 - 0.50V7 - 0.03V13 - 2.54V14 + 17.58$$

$$n - k = 186 \quad r = 0.69 \quad P < 0.01 \quad F = 33.27 \quad P < 0.01$$

$$Ci = -1.81V10 + 10.35$$

$$n - k = 190 \quad r = 0.28 \quad P < 0.01 \quad F = 16.26 \quad P < 0.01$$

Cl = clorofitas, Eu = euglenofitas, Pi = pirrofitas, Cr = crisofitas, Ci = cianofitas, V1 = mes, V2 = sitio de muestreo, V5 = transparencia, V6 = temperatura del aire, V7 = temp. del agua, V8 = salinidad, V9 = pH, V10 = fosfatos, V11 = nitratos, V12 = nitritos, V13 = nubosidad, V14 = marea, V15 = viento.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Marco ambiental

La Laguna del Carpintero es un cuerpo de agua que por su situación geográfica, esta sujeta a continuos cambios, tanto de tipo climático, oceanográfico como de origen antropogénico, los cuales repercuten directamente en la dinámica interna del sistema; particularmente son importantes en todos los parámetros, las tormentas invernales denominadas "nortes" (Santoyo y Signoret, 1988). Las características ambientales como el régimen térmico (promedio de 27.3 °C, en 1992, y de 28.9 °C en 1993), ubican a la laguna dentro de la zona biogeográfica tropical (Setchell, 1920), la cual está influenciada por la corriente anticiclónica (Leiper, 1954) proveniente del Mar Caribe, y que impacta al cuerpo lagunar por la corriente de marea a través del Río Pánuco con el que se une mediante el canal de La Cortadura.

La influencia mareal en la columna de agua de el cuerpo lagunar es notable, al modificar la profundidad por los arrastres de sedimentos arenosos procedentes de la línea costera y limosos del río, mismos que se hacen más importantes durante los meses de lluvias, con la consiguiente disminución de la transparencia; el rango encontrado en este estudio (0.22 a 0.97 m en 1992 y 0.22 a 0.65 m en 1993) es típico de las lagunas costeras tropicales y subtropicales (Gómez -Aguirre, 1987); y es similar al encontrado para la zona adyacente a Punta Limón, Veracruz, don se encontró una marcada variabilidad de la penetración lumínica debida a la alta turbiedad, por lo tanto baja lectura al disco de Secchi (Santoyo y Signoret, 1988). Este factor tiene efecto directo en la productividad primaria, toda vez que, al aumentar las partículas en suspensión, se interfiere la penetración lumínica, consecuentemente, atenuación de los procesos fotosintéticos (Sherk, 1972); existiendo una estrecha relación entre la transparencia y la densidad fitoplanctónica (Beyer, 1981).

La variación de la salinidad en las zonas costeras y estuarinas es muy amplia (Hedgpeth, 1951; D' Ancona, 1959) y está en función de las características pluviométricas estacionales. El rango encontrado para el período de estudio desde 2 ‰ (agosto a diciembre), en concordancia con la presencia de los "nortes", hasta 20 ‰ (abril a mayo), época de estiaje, señala a la laguna como de régimen de agua dulce a mesohalino de acuerdo al sistema venice (Perkins, 1974). Los valores de potencial Hidrógeno obtenidos muestran poca variación durante el período de estudio. En general es básico o ligeramente alcalino durante los diferentes meses del año, excepto en septiembre y noviembre que se observó, ligeramente ácido en la zona Noroeste y Suroeste, como consecuencia del incremento de materia orgánica en el sistema proveniente de los arrastres de las áreas aledañas. Se ha encontrado una estrecha relación de los valores de potencial Hidrógeno bajos - ácidos- con la producción de oxígeno, y la fotosíntesis con las concentraciones alcalinas, según estudios de laboratorio (Lindstrom, 1984).

La concentración de nutrientes, también, mostró variación durante los meses de estudio, la cual estuvo relacionada con el régimen de lluvias y el ciclo estacional de producción biológica, observando un incremento en sus valores durante los meses de mayor aportación de terrigenos alóctonos (octubre a enero) hacia el interior del cuerpo lagunar, en forma similar a los reportados para otras áreas costeras del Golfo de México (El Sayed, 1972; Contreras, 1981), y en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (Contreras, 1991).

4.2. Estructura del fitoplancton del área de estudio.

La identificación taxonómica del fitoplancton en el área analizada dió como resultado la presencia de 178 taxa, dato que resultó muy superior al reportado por Morales (1985) quién anotó 30 taxa, para esta misma zona, pero muy similar (132) al reportado para la laguna de El Chairel (Tavera, 1987) del mismo sistema lagunario (Arellano, 1987) de la cuenca del Río Pánuco; en éstos se reporta a las clorofitas como el grupo mejor representado, a diferencia de lo encontrado en esta investigación, las crisofitas (diatomeas) que fueron más importantes, tanto en número de especies como en abundancia relativa celular. En este sentido, Margalef (1969) menciona que en las lagunas costeras, el grupo dominante normalmente son las cianofitas, a excepción de las de fuerte influencia marina, debido a la amplia variación de las concentraciones de nutrientes. Las clorofitas, fue el segundo grupo en importancia y en menor grado las cianofitas, euglenofitas y finalmente, las dinoflageladas; este orden se presentó durante todo el período de estudio, con variaciones puntuales en el ciclo anual. De acuerdo a estos grupos taxonómicos, la Laguna del Carpintero presenta una ficoflora microscópica típicamente lagunar (Margalef, 1969), y es una respuesta directa a los cambios ambientales. Una influencia similar se ha encontrado en la Laguna de San Andrés (de la Tejera, 1984), específicamente para salinidad; mientras que Cid (1984) menciona este hecho para temperatura y transparencia en la misma zona, y de salinidad y transparencia (Briones, 1985) para el estero Barra del Tordo.

Es bien sabido que las condiciones fluctuantes de temperatura propician el crecimiento de las diatomeas (Siqueiros-Beltrones, 1990) y causan cambios en la composición de especies cuando la temperatura va de 20 a 30 °C (Goldman and Camperter, 1974). El ciclo fitoplanctónico, en esta investigación, mostró incremento de las poblaciones por el aumento de la temperatura en abril, prolongándose hasta mayo, y posteriormente se encontró otro florecimiento algal en julio - agosto, durante 1992; este comportamiento varió ligeramente durante 1993, donde se pudo observar la mayor riqueza de especies en mayo y octubre, disminuyendo en ambos ciclos anuales al disminuir el parámetro referido, como una influencia directa de los cambios meteorológicos denominados " nortes ". Una relación similar se encontró en las poblaciones microalgales en la zona adyacente a Isla Verde, Veracruz (Pananá, 1987). Encontrándose una relación directa mayor entre los valores térmicos y densidad en las aguas de la zona de La Pulga, Ciuda Madero, Tamaulipas (Verdejo, 1985).

McIntire and Overton (1971) indican que las diatomeas son organismos oportunistas y responden rápidamente a las perturbaciones relativamente menores de las condiciones físicas; lo cual se demostró en nuestro estudio por la dominancia de este grupo en trece de los veinticuatro meses de estudio, en donde las mayores abundancias relativas se presentan asociadas a los cambios medioambientales como temperatura, precipitación, consecuentemente variación de transparencia, salinidad y nutrientes. Estos factores, también mostraron influencia en la presencia de las clorofitas, segundo grupo en importancia a nivel general, las cuales son especies indicadoras de un sistema de agua dulce cuyo incremento en riqueza específica y abundancia relativa, está relacionada, directamente, con la disminución de la salinidad, derivada de los efectos de las lluvias en la región.

En general los valores de diversidad (H') fueron comparativamente altos (3.000 a 4.200 bits/ind.) al compararlos con los reportados para las lagunas costeras de latitudes

medias. Siqueiros-Beltrones (1990) reporta resultados similares para el área de La Poza, Baja California, en donde los valores de diversidad de Shannon, Simpson y similaridad de Jaccard, mostraron influencia de las condiciones medioambientales extremas. Así mismo, se encontró distribución homogénea de las especies fitoplanctónicas en base a los valores de diversidad registrada en el área marina de Tampico a Veracruz (Avendaño y Garfias, 1987). Los cálculos obtenidos sitúan a la zona como una comunidad semejante a la oceánica de mares tropicales, de alta diversidad, y más correctamente de lagos oligotróficos de alta diversidad (Margalef, 1981). McNaughton (1978) afirma que ecosistemas con una diversidad mayor (número de especies) pueden ser más estables, mientras que comunidades pobres en especies son inestables debido a la fuerte interacción con los factores ambientales.

Desde el punto de vista estacional se encontró una variabilidad trimestral dependiente de la presencia - ausencia de los fenómenos meteorológicos denominados "nortes", los cuales se presentan en la región durante otoño - invierno, con la presencia de vientos dominantes del Norte y Noroeste, los cuales juegan un papel muy importante en la dinámica hidrológica, que por una parte actúan sobre la temperatura disminuyéndola, como se vio en este estudio desde 34 °C en verano como máximo hasta 19.5 °C en invierno como mínimo y, por otra, agitan las masas de agua creando corrientes horizontales, además de las traslaciones verticales, provocando un estado continuo de turbulencia, consecuentemente, incremento en la turbidez y baja penetración lumínica, así como, recirculamiento de las sales nutritivas, las cuales se incrementan paulatinamente con máximas en octubre, noviembre y diciembre. Esta variabilidad ecológica derivada de la ambiental, repercute directamente en la estructura de las comunidades del fitoplancton. En este sentido, Colombo (1972) y Yañez-Arancibia (1980), indican que los ecosistemas son altamente productivos, pero frecuentemente muestran una baja diversidad, donde el número de células supera al número de especies, en función de las condiciones medioambientales. Esta influencia fue notada, también, para la diversidad en la zona adyacente a Isla Verde, Veracruz, por Pananá en 1987; misma que se registró, así mismo, en la Bahía de Campeche (Santoyo y Signoret, 1977) señalando dos capas estructuralmente diferentes de diversidad y afinidad poco constantes; además, de una composición cualitativa, también variable.

Los valores obtenidos de diversidad (H') están en correspondencia con los de dominancia (REDI), habiéndose encontrado una completa falta de ella durante todo el ciclo de estudio (0.03 a 0.13). Este comportamiento, casi uniforme, de distribución de las especies se observó para los valores de equitatividad ($E = 0.88$ a 0.95) de Pielou, durante los dos años de estudio; siendo esta condición más notable durante 1993, probablemente debido a las acciones de manejo del sistema que se iniciaron durante el primer período del análisis.

La utilización conjunta del índice de valor biológico (IVB) y amplitud de nicho espacial (B_i) proporcionan una información más completa sobre las especies que aparecieron en las muestras. Mientras que el IVB considera fuertemente la abundancia de las especies en cualquier muestra (Loya-Salinas y Escofet, 1990), el valor B_i (Levins, 1969) agrega información sobre la distribución de las especies y su tolerancia a las variaciones medioambientales (Siqueiros-Beltrones, 1990). De acuerdo a estos criterios, en general, los valores fueron altos en la mayoría de las especies, tanto para uno como para otro indicador, analizado, lo cual significa que las especies observadas tuvieron una amplia distribución durante el estudio. De todos los taxa anotados, las más importantes (por su abundancia relativa) en orden decreciente son: *Merismopedia tenuissima*, *Synedra ulna*,

Gomphosphaeria oponina, *Oocystis ehremosphaeria*, *Cocconeis placentula*, *Gyrosigma acuminatum*, *Nitzschia closterium* y *Synedra ulna*. Estas especies mostraron una amplia distribución en todo el cuerpo lagunar durante el ciclo anual. Estos resultados resaltan el valor de las especies al señalarlas como características de las aguas costeras (Margalef, 1969). Los altos valores de abundancia relativa en el sitio de recolecta perteneciente a la intersección de el canal y del río favorecido por la diversidad y abundancia en las aguas del Río Pánuco, influyen estos parámetros en el interior del sistema como se notó por los valores encontrados en esta investigación.

Los valores de índice de similitud (Morisita) temporal entre las especies de los diferentes meses (monitoreos) para uno y otro año, sugieren que las muestras analizadas pertenecen a una sola asociación en donde la amplia distribución de varias especies, según los resultados de B_i (amplitud de nicho temporal), reflejan condiciones similares en la zona. Por otra parte, el análisis de Chi cuadrada (χ^2) por sitio de muestreo, mostró que mientras en 1992, la comunidad fitoplanctónica es heterogénea, en 1993 es homogénea. Estos resultados pueden indicar variaciones debidas a una progresión estacional, o una respuesta a fluctuaciones de periodo corto de las condiciones medioambientales. Conclusiones similares se obtuvieron para la zona central del Golfo de California (Garate-Lizarraga, Siqueiros y Deveze, 1990) en donde se encuentra asociación de algas codominate, pero debida en este caso, a los valores altos de diversidad.

Los coeficientes de correlación de Pearson entre divisiones fitoplanctónicas, tanto en numero de especies como en abundancia relativa, indican asociación significativa ($\alpha < 0.05$) entre grupos, excepto la formada por clorofitas - euglenofitas, dinoflagelada - cianofita (en cuanto a riqueza de especies), y dinoflagelada - euglenofita (en cuanto a abundancia relativa). Estos resultados sugieren que, por un lado, los requerimientos para su florecimiento están fuertemente relacionadas con las características del hábitat, y por otro con la estacionalidad del muestreo, lo cual se demuestró fácilmente por la variabilidad de los factores físico - químicos durante el análisis. Al respecto Riley (1967) menciona que el ecosistema de las lagunas se caracteriza por su tipo de fluctuaciones o variabilidad en sus parámetros ambientales, y ésta repercute directamente en los grupos algales favoreciendo el florecimiento de las cianofitas, mismas que, por ese hecho pueden competir ventajosamente con los otros grupos (Schwabe, 1962).

El fitoplancton de las lagunas costeras es sumamente heterogéneo y, es difícil de interpretar muchas de las presencias o ausencias de sus componentes estructurales. Por lo tanto, el establecer la correlación que exista entre los parámetros biótico - abióticos, ayudará a determinar y/o predecir cambios en la biota en función de las variaciones ambientales en los sistemas. Los resultados del análisis de regresión múltiple de los factores ambientales sobre el fitoplancton señalan que la variación en el desarrollo y distribución de las algas microscópicas, tanto en los sitios como en época de muestreo, está correlacionada con mes, sitio de recolecta, nubosidad, viento, transparencia, temperatura del agua y del aire, salinidad, potencial Hidrógeno, fosfatos, nitratos, nitritos y variación de la marea, con valores de significancia desde " r " = 0.28 y $P < 0.01$, " F " = 16.26 y $P < 0.01$, para las cianofitas en fondo, hasta " r " = 0.77 con $P < 0.01$, " F " = 31.93 con $P < 0.01$, para las crisofitas en superficie. El factor " mes " presenta una correlación positiva para las especies pertenecientes a las euglenofitas, dinoflageladas y crisofitas, en donde también se presentan los factores derivados como temperatura, salinidad y nutrientes. Estos grupos (Contreras,

1985; Gómez-Aguirre, 1987), a excepción de las dinoflageladas, son indicadoras de ecosistemas típicamente lagunares, de fuerte variación ambiental en las diferentes estaciones del ciclo anual. Riley (1946) menciona que la temperatura tiene un efecto negativo sobre el fitoplancton porque modifica significativamente su metabolismo durante las diferentes estaciones del año. De hecho los ciclos anuales del fitoplancton están en función de los parámetros ambientales (Voltolina, 1973b), pudiendo caracterizar sucesiones en el fitoplancton que se inician en los momentos de mezcla o fertilización, y prosiguen a medida que el agua se estabiliza y se reduce progresivamente la concentración de elementos nutritivos en la columna de agua (Margalef, 1969). La influencia mareal fue significativa para el desarrollo y distribución de los dinoflageladas y las crisofitas, durante todo el estudio, con mínimos valores de riqueza y abundancia relativa, para las primeras y máximos para las segundas; habiéndose encontrado resultados similares para la zona de Puerto Don Juan, Bahía de Los Angeles, Baja California (Santamaría del Angel y Nuñez, 1991).

La variación en la composición de las comunidades microalgales se vio relacionada significativamente con la presencia de los vientos, en las diferentes estaciones del año, durante todo el período de estudio; encontrando incremento, tanto de la riqueza de especies, como de la abundancia relativa, al disminuir la presencia de ellos en la zona durante primavera - verano, y disminución de estos parámetros con su presencia en los meses de otoño - invierno. En este sentido, se ha reportado (Santoyo y Signoret, 1988), que las condiciones ambientales son altamente significativas para la floración y establecimiento de las poblaciones fitoplanctónicas; las corrientes de aire, al provocar movimientos horizontales y verticales, evitan el desarrollo de la comunidad hacia estados más " maduros " y cuando el clima se torna más calmado, la importancia de esta circulación disminuye y se presentan los florecimientos estacionales.

La salinidad fue un factor negativo para la presencia de las clorofitas, principalmente antes de la época de lluvias. Esto corrobora el hecho de haberlas encontrado en número menor de especies, pero con mayores abundancias durante las épocas de disminución de este parámetro. En el caso de las cianofitas, los elementos más significativos fueron el viento, nubosidad, transparencia y fosfatos. Todos éstos están en función de la época del año. En relación a esto Margalef (1969) menciona, que en muchas lagunas el ciclo anual del plancton vegetal presenta una característica que lo separa notablemente del fitoplancton marino, a la vez que lo aproxima al plancton de los lagos eutróficos. Consiste en el desarrollo de una gran cantidad de cianofitas planctónicas, generalmente después de un período de estabilidad, hacia fines de verano (Pershall, 1932). En este estudio, la falta de estabilidad en las aguas del sistema durante los diferentes meses del año, son la causa probable, si consideramos los criterios anotados, del tercer orden de importancia entre las especies registradas, a diferencia del primer orden que deberían tener según las características de un sistema lagunar costero. La asociación de las cianofitas con las sustancias orgánicas e inorgánicas - nitrógeno y fósforo- (Schwabe, 1962) puede ser un reflejo de su producción extracelular, no dependiente de una fuente de nutrientes (Fogg, 1963, Boney, 1976).

Finalmente, es importante puntualizar que la estructura de los ecosistemas acuáticos, están en función de las características físico - químicas y biológicas en las diferentes latitudes del mundo; en donde los factores de influencia como temperatura, salinidad, pH, etc., se ven afectados por las variaciones geográficas - climáticas, por una parte, y del uso y manejo, por otra. Así, las relaciones biótico - abióticas en esos sistemas son un reflejo de las

interacciones entre estos componentes, tanto interna como externamente. Una manera de medir y / o conocer los cambios tanto en tiempo como en espacio de los organismos, es determinando los parámetros que influyen en el establecimiento y desarrollo de las especies. Cuales son los mecanimos que las propician, pero de mayor importancia es, como podemos intervenir para la mejor orientación de éstas. Las lagunas costeras, por su condición altamente fluctuante derivada de la interacción oceánico - continental muestran continuas variaciones en su estructura, mismas que ocasionan fluctuaciones, en ocasiones permanentes y negativas que conducen a una evolución atemporal en el sistema. La Laguna del Carpintero, no escapa a estos razonamientos; en donde, además de las influencias anotadas, intervienen las derivadas de los asentamientos humanos debido a su ubicación en el centro de la ciudad de Tampico. Como una respuesta de esta situación geográfico - antropológica, la bióta, particularmente, el fitoplancton, muestra variaciones en su composición, como se anotó por el análisis de los resultados obtenidos de esta investigación; mismos que nos dan un panorama de las fluctuaciones generados en su estructura, pero que también podrían servir para la reorientación o recuperación del cuerpo de agua, al manipular los factores que la han producido. Esta información, también, puede servir para analizar la posible tendencia de los diferentes grupos de algas en otros sistemas, cuyas características casuísticas guarden similitud a las encontradas en esta laguna.

V. CONCLUSIONES

El análisis del marco ambiental en la Laguna del Carpintero nos permite inferir, que tiene las características de un sistema ubicado en la zona biogeográfica trópic, de acuerdo al rango de temperatura. Con régimen de agua dulce a mesohalino según los valores de salinidad encontrados (2 a 20 ‰). Estos factores están en relación directa a los cambios ambientales, principalmente de los fenómenos meteorológicos denominados " nortes " mismos, que también repercuten en los demás parámetros abióticos como la transparencia del agua, potencial Hidrógeno y disponibilidad de los nutrientes durante el ciclo anual.

El número de taxa encontrados (178) es significativamente superior al reportado en otros estudios (30) para este cuerpo lagunar, pero similar al encontrado para la laguna de El Chairel (132) del mismo sistema lagunario del Río Pánuco. De los grupos encontrados: clorofitas, euglenofitas, dinoflageladas, crisofitas y cianofitas, las diatomeas (crisofitas) fueron las especies mejor representadas (en las lagunas costeras normalmente son las cianofitas) tanto en riqueza de especies como en abundancia relativa y esto también se observa durante el ciclo anual; considerada, por estas razones, aunque no estrictamente como ficoflora lagunar.

Al considerar los altos valores de diversidad obtenidos, este cuerpo lagunar es comparable a los de latitudes medias; con comunidades semejantes a las oceánicas de mares trópicos, de alta diversidad, y más correctamente de lagos oligotróficos de alta diversidad.

Se encontró una amplia distribución del fitoplancton durante todo el período de estudio, de acuerdo a los valores de IVB y Bi, con las especies *Merismopedia tenuissima*, *Synedra ulna*, *Gomphosphaeria oponina*, *Oocystis ehremosphaeria*, *Cocconeis placentula*, *Gyrosigma acuminatum*, *Nitzschia closterium* y *Synedra acus*.

Los valores de similitud muestran que la zona pertenece a una sola asociación de especies en donde la amplia distribución de éstas según el Bi reflejan condiciones similares. Por otra parte, en base al análisis de Chi cuadrada de las especies por sitio de recolecta, la comunidad fue heterogénea durante 1992; mientras que para 1993 fue homogénea.

Los coeficientes de correlación de Pearson entre divisiones fitoplanctónicas, tanto para riqueza de especies como para abundancia relativa, indican asociación significativa con $\alpha < 0.05$ entre grupos, excepto para las formadas por clorofita - euglenofita, dinoflagelada - cianofita (riqueza), y dinoflagelada - euglenofita (abundancia).

La regresión lineal múltiple entre parámetros biótico - abióticos para el desarrollo y distribución del fitoplancton en la zona, mostraron correlación significativa de las divisiones algales con los factores sitio de recolecta, nubosidad, viento, transparencia, temperatura, salinidad, potencial Hidrógeno, fosfatos, nitratos, nitritos variación de la marea, con " r " desde 0.28 hasta 0.77 y " F " desde 16.26 hasta 31.93 con $P < 0.01$, para todos los casos. La mayor dependencia de factores ambientales fue para las crisofitas; mientras que para las cianofitas fueron, sólo, los fosfatos, viento y nubosidad. Las clorofitas mostraron significancia negativa con la salinidad, situandolas como indicadoras de agua dulce en el sistema.

Al considerar en su conjunto, el fitoplancton de la Laguna del Carpintero está influenciado significativamente por las características medioambientales tanto en tiempo como en espacio (sitio de muestreo), por lo tanto la hipótesis planteada al principio de esta

investigación - el comportamiento ecológico del fitoplancton del área de estudio es una respuesta a las características ambientales en la zona - se acepta.

Por otra parte, la información obtenida en este estudio puede servir para proponer mecanismos de manejo y / o recuperación de otros sistemas acuáticos similares al poder analizar las variables de influencia del fitoplancton en base a las ecuaciones encontradas en esta investigación.

VI. LITERATURA CITADA

- APHA, AWWA, WPCF. 1976. Standard methods for the examination of water and waste water. Fourteenth edition, 849 p.
- Atilano, H., T. Baumgartner y V. Ferreira, 1987. Patrones de distribución de especies del fitoplancton silíceo en el Golfo de California durante marzo de 1983. Resúmenes VII cong. Nal. Oceanog. 27 al 31 de julio, Ensenada, Baja California Norte.
- Avendaño, S.H., A.B. Garfias-Torres, 1987. Descripción poblacional del fitoplancton en el área marina de Veracruz, Ver. a Tampico, Tamp. México, primavera de 1983. Resúmenes II Reunión indicativa de actividades regionales relacionadas con la oceanografía (Golfo de México y Mar Caribe) C.I.I.O. 25 al 27 de noviembre, Veracruz, Ver.
- Boney, A.D. 1976. Phytoplankton. The Institute of Biology's Studies in Biology. IV: 51 - 71.
- Brandini, F.P., 1985. Ecological studies in the bay of Paranagua I. Horizontal distribution and seasonal dynamics of the phytoplankton. Bolm. Inst. Oceanog., S. Paulo 33(2): 139 - 147
- Brawer, J.E. y J.H. Zar, 1979. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Publ. Dubuque, Iowa, 194 p.
- Briones, R.M.D. 1985. Contribución al conocimiento del plancton en el estuario "Barra del Tordo" municipio de Villa Aldama, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura, Esc. Ciencias Biol., Universidad del Noreste, Tampico, Tamp. 83 p.
- Cárdenas, J.N. y J.A.O. Segura, 1987. Estudio preliminar de las comunidades fitoplanctónicas y fitobénticas que comprenden las zonas de influencia de los ríos Tonalá y Coatzacoalcos, Veracruz durante los meses de febrero y abril de 1985. II Reunión indicativa de actividades regionales relacionadas con la oceanografía (Golfo de México y Mar Caribe) C.I.I.O. 25 al 27 de noviembre, Veracruz, Ver.
- Carranza-Edwards, A., M. Gutierrez-Estrada y R. Rodriguez-Torres, 1975. Unidades Morfotectónicas Continentales de las costas mexicanas. An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 2(1): 81 - 88.
- Cid, S.S. 1984. Contribución al conocimiento de las poblaciones planctónicas en el estero de Las Garabitas de la Laguna de San Andrés, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura, Esc. de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste, Tampico Tamp. 40 p. + anexos
- Cleve-Euler, A. 1968. Die diatomeen Von Schweden und Finland. En: Verlag Von Kramer. Bibliotheca phycologica, Band 5. Weldon and Wiley, Nueva York. I-V. 963 p.
- Colombo, G. 1976. Lagoons. En: R.S.K. Barnes (Ed.) The coastline. A contribution on our understanding of its ecology and physiography in relation to land use and management and the pressures to which it is subject. Wiley, IV: 63 - 81.
- Contreras, E.F. 1981. Variación de algunos índices de importancia biológica en el área adyacente a la Laguna Verde, Veracruz, México. memorias VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. 15 al 19 de noviembre, Acapulco, Gro. 83 - 96.

- , 1991. Algunos índices de la productividad primaria en la laguna de Tamiahua, Veracruz, Ver., Memorias VII Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica. 15 al 19 noviembre, Acapulco, Gro. 183 - 200.
- Cortes-Altamirano, R. y N. Pasten-Miranda, 1982. Composición, abundancia y distribución del fitoplancton del estero Uriás, Sin., Méx. I. período primaveral 1980. Rev. Lat-amér. Microbiol. 24:103-114.
- , 1982. Composición, abundancia y distribución del fitoplancton del estero Uriás, Sin., Méx. II. período de verano. 1980. Rev. Lat-amér. Microbiol. 24:297-308.
- , 1984. Composición, abundancia y distribución del fitoplancton del estero Uriás, Sin., Méx. III. período de otoño 1980. Rev. Lat-amér. Microbiol. 26: 353-363.
- , 1985. Composición, abundancia y distribución del fitoplancton del estero Uriás, Sin., Méx. IV. período de invierno 1980. Rev. Lat-amér. Microbiol. 27:123-133.
- Cortes-Altamirano, R. y S.R. Trejo, 1981. Variación estacional de comunidades fitoplanctónicas de la bahía de Mazatlán, Si., Méx. 1980. Memorias VII Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica 15 al 19 de noviembre, Acapulco, Gro. 219 - 240.
- Davila, Z.J.J. 1987. Distribución y abundancia de comunidades fitoplanctónicas en la Laguna de Coyuca de Benitez, Gro. Resúmenes VII Cong. Nal. Oceanog. 27 al 31 de julio, Ensenada, B.C.N.
- De la Tejera, C.M.P. 1984. Contribución al conocimiento del plancton de la laguna de San Andrés, Tamaulipas, Méx. Tesis de Licenciatura, Esc. Cienc. Biol., Universidad del Noreste, Tampico, Tamp. 45 p.
- Funk, W.F. y A.R. Gaufin, 1971. Phytoplankton productivity in a Wyoming cooling water reservoir. En: Gordon E. Hall (Ed.) Reservoir fisheries and limnology. Special publ. American Fishery Society 8: 167-178.
- Garate-Lizarraga, I. 1988. Un análisis de la estructura de las asociaciones microfítolacntónicas de la región central del Golfo de California y su distribución espacial en el otoño de 1986. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 121 p.
- , D.A.S. Beltrones y C.H.L. Deveze, 1990. Estructura de las asociaciones microfítolacntónicas de la región central del Golfo de California en el otoño de 1986. Ciencias marinas 16(3): 131-153
- García, P.J. 1981. El fitoplancton de la porción oriental de la bahía de La Paz, Baja California Sur, durante primavera y verano. Memorias VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. 15 al 19 de noviembre, Acapulco, Gro. 201-218.
- Gomez, A.S. 1981. Microplancton y ensayos de producción primaria en el sector occidental del Golfo de California (jun - jul., 1979). Memorias VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, 15 al 19 de noviembre, Acapulco, Gro. 141-154.
- , 1987. Plancton de lagunas costeras de México. En: S. Gómez-Aguirre y V.A. Fuentes (Eds.) Contribuciones en hidrobiología. Memorias de la Reunión "Alejandro Villalobos" 24 al 26 de octubre de 1983. UNAM. 207 - 222.

- Gutierrez, M.F. y F. Contreras, 1981. Variación estacional de los parámetros hidrológicos y nutrientes en la laguna de Tamiahua, Ver., Méx. VII Simposio Lat-amér. Oceanog. Biol. 15 - 19 nov., Acapulco, Gro. 23 - 38.
- Harding, J.L. y W.D. Nowlin, 1966. Gulf of Mexico. En: R.W. Fairbridge (Ed.). The encyclopedia of oceanography. Dowden, Hutchinson and Ross . 1: 324 - 330.
- Hendey, N.I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms). Fish. Invest. Series IV: HMSO London, 371 p.
- Hernandez-Becerril, D.V. 1985. Estructura del fitoplancton del Golfo de California. Ciencias Marinas 11(2):23 - 38.
- , 1991. Dinoflagelados en aguas costeras de Quintana Roo, Mar Caribe Mexicano. Resúmenes XI Cong. Nal. Zool. 28 - 31 de octubre, Soc. Mex. Zool. A.C.
- Humm, H.J. 1964. Algae of Southern Gulf of Mexico. Proc. of the Fourth Int. Seaweed Symposium Ed. Davy De Virville and J. Felman, A. Pergamon Press Book. The McMillan Co. 202 - 206.
- Inman, D.L. y C.E. Nordstrom, 1971. On the tectonic and morphologic classification of coasts. J. Geol. 79: 1 - 21
- Jeffrey, S.W. y S.M. Carpenter, 1974. Seasonal sucesion of phytoplankton at a coastal station off Sydney, Australia. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 25(3): 361-369.
- Lavin, R.C. y G.P. Reyes, 1990. Distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica en el puersto industrial de Lázaro Cárdenas, Michoacán, Resúmenes VIII Cong. Nal. Oceanog. 21 - 23 nov. Mazatlán, Sin.
- Laws, R.A. 1988. Diatoms (Bacillariophyceae) from surface sediments in the San Francisco Bay estuary. Proc. Calif. Acad. Sci. 45(9): 133 - 254 + 17 fig.
- Leipper, D.F. 1954. Physical oceanography of Gulf of Mexico. En: Gulf of Mexico. Its origen, waters and marine life. U.S. Fish and Wildlife Service, Fishery Bull. 89, 55: 119 - 137.
- Levins, R. 1968. Evolution in changing environments. Monographs in population biology 2. Princeton University Press, 120 p.
- Líceá-Durán, S. 1974. Sistemática y distribución de diatomeas de la laguna de Agiabampo, Son. / Sin., Méx. An. Centro de Ciencias del Mar y Limnol. UNAM. 1: 99 - 157.
- , R. Luna y P. Torres, 1987. Aspectos del fitoplancton de la región occidental de la sonda de Campeche (20 - 25 de agosto). Resúmenes VII Cong. Nal. Oceanog. 27 - 29 de julio, Ensenada, B.C.N.
- Loya-Salinas, D.H. y A. Escofet, 1990. Aportaciones al cálculo del índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). Ciencias Marinas 16 (2): 97 - 115.
- Lynch, S.A. 1954. Geology of the Gulf of Mexico. Agricultural and Mechanical College of Texas. Oceanography No. 18: 67 - 86.
- Manrique, F.A. 1987. Plancton del Golfo de California. En: S. Gómez-Aguirre y V.A.Fuentes (Eds.) Contribuciones en hidrobiología Memoria de la reunión "Alejandro Viillalovos" 24 al 26 de octubre de 1983. UNAM. 235 - 258.
- Margáin, H.L.R. 1981. Flora ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la cuenca del río Pánuco, Tesis de Licenciatura Fac. Ciencias, UNAM, Méxcio. D.F. 422 p.

- Margalef, R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. En: Lagunas costeras, Un Simposio.
- Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. nov. 28 - 30, 1967. México, D.F. 545 - 562.
- , 1981. Ecología. Planeta S.A. 3a. Ed. Barcelona, España. 137 - 144.
- Marmer, H.A. 1954. Tides and sea level in the Gulf of Mexico. En: Gulf of Mexico. Its origen, waters and marine life. U.S. Fish and Wildlife Ser. Fishery Bull 89, 55: 101 - 118.
- McIntire, C.D. and W.S. Overton, 1971. Distributional patterns in assemblages of attached diatoms from Yaquina estuary, Oregon. Ecology 52: 758 - 777.
- Millan, N.E., C.F.J.Ortiz y B.S. Alvarez, 1981. Variabilidad temporal y espacial de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera, a finales de verano. Ciencias marinas 7(1): 103 - 128.
- Morales, J.C. 1985. Contribución al conocimiento del fitoplancton de la Laguna del Carpintero, Tampico, Tamp. México, Tesis de Licenciatura, Esc. Cienc. Biol. Univ. del Noreste, tampico, Tamp. 49 p.
- Navarro, J.N. 1982. A survey of the marine diatoms of Puerto Rico III Suborder Biddulphiniineae: Family Chaetocerae. Bot. Mar. 24: 305 - 319.
- Ochoa, F.E. y M.F. Ramírez-Fernández, 1981. Variación estacional de los dinoflagelados en la laguna de Tamiahua, Ver. México, Memorias VII Simp. Lat-amér. sobre Oceanog. Biol. 15 - 19 nov. Acapulco, Gro. 265 - 276.
- Orellana, C.E. y V. G. Funes, 1987. Fluctuaciones del fitoplancton en Punta Morro, bahía de Todos Santos (jun. 1985 - jun. 1986). Resúmenes VII Cong. Nal. Oceanog. 27 - 31 jul., Ensenada, B.C.N.
- Ortega, M. M. 1984. Catálogo de las algas continentales recientes de México. UNAM. 561
- Otero, D.L. 1981. Ciclo estacional de producción primaria en la bahía de Chamela, Jalisco, Méx. 1980. Memorias VII Simp. Lat-amér. sobre Oceanog. Biol. 15 - 19 nov. Acapulco, Gro. 171 - 182.
- Panana, A.A. 1987. Estudio del plancton de Isla Verde y su posible aplicación a trabajos en acuicultura marina. Resúmenes II Reunión indicativa de actividades regionales relacionadas con la oceanografía, C.I.I.O. 25 - 29 nov. Veracruz, Ver. 94 - 95.
- Pasten, M.M. y M.R. Mungaray, 1981. Fitoplancton primaveral de la bahía de Puerto Libertad, Sonora, Méx. (1981). Memorias VII Simp. Lat-amér. sobre Oceanog. Biol. 15 - 19 nov. Acapulco, Gro. 241 - 264.
- Patten, B.C. 1962. Species diversity in net phytoplankton of Raritan Bay. J. Mar. Res. 20 (1): 57 - 75.
- Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley. Nueva York. 286 p.
- Perkins, E.J. 1974. The biology of estuaries and coastal waters. Am. Press. 678 p.
- Prescott, A.W. 1954. How to know the fresh - water algae. W.M.C.Brown Co. Dubuque, Iowa, 272 p.
- Prescott, G.W. 1981. How to know the freshwater algae. Wn Co. Brown, Publ. 293 p.
- Quijano, S.S., A.R.Sosa, T.A. Mendez, V.C. Espiritu, I.L. Silva, Ch. Barragan y S.A. Vidaurri, 1987. Distribución anual de parámetros fisicoquímicos y su relación con la abundancia y diversidad de organismos planctónicos en la laguna de Barra de Navidad, Colima. VII Cong. Nal. Oceanog. 27 - 31 de jul., Ensenada, B.C.N.

- Riley, G.A. 1946. Factors controlling phytoplankton populations on Georges Bank. *J. of Marine Research* VI(1): 54 - 73.
- , 1967. The plankton of estuaries. In: Lauff, G.H. (Ed.) *Estuaries*, American Assoc. Adv. Sci., Publ. 83: 316 - 326.
- Rossell-Vazquez, A. 1982. Métodos para la caracterización biológica de la calidad del agua. En: S.A.R.H. (Ed.) *Manual de técnicas de muestreo y análisis de plancton y perifiton*. I: 1 - 29, V: 67 - 92.
- Santamaría del Angel, E. y R. M. Nuñez, 1991. Variación de la estructura del fitoplancton en Puerto Don Juan, bahía de Los Angeles, Baja Calif. *Ciencias Marinas* 17(2): 1 - 24.
- Santoyo, H. y M. Signoret, 1988. Algunas características ecológicas del fitoplancton de la región marina adyacente a Punta Limón, Veracruz. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx.* 32: 177 - 212.
- Schrader, H., N. Psias y A. Cheng, 1985. Seasonal variation of silicoflagellates in phytoplankton and varied sediments in the Gulf of California. *Mar. Micropal.* 10: 207 - 233.
- Schwabe, G.H. 1962. Blavalgenproben. *Schweiz. Z. Hydrol.* 24: 207 - 222.
- Schwoerbell, J. 1975. Investigación cuantitativa del fitoplancton. En: Blume (Ed.) *Métodos de hidrobiología*, Madrid, 73 - 87.
- Shepard, F.P. 1973. *Submarine geology*. Harper and Row, Nueva York, 517 p.
- Sherk, J.A. 1972. Current states of knowledge of biological of suspend and deposited sediments in Chesapeake Bay. *Chesapeake Science* 13 (suppl.): 8 - 144.
- Setchell, W.A. 1920. The temperature interval in the geographical distribution of marine algae. *Science* 52: 187 - 190.
- Siqueiros, B.D.A. 1990. Estructura de las asociaciones de diatomeas bentónicas en un ambiente hipersalino. *Ciencias Marinas* 16(1): 101 - 127.
- , S.E.I. Obando y D.H.L. Salinas, 1985. Una aproximación a la estructura florística de las diatomeas epífitas de *Zostera marina* y sus variaciones temporales, en bahía Falsa, San Quintín, Baja California, *Ciencias Marinas* 11(3): 69 - 88.
- Smith, M.G. 1933. *The fresh - water algal of the United States*. Mc Graw-Hill, U.S.A. 716 p
- Solovyeva, A.A. 1973. Primary production of phytoplankton in the bays of Eastern Murmansk region. *Hydrobiological J. Amer. Fish. Soc.* 9(4): 9 - 14.
- Steindinger, K.A., J.T. Davies y J. Williams, 1967. A key to the marine dinoflagellate genera of the West Coast of Florida. Florida Board of Conservation Marine Laboratory. Tech. Ser. No. 52, 44 p.
- Stockner, J.G. y D.D. Cliff, 1979. Phytoplankton ecology of Vancouver Harbor. *J. Fish. Res. Board Can.* 36: 1 - 10.
- Strickland, J.D. y T.R. Parsons, 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fish. Res. Board Can. Bull. 167(2), 310 p.
- Sundstrom, B.G. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Ph. D. Thesis. Lund University, Sweden 245 p.
- Torres, P., S. Licea y R. Luna, 1987. Distribución vertical del fitoplancton frente a Cabo Catoche: Un ciclo nictemeral en abril de 1983. *Resúmenes VII Cong. Nal. Oceanog.* 27 - 31 de julio, Ensenada, B.C.N.
- Van Heurck, H. 1986. *A treatise on the diatomaceae*. Weldon y Wesley, hd. y Verlag London 559 p. + 35 lám.

- Verdejo, M.E. 1985. Contribución al conocimiento florístico - ecológico del fitoplancton presente en estanques rústicos del rancho La pulga, Ciudad Madero, Tamaulipas. Tesis de Licenciatura, Esc.Cienc. Biol. Universidad del Noreste, Tampico, Tamaulipas, 150 p.
- Vollenweider, R. A., J.F. Talling y D.F. Westlake (Eds). 1969. A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments, including a chapter on bacteria. London, International Biological Programme; Oxford, Edinburg, Blackwell Scient. Publ. (IBP. handbook 12) 213p.
- Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Omega. 14: 259 - 319.
- Wood, E. J. F. 1968. Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas. Univ. Miami Press. 143 p.
- Zar, J.H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, XI: 131 - 132.

Anexo

Tabla 19. Parámetros fisicoquímicos de influencia por mes (M), sitio de muestreo (S) y profundidad (P) 1992

M	S	P	Trans. m.	Temperatura		Sal. o/oo	pH	Fosf. Nitra. Nitri.			Nub. %	Marea	Viento	Color	Olor
				aire °C	agua °C			Fosf.	Nitra.	Nitri.					
E	1	2.54	0.43	23.0	23.0	6.0	8.4	0.88	0.541	0.185	98	B	SE	Ca	C
	2	2.0	0.50	25.5	22.0	5.0	8.4	0.85	0.400	0.232	100	B	SE	Ca	C
	3	1.52	0.47	24.0	22.0	6.0	8.0	0.13	0.378	0.230	100	B	SE	Ca	C
	4	1.78	0.45	23.0	22.0	6.0	8.0	0.72	0.429	0.237	100	B	SE	Ca	C
	5	1.51	0.45	22.5	22.0	6.0	7.9	0.72	0.472	0.242	100	B	SE	Ca	C
	6	2.10	0.53	22.5	22.0	6.0	7.9	0.50	0.400	0.225	100	B	SE	Ca	C
	7	1.40	0.32	23.0	23.0	4.0	7.9	0.57	0.410	0.231	95	B	SE	Ca	C
	8	2.45	0.42	23.0	22.0	6.0	8.0	0.57	0.417	0.231	95	B	SE	Ca	C
F	1	2.60	0.43	20.0	22.0	10.0	8.4	0.19	0.403	0.209	80	B	SE	Ca	Si
	2	1.80	0.37	20.0	22.0	10.0	8.4	0.72	0.448	0.321	75	B	SE	Ca	Si
	3	3.47	0.55	20.0	22.0	10.0	8.5	0.72	0.445	0.321	75	B	SE	Ca	Si
	4	1.82	0.61	21.0	22.0	9.5	8.6	0.80	0.422	0.372	75	B	SE	Ca	Si
	5	0.45	0.22	20.0	22.0	9.0	8.5	0.20	0.442	0.198	75	B	SE	Ca	Si
	6	1.30	0.51	20.0	22.0	8.7	8.4	0.20	0.442	0.198	60	B	SE	Ca	Si
	7	2.56	0.61	20.0	22.0	8.7	8.6	0.31	0.475	0.211	60	B	SE	Ca	Si
	8	0.58	0.54	19.5	22.0	9.5	8.6	0.31	0.475	0.211	60	B	SE	Ca	Si
M	1	2.40	0.59	24.0	22.0	10.0	8.0	0.75	0.432	0.330	80	A	Su	Ca	Si
	2	1.90	0.40	24.0	22.0	10.0	8.0	0.75	0.432	0.330	80	A	Su	Ca	Si
	3	3.50	0.57	25.0	22.5	10.0	7.0	0.70	0.410	0.330	80	A	Su	Ca	Si
	4	1.98	0.48	25.0	22.0	9.0	7.5	0.29	0.400	0.218	75	A	Su	Ca	Si
	5	1.00	0.35	25.0	22.5	8.5	7.8	0.29	0.400	0.218	75	A	Su	Ca	Si
	6	1.32	0.37	25.0	22.5	8.5	8.0	0.33	0.417	0.220	80	A	Su	Ca	Si
	7	2.40	0.43	25.5	23.0	8.0	8.0	0.33	0.417	0.220	80	A	Su	Ca	Si
	8	0.90	0.42	26.0	24.0	8.5	8.4	0.29	0.400	0.218	85	A	Su	Ca	Si
A	1	2.47	0.63	23.5	22.0	20.0	8.0	0.125	0.400	0.152	30	A	Su	Ca	Si
	2	1.93	0.40	23.5	22.0	20.0	8.0	0.125	0.400	0.152	30	A	Su	Ca	Si
	3	3.05	0.57	25.0	22.7	16.0	8.0	0.125	0.400	0.152	30	A	Su	Ca	Si
	4	1.92	0.49	25.0	22.5	15.0	7.8	0.900	0.438	0.138	30	A	Su	Ca	Si
	5	1.15	0.39	25.0	22.5	9.7	7.8	0.900	0.438	0.138	50	A	Su	Ca	Si
	6	1.32	0.40	25.5	23.0	9.0	7.5	0.570	0.418	0.119	50	A	Su	Ca	Si
	7	2.28	0.46	25.5	23.0	9.0	7.5	0.570	0.418	0.119	50	A	Su	Ca	Si
	8	1.00	0.41	26.0	24.0	8.6	7.6	0.610	0.420	0.119	20	A	Su	Ca	Si

Continua tabla 19

M	1	2.50	0.90	30.0	28.0	18.0	8.5	0.109	0.435	0.143	25	A	Su	Vo	C
	2	2.00	0.50	30.0	28.0	18.0	7.9	0.124	0.420	0.130	25	A	Su	Vo	C
	3	3.60	0.42	30.0	28.0	15.0	8.0	0.214	0.423	0.180	20	A	Su	Vo	C
	4	1.90	0.55	30.0	28.0	11.0	8.0	0.118	0.433	0.164	20	A	Su	Ca	C
	5	1.20	0.40	31.0	29.0	11.0	8.4	0.198	0.442	0.248	5	A	Su	Ca	C
	6	1.85	0.45	31.0	29.0	10.0	8.4	0.316	0.425	0.264	5	A	Su	Ca	C
	7	2.30	0.45	31.0	29.0	12.5	8.5	0.119	0.416	0.154	5	A	Su	Vc	C
	8	1.97	0.39	31.5	29.0	12.5	8.5	0.100	0.429	0.148	5	A	Su	Vc	C
J	1	2.50	0.97	30.0	28.0	2.0	8.1	0.160	0.500	0.407	90	A	Su	Vo	C
	2	2.10	0.60	30.0	28.0	2.0	8.1	0.139	0.438	0.610	90	A	Su	Vo	C
	3	3.70	0.47	31.0	28.5	2.0	8.1	0.139	0.438	0.610	90	A	Su	Vo	C
	4	2.15	0.51	31.0	28.5	2.0	7.9	0.259	0.430	0.632	100	A	Su	Ca	C
	5	1.16	0.62	31.0	29.0	2.0	7.9	0.259	0.430	0.632	100	A	Su	Ca	C
	6	1.75	0.45	31.0	29.0	2.0	7.8	0.258	0.418	0.618	100	A	Su	Ca	C
	7	2.41	0.50	31.5	29.0	2.0	6.0	0.281	0.514	0.618	100	A	Su	Vc	C
	8	2.05	0.42	31.5	29.0	2.0	6.9	0.281	0.514	0.618	100	A	Su	Vc	C
J	1	2.50	0.89	31.0	29.5	15.8	8.4	0.131	0.460	0.115	75	A	Su	Vo	C
	2	2.30	0.57	31.0	29.5	15.8	8.4	0.131	0.460	0.115	75	A	Su	Vo	C
	3	3.80	0.42	32.0	30.0	16.0	8.5	0.130	0.432	0.117	80	A	Su	Vo	C
	4	2.17	0.45	32.0	30.0	13.0	7.9	0.110	0.410	0.380	80	A	Su	Ca	C
	5	1.10	0.53	32.0	31.0	13.0	7.9	0.110	0.410	0.380	80	A	Su	Ca	C
	6	1.85	0.46	31.0	30.0	13.0	7.9	0.164	0.417	0.430	85	A	Su	Vc	C
	7	2.30	0.47	31.0	30.0	11.0	7.6	0.164	0.417	0.430	75	A	Su	Vc	C
	8	1.90	0.43	31.0	30.0	11.0	7.6	0.280	0.518	0.550	75	A	Su	Vc	C
A	1	1.90	0.49	30.5	32.0	2.0	8.0	0.310	0.585	0.572	55	A	SE	Ca	Si
	2	2.00	0.46	31.0	32.0	2.0	7.9	0.310	0.585	0.572	70	A	SE	Ca	Si
	3	1.87	0.40	30.0	30.0	3.7	8.0	0.310	0.585	0.572	70	A	SE	Ca	Si
	4	3.00	0.38	30.0	30.0	2.0	8.2	0.310	0.585	0.572	70	A	SE	Ca	Si
	5	1.70	0.35	32.0	31.0	2.0	8.2	0.247	0.510	0.418	75	A	SE	Ca	Si
	6	2.00	0.32	32.0	31.0	2.0	8.1	0.319	0.600	0.590	75	A	SE	Ca	Si
	7	2.05	0.35	32.0	32.0	2.0	8.1	0.215	0.505	0.420	70	A	SE	Ca	Si
	8	3.00	0.41	32.0	31.0	2.0	8.1	0.215	0.505	0.420	60	A	SE	Ca	Si

Continua tabla 19.

S	1	2.00	0.37	28.0	26.0	2.2	7.5	0.375	0.610	0.592	20	A	SE	Vo	Si
	2	2.00	0.39	28.0	27.0	2.2	6.8	0.375	0.610	0.592	20	A	SE	Vo	Si
	3	1.90	0.39	29.0	27.5	2.2	6.8	0.390	0.619	0.583	20	A	SE	Ca	Si
	4	1.90	0.35	30.0	28.0	2.2	6.0	0.390	0.619	0.583	20	A	SE	Ca	Si
	5	3.05	0.35	30.5	28.0	2.0	6.0	0.292	0.514	0.439	20	A	SE	Vo	Si
	6	2.00	0.37	30.0	28.0	2.0	5.8	0.292	0.514	0.439	25	A	SE	Vo	Si
	7	1.67	0.32	30.0	28.5	2.0	5.8	0.381	0.638	0.593	25	A	SE	Vo	Si
	8	2.90	0.32	30.0	28.5	2.0	6.7	0.381	0.638	0.593	25	A	SE	Vo	Si
O	1	2.00	0.31	28.0	30.0	3.0	7.8	0.750	0.248	0.173	25	A	N	Vo	Si
	2	2.00	0.37	28.0	30.0	3.0	8.0	0.750	0.248	0.173	30	A	N	Vo	Si
	3	1.90	0.37	30.0	29.0	2.6	7.3	0.883	0.259	0.170	30	A	N	Vo	Si
	4	3.15	0.40	30.0	29.0	2.6	7.3	0.883	0.259	0.170	55	A	N	Ca	Si
	5	2.00	0.41	31.0	29.0	2.0	6.8	0.883	0.259	0.170	55	A	N	Ca	Si
	6	2.00	0.32	31.0	29.0	2.0	6.8	0.921	0.312	0.210	70	A	N	Vo	Si
	7	1.70	0.32	32.0	29.0	2.0	6.8	0.921	0.312	0.210	70	A	N	Vo	Si
	8	3.10	0.47	32.0	29.0	2.0	6.8	0.927	0.312	0.216	35	A	N	Vo	Si
N	1	2.00	0.38	25.0	27.0	2.7	6.5	1.09	0.240	0.247	55	B	N	Ca	Si
	2	2.00	0.43	25.0	27.5	2.7	6.5	1.01	0.520	0.232	55	B	N	Ca	Si
	3	1.90	0.37	25.0	26.0	2.7	6.5	0.81	0.400	0.160	70	B	N	Ca	Si
	4	3.00	0.42	25.0	26.0	2.0	6.0	0.81	0.370	0.171	70	B	N	Ca	Si
	5	2.05	0.42	25.0	26.0	2.0	6.0	0.83	0.568	0.189	75	B	N	Ca	Si
	6	2.00	0.31	26.0	27.0	2.0	6.0	0.83	0.568	0.189	90	B	N	CA	Si
	7	1.93	0.31	26.0	27.0	2.0	5.7	0.83	0.563	0.189	90	B	N	Ca	Si
	8	2.75	0.31	26.0	27.0	2.0	5.7	0.85	0.563	0.189	90	B	N	Ca	Si
D	1	2.18	0.35	25.0	28.0	3.1	7.3	1,223	0.258	0.959	25	B	N	Vo	Si
	2	2.18	0.35	25.0	28.0	3.1	7.3	1,000	0.216	0.712	25	B	N	Vo	Si
	3	2.00	0.35	25.0	28.5	2.9	7.0	1,189	0.230	0.717	25	B	N	Vo	Si
	4	2.85	0.35	25.0	28.5	2.9	7.0	0.918	0.243	0.803	25	B	N	Vo	Si
	5	2.30	0.43	25.0	27.0	2.0	6.9	0.918	0.243	0.803	25	B	N	Ca	Si
	6	2.10	0.43	25.0	27.0	2.0	6.9	0.923	0.251	0.871	25	B	N	Ca	Si
	7	1.97	0.40	26.0	29.0	2.0	7.0	0.923	0.251	0.871	30	B	N	Ca	Si
	8	3.00	0.38	26.0	29.0	2.0	7.0	0.783	0.206	0.871	30	B	N	Ca	Si

Tabla 20. Parámetros fisicoquímicos de influencia por mes (M), sitio de muestreo (S) y profundidad (P) 1993

M	S	P	Trans.		Temperatura		Sal.	pH	Fosf. Nitra. Nitri.			Nub.	Marea	Viento	Color	Olor
			m.	m.	aire °C	agua °C			mg-at/l							
E	1	2.60	0.43	20.0	22.0	10	8.4	0.883	0.185	0.548	10.	B	SE	Vo	Si	
	2	1.80	0.37	20.0	22.0	10	8.4	0.139	0.232	0.407	10	B	SE	Vo	Si	
	3	3.47	0.55	20.0	22.0	10	8.5	0.243	0.205	0.405	15	B	SE	Vo	Si	
	4	1.82	0.61	21.0	22.0	9.5	8.6	0.243	0.258	0.413	20	B	SE	Ca	Si	
	5	0.45	0.22	20.0	22.0	9.0	8.5	0.947	0.263	0.546	15	B	SE	Ca	Si	
	6	1.30	0.51	20.0	22.0	8.7	8.4	0.246	0.253	0.526	5	B	SE	Ca	Si	
	7	2.56	0.61	20.0	23.0	8.7	8.6	0.961	0.185	0.470	10	B	SE	Ca	Si	
	8	0.58	0.54	19.5	22.0	9.5	8.6	0.961	0.187	0.470	15	B	SE	Ca	Si	
F	1	1.12	0.49	26.0	27.0	10.0	8.1	0.192	0.211	0.446	5	A	SE	Ca	Si	
	2	1.30	0.32	25.0	29.0	10.5	8.2	0.192	0.215	0.403	5	A	SE	Ca	Si	
	3	1.50	0.37	25.0	28.5	10.0	8.1	0.720	0.339	0.449	5	A	SE	Vo	Si	
	4	1.12	0.48	26.0	29.0	9.8	8.2	0.803	0.370	0.422	5	A	SE	Vo	Si	
	5	1.10	0.41	27.0	26.0	9.6	8.1	0.803	0.372	0.431	10	A	SE	Vo	Si	
	6	1.97	0.30	27.0	30.0	8.0	8.2	0.803	0.371	0.403	10	A	SE	Vo	Si	
	7	1.30	0.40	26.0	29.0	8.5	8.2	0.301	0.248	0.487	30	A	SE	Vc	Si	
	8	1.70	0.40	26.5	28.0	9.0	8.1	0.301	0.249	0.451	30	A	SE	Vc	Si	
M	1	1.42	0.70	25.0	27.0	12.0	8.1	0.630	0.373	0.300	30	A	Su	Vc	Si	
	2	1.30	0.65	26.0	27.0	12.	8.0	0.630	0.370	0.307	30	A	Su	Vc	Si	
	3	1.80	0.60	26.0	28.0	12.0	8.2	0.583	0.292	0.242	40	A	Su	Vc	Si	
	4	1.60	0.30	24.5	26.5	11.5	8.2	0.583	0.299	0.247	60	A	Su	Vc	Si	
	5	3.20	0.42	25.0	28.0	11.0	8.2	0.420	0.280	0.139	70	A	Su	Ca	Si	
	6	1.40	0.40	24.0	27.5	14.5	8.3	0.420	0.280	0.139	50	A	Su	Ca	Si	
	7	2.56	0.42	24.0	27.0	11.0	8.2	0.310	0.292	0.165	50	A	Su	Ca	Si	
	8	0.60	0.40	25.0	28.0	11.0	8.2	0.318	0.104	0.170	50	A	Su	Ca	Si	
A	1	1.60	0.58	24.0	29.0	20.5	8.0	0.127	0.417	0.148	30	A	S	Vc	Si	
	2	1.92	0.52	28.0	30.0	20.5	8.0	0.127	0.417	0.153	30	A	S	Vc	Si	
	3	1.92	0.53	29.0	30.0	20.0	8.0	0.130	0.518	0.160	30	A	S	Vc	Si	
	4	1.76	0.34	29.0	30.0	15.0	8.5	0.631	0.416	0.126	30	A	S	Ca	Si	
	5	3.52	0.37	29.0	31.0	15.0	8.5	0.630	0.430	0.126	55	A	S	Ca	Si	
	6	1.76	0.25	24.0	31.0	16.0	8.7	0.542	0.405	0.119	55	A	S	Ca	Si	
	7	1.92	0.36	25.0	31.0	14.5	8.5	0.542	0.405	0.116	55	A	S	Vc	Si	
	8	2.08	0.38	25.0	31.0	16.0	8.5	0.510	0.417	0.123	55	A	S	Vc	Si	

continua tabla 20

M	1	1.83	0.49	30.0	32.0	20.5	8.0	0.113	0.441	0.130	30	A	S	Vc	C
	2	1.80	0.60	30.0	32.0	20.5	8.0	0.130	0.437	0.137	30	A	S	Vo	C
	3	2.10	0.53	30.5	33.0	20.0	8.0	0.131	0.430	0.140	30	A	S	Vo	C
	4	1.93	0.54	30.0	33.0	15.0	8.5	0.190	0.449	0.207	30	A	S	Vc	C
	5	2.95	0.43	31.0	33.0	15.0	8.5	0.173	0.405	0.145	55	A	S	Ca	C
	6	1.95	0.48	31.0	33.0	16.0	8.7	0.173	0.416	0.147	55	A	S	Ca	C
	7	1.39	0.54	30.0	33.0	14.5	8.5	0.292	0.429	0.218	55	A	S	Vc	C
	8	1.67	0.54	30.0	33.0	16.0	8.5	0.292	0.429	0.221	55	A	S	Vc	C
J	1	2.82	0.13	28.0	26.0	2.0	7.0	0.173	0.505	0.519	90	A	SE	Ca	C
	2	2.40	0.30	30.0	28.0	2.0	7.1	0.173	0.498	0.530	90	A	SE	Ca	C
	3	1.70	0.30	32.0	28.0	2.0	7.5	0.120	0.473	0.498	90	A	SE	Ca	C
	4	1.80	0.60	30.0	31.0	2.0	6.2	0.120	0.460	0.500	90	A	SE	Ca	C
	5	3.60	0.60	31.0	32.0	2.0	6.1	0.120	0.461	0.505	100	A	SE	Ca	C
	6	1.80	0.47	29.0	32.0	2.0	6.5	0.290	0.500	0.579	100	A	SE	Vc	C
	7	0.90	0.60	28.5	30.5	2.0	6.0	0.292	0.505	0.590	100	A	SE	Vc	C
	8	2.40	0.60	28.0	31.0	2.0	7.0	0.292	0.512	0.590	100	A	SE	Vc	C
J	1	1.88	0.48	32.0	31.5	12	7.9	0.140	0.413	0.112	5	B	SE	Ca	Si
	2	2.10	0.56	32.0	31.5	12	7.9	0.142	0.461	0.115	5	B	SE	Ca	Si
	3	2.00	0.48	32.0	31.5	12	7.9	0.142	0.465	0.117	10	B	SE	Ca	Si
	4	2.80	0.60	31.0	32.0	12	7.9	0.119	0.425	0.108	50	B	SE	Vo	C
	5	0.60	0.54	30.0	32.5	11	7.6	0.119	0.427	0.108	80	B	SE	Vo	C
	6	1.05	0.40	29.5	32.5	11	7.6	0.173	0.431	0.392	80	B	SE	Vo	Si
	7	0.90	0.52	31.5	31.5	10	7.6	0.173	0.431	0.395	80	B	SE	Vo	Si
	8	2.10	0.56	32.5	32.0	10	7.6	0.292	0.522	0.438	50	B	SE	Vo	C
A	1	1.96	0.48	30.5	34.0	2.0	7.7	0.322	0.572	0.575	5	A	SE	Am	C
	2	2.10	0.45	31.5	33.0	4.0	7.5	0.325	0.581	0.576	5	A	SE	Am	Si
	3	1.80	0.40	31.5	32.0	4.0	7.9	0.320	0.560	0.573	5	A	SE	Am	Si
	4	3.20	0.38	29.0	31.0	2.0	8.1	0.327	0.563	0.575	50	A	SE	Am	Si
	5	1.58	0.38	29.0	32.0	2.0	8.1	0.258	0.493	0.517	50	A	SE	Ca	Si
	6	2.10	0.30	32.0	32.0	2.0	8.2	0.314	0.556	0.569	50	A	SE	Ca	Si
	7	1.90	0.30	33.5	32.0	2.0	8.1	0.219	0.516	0.425	50	A	SE	Ca	Si
	8	3.20	0.40	33.0	31.0	2.0	8.1	0.219	0.520	0.425	50	A	SE	Ca	Si

Continúa tabla 20

S	1	2.15	0.30	28.5	26.0	2.0	7.1	0.363	0.598	0.600	25	A	SE	Vc	Si
	2	2.10	0.32	28.5	27.0	2.0	6.1	0.367	0.605	0.612	25	A	SE	Vc	Si
	3	1.85	0.32	29.0	27.0	2.0	5.6	0.382	0.613	0.617	25	A	SE	Vc	Si
	4	3.00	0.35	31.0	28.5	2.0	5.5	0.387	0.610	0.621	25	A	SE	Ca	Si
	5	1.90	0.35	30.0	28.0	2.0	6.6	0.387	0.613	0.620	25	A	SE	Ca	Si
	6	2.15	0.35	30.0	28.0	2.0	6.6	0.305	0.538	0.448	25	A	SE	Ca	Si
	7	1.50	0.30	30.0	28.0	2.0	6.5	0.305	0.541	0.452	25	A	SE	Ca	Si
	8	2.80	0.35	30.0	28.0	2.0	5.6	0.352	0.586	0.565	25	A	SE	Ca	Si
O	1	1.90	0.32	28.5	30.0	2.9	8.0	1.34	0.493	0.412	30	A	N	Ca	Si
	2	1.93	0.40	28.0	30.0	2.9	8.0	1.31	0.499	0.145	30	A	N	Ca	Si
	3	2.00	0.39	29.0	30.0	2.9	8.0	1.31	0.499	0.165	30	A	N	Ca	Si
	4	3.00	0.48	30.0	29.0	2.9	8.0	0.40	0.196	0.149	30	A	N	Ca	Si
	5	2.15	0.39	30.0	29.0	2.3	7.7	0.35	0.182	0.230	45	A	N	Ca	Si
	6	2.00	0.37	32.0	30.0	2.3	7.7	2.43	0.993	0.216	45	A	N	Vo	Si
	7	1.85	0.37	32.0	30.0	2.3	7.7	1.31	0.490	0.158	50	A	N	Vo	Si
	8	2.97	0.37	32.0	31.0	2.3	7.7	1.36	0.505	0.168	50	A	N	Vo	Si
N	1	2.10	0.43	26.0	28.0	2.0	6.9	0.998	0.225	0.269	40	A	N	Ca	Si
	2	2.20	0.50	26.0	27.5	2.0	6.9	0.998	0.227	0.273	40	A	N	Ca	Si
	3	2.00	0.41	25.0	27.0	2.0	6.9	1.19	0.242	0.293	50	A	N	Ca	Si
	4	3.19	0.48	25.0	27.5	2.0	7.0	1.19	0.253	0.305	50	A	N	Vo	Si
	5	2.37	0.35	25.0	27.5	2.0	7.0	1.19	0.253	0.293	50	A	N	Vo	Si
	6	1.92	0.36	27.0	29.0	2.0	7.0	0.930	0.218	0.248	75	A	N	Vo	Si
	7	1.92	0.36	27.0	28.0	2.0	7.0	0.930	0.220	0.248	75	A	N	Vo	Si
	8	2.90	0.41	27.0	28.0	2.0	7.0	0.916	0.210	0.193	75	A	N	Vo	Si
D	1	2.10	0.39	24.5	27.0	2.9	7.8	1,342	0.263	0.987	40	A	N	Vo	Si
	2	2.10	0.42	24.5	27.0	2.9	7.8	1,123	0.205	0.980	40	A	N	Vo	Si
	3	2.00	0.42	24.5	27.0	2.5	7.3	1,152	0.212	0.981	40	A	N	Vo	Si
	4	3.00	0.42	25.0	28.0	2.5	7.3	1,152	0.217	0.980	40	A	N	Vo	Si
	5	2.45	0.50	25.0	28.0	2.0	7.3	0.993	0.209	0.932	40	A	N	Vo	Si
	6	2.00	0.50	25.0	28.0	2.0	7.0	0.993	0.209	0.900	35	A	N	Vo	Si
	7	2.00	0.45	27.0	30.0	2.0	7.0	0.872	0.199	0.873	35	A	N	Vo	Si
	8	2.90	0.40	27.0	30.0	2.0	7.0	0.872	0.199	0.892	35	A	N	Vo	Si

A = alta, B = baja, N = norte, Su = sur, SE = sureste, Ca = café, Vc = verde claro;
Vo = verde oscuro, Am = amarillo, C = con, Si = sin;

Tabla 21. Número de especies y abundancia relativa por división, mes (M) y profundidad de muestreo (S,F) para muestras mezcladas 1992

M	P	Clorofita			Euglenofita			Dinoflagelata			Crisofita			Cianofita			Total	%
		N	Ar	%	N	Ar	%	N	Ar	%	N	Ar	%	N	Ar	%		
E	S	32	1065	45.6	1	24	1.0	1	6	0.3	20	666	28.5	12	573	24.6	2334	6.5
	F	31	931	45.4	1	8	0.4	1	3	0.1	20	525	25.6	13	584	28.5	2051	6.1
F	S	29	686	37.5	1	19	1.0	0	0	0	15	468	25.6	14	657	35.9	1830	5.1
	F	29	697	38.9	1	12	0.7	1	3	0.2	15	441	24.6	13	638	35.6	1791	5.4
M	S	36	1038	47.9	1	18	0.8	1	20	0.9	21	770	35.5	7	323	14.9	2169	6.1
	F	37	878	47.8	1	12	0.7	1	14	0.8	24	589	32.1	7	343	18.7	1836	5.5
A	S	34	1340	32.5	4	71	1.7	2	20	0.5	31	1705	41.4	18	985	23.9	4121	11.5
	F	34	1381	32.7	4	56	1.3	2	21	0.5	31	1993	47.2	18	773	18.3	4224	12.7
M	S	28	1099	23.6	2	48	1.0	2	40	0.9	30	1408	30.2	17	2062	44.3	4657	13.0
	F	28	1026	30.4	2	61	1.8	2	54	1.6	30	1366	40.4	17	873	25.8	3380	10.1
J	S	33	1280	33.8	4	92	2.4	2	52	1.4	33	1676	44.2	16	692	18.2	3792	9.9
	F	33	1144	32.3	4	112	3.2	2	44	1.2	33	1532	43.3	16	710	20.0	3542	10.6
J	S	44	1603	43.2	5	136	3.7	3	68	1.8	31	1384	37.3	16	523	14.1	3714	10.4
	F	43	1777	46.6	5	127	3.3	3	101	2.6	32	1184	31.0	16	626	16.4	3815	11.4
A	S	42	1432	32.5	5	225	5.1	3	69	1.6	31	1590	36.2	15	1087	24.7	4403	12.3
	F	43	1591	39.4	5	199	4.9	3	64	1.6	31	1284	31.8	15	897	22.2	4035	12.1
S	S	16	816	27.0	5	221	7.3	2	76	2.5	23	1413	46.7	12	499	16.5	3025	8.5
	F	15	691	23.9	5	219	7.6	2	57	2.0	23	1331	46.0	12	598	20.6	2896	8.7
O	S	19	687	33.8	2	79	3.9	1	43	2.1	30	885	43.6	10	336	16.6	2030	5.7
	F	19	627	31.2	2	64	3.2	1	33	1.6	30	918	45.7	11	367	18.3	2009	6.0
N	S	19	555	28.5	4	112	5.8	2	65	3.3	25	715	36.8	12	498	25.6	1945	5.4
	F	19	685	34.9	4	115	5.9	2	49	2.5	25	750	38.2	13	363	18.5	1962	5.9
D	S	23	677	38.1	3	108	6.1	1	11	0.6	21	594	33.4	10	387	21.8	1777	5.0
	F	23	725	39.5	4	95	5.2	1	29	1.6	21	603	32.8	10	384	20.9	1836	5.5
Total	S		1227	34.3		1153	3.2		470	1.3		13274	37.1		8622	24.1	35797	
			8															
	F		1215	36.4		1080	3.2		472	1.4		12516	37.5		7156	21.4	33377	
			3															

N = número de especies, Ar = abundancia relativa (número de células)

Tabla 22. Número de especies y abundancia relativa por división, mes (M) y profundidad de muestreo (S,F) para muestras mezcladas 1993

M	P	Clorofita			Euglenofita			Dinoflagelata			Crisofita			Cianofita			Total	%
		N	Ar	%	N	Ar	%	N	Ar	%	N	Ar	%	N	Ar	%		
E	S	19	928	29.9	2	118	3.8	1	22	0.7	26	1339	43.1	11	698	22.5	3105	7.7
	F	20	853	30.2	2	120	4.2	1	22	0.8	27	1192	42.2	13	637	22.6	2824	7.2
F	S	16	792	29.7	2	220	8.3	3	68	2.6	22	999	37.5	12	584	21.9	2663	6.6
	F	17	806	31.1	2	218	8.4	3	44	1.7	23	1034	39.9	10	487	18.8	2589	6.6
M	S	18	784	28.2	3	196	7.0	1	72	2.6	19	1056	38.0	8	673	24.2	2781	6.9
	F	18	909	32.0	3	197	6.9	1	58	2.0	20	973	34.3	10	702	24.7	2839	7.3
A	S	21	1030	34.1	3	126	4.2	1	30	1.0	23	1146	37.9	11	692	22.9	3024	7.5
	F	21	878	29.5	4	165	5.5	1	33	1.1	24	1091	36.6	12	813	27.3	2980	7.6
M	S	28	1078	28.2	5	212	5.5	2	84	2.2	35	1772	46.3	13	682	17.8	3828	9.5
	F	28	995	26.4	5	240	6.4	2	80	2.1	35	1599	42.5	13	848	22.5	3762	9.6
J	S	22	1055	32.6	4	161	5.0	1	63	1.9	22	1237	38.2	15	725	22.4	3241	8.1
	F	23	1021	33.4	4	124	4.1	1	57	1.9	22	1133	37.1	15	721	23.6	3056	7.8
J	S	28	1014	35.5	4	155	5.4	3	156	5.5	21	934	32.7	8	596	20.9	2855	7.1
	F	29	1031	36.6	4	219	7.8	3	158	5.6	21	896	31.8	8	510	18.1	2814	7.2
A	S	25	1608	38.8	3	347	8.3	3	211	5.1	26	1500	36.0	8	497	11.9	4163	10.4
	F	25	1792	44.1	3	332	8.2	3	176	4.3	26	1319	32.5	8	441	10.9	4060	10.4
S	S	23	1026	27.2	4	262	6.9	3	78	2.1	28	1969	52.1	8	442	11.7	3777	9.4
	F	23	1050	28.5	4	267	7.3	3	99	2.7	28	1784	48.5	8	482	13.1	3682	9.4
O	S	23	1422	31.9	3	404	9.1	2	138	3.1	31	2089	46.9	7	401	9.0	4454	11.1
	F	23	1383	31.0	3	309	6.9	2	157	3.5	31	2202	49.4	7	407	9.1	4458	11.4
N	S	21	1034	26.5	5	269	6.9	2	98	2.5	21	1660	42.6	10	834	21.4	3895	9.7
	F	21	1016	27.4	5	283	7.6	2	126	3.4	22	1537	41.2	11	752	20.2	3714	9.5
D	S	19	577	24.4	3	117	4.9	1	46	1.9	27	1270	53.7	10	355	15.0	2365	5.9
	F	22	557	23.6	3	101	4.3	1	40	1.7	28	1289	54.5	10	377	15.9	2364	6.4

N = número de especies, Ar = abundancia relativa (número de células)

Tabla 23. Valores de los índices de importancia ecológica obtenidos

por mes (M), sitio de muestreo (Sm) y profundidad 1992

M	Sm	P	S	N	H'	Ds	E	REDI
E	1	S	45	415	3,397	21,117	0.892	0.090
		F	33	333	3,098	15,748	0.896	0.096
	2	S	40	416	3,307	19,328	0.896	0.088
		F	32	379	3,095	16,971	0.893	0.092
	3	S	43	362	3,490	29,141	0.928	0.059
		F	33	241	3,321	28,073	0.950	0.040
	4	S	58	429	3,790	40,703	0.933	0.054
		F	46	345	3,541	31,520	0.925	0.061
	5	S	52	421	3,718	39,262	0.941	0.049
		F	50	320	3,550	30,880	0.908	0.073
	6	S	45	296	3,493	30,398	0.918	0.066
		F	46	300	3,566	33,632	0.932	0.054
	7	S	43	291	3,544	34,686	0.942	0.046
		F	54	349	3,754	42,686	0.941	0.047
	8	S	47	274	3,606	36,668	0.937	0.049
		F	45	297	3,501	29,563	0.920	0.064
F	1	S	46	356	3,492	27,345	0.897	0.083
		F	54	346	3,528	27,821	0.885	0.092
	2	S	44	317	3,343	23,334	0.884	0.094
		F	43	285	3,260	19,922	0.887	0.110
	3	S	45	284	3,442	28,250	0.904	0.075
		F	48	317	3,411	21,637	0.881	0.120
	4	S	45	321	3,529	33,061	0.927	0.059
		F	43	255	3,373	25,375	0.897	0.080
	5	S	42	222	3,353	24,499	0.897	0.078
		F	48	319	3,484	28,734	0.900	0.080
	6	S	40	250	3,257	22,111	0.883	0.092
		F	51	254	3,362	31,543	0.906	0.071
	7	S	38	264	3,218	21,615	0.885	0.092
		F	38	283	3,262	22,186	0.687	0.083
	8	S	42	273	3,134	15,937	0.839	0.130
		F	42	218	3,308	23,227	0.651	0.087
M	1	S	55	626	3,634	29,800	0.907	0.080
		F	46	289	3,600	34,590	0.940	0.047
	2	S	44	271	3,337	21,700	0.882	0.080
		F	40	291	3,441	29,751	0.933	0.054
	3	S	43	291	3,487	28,969	0.927	0.058
		F	39	277	3,272	18,584	0.893	0.086
	4	S	42	266	3,532	35,005	0.945	0.043
		F	40	261	3,369	26,188	0.913	0.069
	5	S	43	297	3,402	22,260	0.905	0.077
		F	46	345	3,504	25,487	0.915	0.069
	6	S	49	399	3,480	22,463	0.894	0.087
		F	42	264	3,507	33,316	0.938	0.049
	7	S	39	294	3,368	25,014	0.919	0.065
		F	37	255	3,197	17,974	0.885	0.091
	8	S	43	266	3,586	37,013	0.954	0.036
		F	48	325	3,613	35,667	0.933	0.053

Continua tabla 23

A	1	S	62	831	3,614	26,162	0,876	0,110
		F	53	595	3,425	21,686	0,863	0,120
	2	S	60	640	3,746	34,903	0,915	0,073
		F	71	882	3,922	40,133	0,920	0,070
	3	S	76	725	3,894	37,784	0,899	0,085
		F	74	685	3,871	37,265	0,899	0,085
	4	S	69	670	3,910	41,523	0,923	0,065
		F	57	620	3,767	36,000	0,932	0,059
	5	S	64	534	3,908	48,046	0,940	0,050
		F	67	566	3,933	47,535	0,935	0,054
	6	S	65	532	3,917	42,262	0,938	0,051
		F	64	474	3,989	45,701	0,959	0,033
	7	S	66	579	3,824	38,348	0,913	0,073
		F	68	584	3,933	47,620	0,932	0,057
	8	S	61	640	3,780	34,553	0,919	0,069
		F	69	882	3,856	36,117	0,911	0,078
M	1	S	53	656	3,523	29,111	0,902	0,085
		F	46	386	3,518	30,368	0,919	0,067
	2	S	55	580	3,647	31,027	0,910	0,077
		F	57	659	3,748	36,038	0,927	0,063
	3	S	54	538	3,667	34,307	0,919	0,068
		F	49	484	3,591	32,029	0,923	0,065
	4	S	56	557	3,653	32,440	0,908	0,078
		F	48	510	3,565	30,258	0,921	0,067
	5	S	53	496	3,809	44,486	0,959	0,034
		F	46	479	3,469	25,243	0,896	0,088
	6	S	48	456	3,516	29,009	0,908	0,077
		F	52	449	3,646	34,438	0,923	0,064
	7	S	45	382	3,519	30,540	0,925	0,062
		F	54	556	3,718	36,698	0,932	0,058
	8	S	53	471	3,565	29,024	0,878	0,085
		F	58	702	3,646	31,198	0,898	0,089
J	1	S	60	559	3,666	31,063	0,896	0,088
		F	54	699	3,550	28,143	0,890	0,096
	2	S	57	575	3,547	26,619	0,877	0,100
		F	62	595	3,673	30,139	0,890	0,093
	3	S	63	669	3,856	41,118	0,931	0,059
		F	59	507	3,807	39,451	0,934	0,055
	4	S	63	655	3,882	42,794	0,937	0,054
		F	55	527	3,751	34,877	0,936	0,054
	5	S	60	576	3,823	39,921	0,934	0,056
		F	49	441	3,533	28,499	0,908	0,077
	6	S	63	575	3,762	34,647	0,908	0,077
		F	62	570	3,708	31,812	0,898	0,085
	7	S	58	518	3,744	36,913	0,922	0,065
		F	62	460	3,865	44,573	0,936	0,052
	8	S	57	611	3,661	30,547	0,905	0,081
		F	62	634	3,801	36,902	0,921	0,067

Continua tabla 23

J	1	S	66	659	3,712	32,868	0.886	0.097
		F	64	516	6,700	31,187	0.890	0.091
	2	S	72	582	4,003	49,473	0.936	0.053
		F	80	835	4,053	47,105	0.925	0.054
	3	S	77	654	4,014	45,395	0.924	0.063
		F	70	720	3,927	40,334	0.924	0.065
	4	S	64	544	3,938	48,532	0.949	0.044
		F	60	490	3,816	40,873	0.932	0.067
	5	S	68	542	3,852	37,067	0.913	0.072
		F	62	566	3,808	38,215	0.923	0.065
	6	S	74	502	3,994	49,207	0.928	0.058
		F	63	549	3,892	46,288	0.940	0.051
	7	S	66	537	3,770	30,848	0.900	0.083
		F	70	566	3,910	41,702	0.920	0.066
	8	S	75	700	4,093	57,291	0.948	0.044
		F	72	718	3,992	48,354	0.934	0.057
A	1	S	69	848	3,849	39,934	0.909	0.079
		F	74	663	4,002	49,995	0.930	0.059
	2	S	74	704	3,852	38,957	0.895	0.089
		F	66	631	3,816	40,336	0.911	0.075
	3	S	71	666	3,856	38,298	0.905	0.081
		F	66	634	3,876	41,021	0.925	0.063
	4	S	65	556	3,807	36,028	0.912	0.073
		F	68	593	3,928	46,170	0.931	0.058
	5	S	71	613	3,885	40,352	0.912	0.074
		F	59	439	3,705	34,277	0.909	0.074
	6	S	67	651	3,790	35,075	0.901	0.084
		F	66	554	3,937	45,986	0.940	0.050
	7	S	70	668	3,888	41,943	0.915	0.072
		F	62	544	3,891	46,730	0.943	0.048
	8	S	65	686	3,799	37,364	0.910	0.077
		F	66	785	3,830	38,037	0.914	0.075
S	1	S	51	646	3,536	27,616	0.899	0.088
		F	47	676	3,557	29,822	0.924	0.067
	2	S	51	541	3,668	35,334	0.933	0.070
		F	48	398	3,634	35,671	0.939	0.051
	3	S	53	434	3,664	33,425	0.923	0.064
		F	45	348	3,575	31,716	0.939	0.050
	4	S	47	553	3,626	34,957	0.942	0.050
		F	45	370	3,558	32,606	0.935	0.054
	5	S	49	418	3,517	26,634	0.904	0.080
		F	48	363	3,648	35,634	0.942	0.047
	6	S	50	385	3,687	38,066	0.943	0.047
		F	49	400	3,525	26,597	0.906	0.078
	7	S	48	329	3,521	29,397	0.909	0.072
		F	46	296	3,471	26,250	0.907	0.074
	8	S	49	476	3,556	28,898	0.914	0.073
		F	52	775	3,706	35,300	0.938	0.055

Tabla 24. Valores de los índices de importancia ecológica obtenidos

por mes (M), sitio de muestreo (Sm) y profundidad 1993

M	Sm	P	S	N	H'	Ds	E	REDI
E	1	S	54	749	3,746	37,939	0.939	0.052
		F	49	554	3,472	24,204	0.892	0.090
	2	S	58	566	3,659	31,261	0.901	0.081
		F	58	473	3,790	41,620	0.933	0.053
	3	S	55	374	3,712	38,673	0.926	0.060
		F	48	361	3,510	29,245	0.907	0.073
	4	S	46	385	3,501	28,723	0.914	0.068
		F	43	391	3,546	33,814	0.943	0.046
	5	S	42	406	3,417	26,378	0.914	0.063
		F	47	359	3,526	30,719	0.916	0.066
	6	S	48	429	3,641	36,072	0.941	0.048
		F	48	350	3,589	34,084	0.927	0.057
	7	S	47	426	3,425	24,347	0.890	0.089
		F	50	393	3,500	26,520	0.895	0.083
	8	S	56	558	3,822	42,645	0.949	0.042
		F	53	650	3,689	33,871	0.929	0.060
F	1	S	46	484	3,580	32,846	0.935	0.054
		F	48	540	3,528	27,707	0.911	0.074
	2	S	49	490	3,564	29,936	0.916	0.069
		F	48	374	3,512	28,780	0.907	0.073
	3	S	42	379	3,352	21,818	0.897	0.083
		F	43	430	3,443	28,241	0.916	0.069
	4	S	41	313	3,410	28,256	0.918	0.064
		F	45	326	3,499	30,513	0.919	0.063
	5	S	41	343	3,353	23,538	0.903	0.077
		F	44	426	3,976	24,491	0.897	0.084
	6	S	43	380	3,447	27,463	0.916	0.067
		F	39	301	3,432	29,420	0.937	0.050
	7	S	44	415	3,518	30,357	0.930	0.057
		F	39	335	3,239	19,680	0.884	0.092
	8	S	44	526	3,555	32,128	0.940	0.051
		F	46	504	3,597	33,794	0.940	0.050
M	1	S	45	734	3,467	26,736	0.911	0.078
		F	52	588	3,678	32,685	0.931	0.058
	2	S	50	484	3,505	27,787	0.896	0.085
		F	46	504	3,487	26,628	0.911	0.074
	3	S	47	405	3,497	26,779	0.908	0.073
		F	40	386	3,530	24,567	0.908	0.075
	4	S	40	378	3,384	26,425	0.918	0.067
		F	41	389	3,282	21,568	0.884	0.094
	5	S	36	324	3,280	23,051	0.915	0.068
		F	40	354	3,468	29,778	0.940	0.048
	6	S	37	373	3,224	20,431	0.893	0.088
		F	40	308	3,221	18,556	0.873	0.099
	7	S	42	398	3,428	28,638	0.917	0.067
		F	43	378	3,336	23,453	0.887	0.091
	8	S	40	383	3,362	25,361	0.911	0.072
		F	46	644	3,550	28,251	0.926	0.064

Continua tabla 24

A	1	S	48	661	3,658	35,690	0.945	0.047
		F	51	649	3,728	34,428	0.948	0.044
	2	S	50	508	3,652	34,793	0.933	0.055
		F	53	448	3,600	29,392	0.906	0.075
	3	S	48	431	3,572	32,985	0.923	0.062
		F	46	421	3,489	27,862	0.911	0.072
	4	S	48	394	3,455	24,471	0.893	0.085
		F	43	368	3,475	29,704	0.924	0.061
	5	S	44	455	3,454	27,493	0.913	0.072
		F	42	491	3,536	30,664	0.946	0.045
	6	S	41	414	3,418	26,681	0.920	0.065
		F	38	363	3,311	24,028	0.910	0.073
	7	S	44	433	3,447	25,539	0.911	0.073
		F	51	468	3,613	30,904	0.919	0.066
	8	S	53	485	3,689	35,464	0.929	0.057
		F	44	521	3,466	28,225	0.916	0.071
M	1	S	52	666	3,740	39,703	0.947	0.045
		F	62	738	3,829	38,544	0.928	0.061
	2	S	63	636	3,938	48,151	0.950	0.041
		F	62	558	3,832	40,787	0.928	0.058
	3	S	65	620	3,866	42,463	0.926	0.060
		F	67	484	3,894	45,131	0.926	0.058
	4	S	66	491	3,913	46,430	0.934	0.052
		F	58	504	3,790	41,244	0.933	0.054
	5	S	59	695	3,745	35,510	0.918	0.066
		F	59	693	3,724	34,003	0.913	0.073
	6	S	55	530	3,603	29,296	0.899	0.082
		F	65	505	3,791	36,702	0.908	0.073
	7	S	65	528	3,831	39,184	0.918	0.066
		F	66	594	3,864	40,048	0.922	0.063
	8	S	62	619	3,793	36,098	0.919	0.067
		F	61	629	3,800	36,787	0.924	0.063
J	1	S	56	633	3,795	39,735	0.943	0.049
		F	57	536	3,806	39,510	0.941	0.049
	2	S	61	466	3,380	39,571	0.932	0.056
		F	60	428	3,774	38,524	0.922	0.063
	3	S	63	354	3,805	40,001	0.918	0.063
		F	59	365	3,801	40,605	0.932	0.054
	4	S	58	335	3,756	39,649	0.925	0.058
		F	54	357	3,750	40,839	0.940	0.048
	5	S	53	327	3,710	38,485	0.934	0.052
		F	55	327	3,801	44,566	0.949	0.040
	6	S	57	367	3,781	42,107	0.935	0.051
		F	59	333	3,818	44,046	0.936	0.050
	7	S	58	344	3,754	39,728	0.925	0.059
		F	58	257	3,789	42,945	0.933	0.049
	8	S	63	415	3,842	41,621	0.927	0.058
		F	54	453	3,805	42,569	0.954	0.038

Continua tabla 24

J	1	S	57	679	3,756	37,877	0.929	0.070
		F	60	553	3,857	42,600	0.942	0.047
	2	S	59	425	3,830	45,994	0.939	0.047
		F	60	409	3,799	41,159	0.928	0.056
	3	S	56	440	3,778	41,797	0.939	0.048
		F	55	429	3,787	42,750	0.945	0.043
	4	S	54	365	3,724	39,339	0.934	0.051
		F	58	415	3,689	30,662	0.909	0.071
	5	S	57	453	3,758	38,572	0.930	0.056
		F	54	429	3,667	33,845	0.909	0.064
	6	S	53	389	3,733	40,679	0.940	0.047
		F	54	396	3,720	38,512	0.933	0.053
	7	S	58	381	3,783	41,132	0.932	0.052
		F	55	488	3,744	36,787	0.934	0.053
A	8	S	55	438	3,587	26,711	0.895	0.083
		F	55	413	3,714	37,698	0.927	0.057
	1	S	58	1000	3,826	40,713	0.942	0.051
		F	59	668	3,856	42,981	0.946	0.046
	2	S	63	749	3,935	44,553	0.950	0.042
		F	61	545	3,816	41,195	0.928	0.058
	3	S	58	524	3,777	43,210	0.930	0.056
		F	57	600	3,800	40,479	0.940	0.050
	4	S	55	590	3,711	36,978	0.062	0.073
		F	63	731	3,794	37,330	0.916	0.071
	5	S	57	519	3,764	40,068	0.931	0.056
		F	56	589	3,648	32,046	0.906	0.078
	6	S	64	624	3,787	37,290	0.911	0.073
		F	53	555	3,763	41,531	0.948	0.043
S	7	S	58	493	3,739	37,240	0.921	0.064
		F	58	569	3,719	33,687	0.916	0.069
	8	S	63	706	3,779	33,807	0.912	0.074
		F	53	844	3,758	37,200	0.947	0.047
	1	S	62	920	3,855	40,190	0.934	0.057
		F	63	725	3,866	42,856	0.933	0.056
	2	S	64	611	3,777	35,238	0.908	0.075
		F	62	515	3,929	49,745	0.952	0.038
	3	S	60	489	3,715	33,827	0.907	0.074
		F	60	488	3,817	40,413	0.932	0.054
	4	S	55	504	3,716	34,870	0.927	0.059
		F	59	474	3,814	41,310	0.935	0.051
	5	S	58	479	3,696	36,161	0.910	0.072
		F	61	539	3,770	37,978	0.917	0.067
	6	S	57	450	3,756	37,878	0.929	0.056
		F	54	505	3,602	28,061	0.903	0.079
	7	S	58	548	3,726	34,928	0.918	0.067
		F	59	548	3,769	37,917	0.924	0.062
	8	S	56	720	3,777	34,499	0.938	0.053
		F	53	800	3,750	39,063	0.945	0.048

**Tabla 25. Número de especies para muestras mezcladas por sitio (S)
de muestreo y mes (M), 1992**

S/M	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	45	58	66	79	69	86	98	90	56	50	53	56
2	40	50	55	80	73	72	92	87	54	55	58	53
3	43	53	58	82	68	76	89	89	56	49	57	58
4	58	54	57	79	71	74	85	84	55	49	57	54
5	55	51	58	77	68	73	84	88	56	45	55	54
6	54	54	60	75	70	77	86	85	55	48	59	53
7	56	47	51	77	69	78	86	84	56	52	53	57
8	52	52	65	80	73	77	87	86	56	51	53	56

**Tabla 26. Número de especies para muestras mezcladas por sitio (S)
de muestreo y mes (M), 1993**

S/M	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	59	53	55	67	61	66	61	65	65	58	58	56
2	63	51	52	57	73	63	63	64	64	66	59	62
3	59	50	51	55	73	64	63	63	64	65	58	60
4	57	49	50	58	72	63	62	65	63	64	55	59
5	55	49	47	52	67	61	64	63	65	64	59	58
6	58	48	46	49	75	61	63	65	61	63	59	59
7	59	49	51	58	74	62	62	63	65	66	57	62
8	61	51	51	58	70	64	60	64	61	62	58	60

