

EFECTO DE LOS EVENTOS EL NIÑO Y LA NIÑA SOBRE LA COMUNIDAD DE FITOPLANCTON AL INTERIOR DE LA ENSENADA DE TUMACO. 1997 - 2000

Ingrid García-Hansen. Bióloga Marina

Centro Control Contaminación del Pacífico. Tumaco, Nariño, Colombia

ABSTRACT

In order to evidence the changes in the microalgae community due to the effect caused by the events "El Niño" and "La Niña", the CCCP has come studying from 1997 the distribution standars of the phytoplankton in ten sampling stations located to the interior of the Tumaco Bay, by means of the monthly monitoring; it's clear to corroborate the close relationship that exists between the population changes of diatoms and dinoflagellates (principal groups that compose to the phytoplankton) and the variations in physical-chemical parameters such as temperature, salinity and oxigen. From the beginning of the monitoring in february of 1997 has been registered a trend to the increase of the community as a rule, departing of abundance average of 284 cells/ml in 1997, being observed a notorius increase in the populations from second period of 1999 with an average of 1146 cells/ml, for finally to arrive to records that surpass 2500 cells/ml in 2000 (2022 cells/ml in average).

RESUMEN

Con el fin de evidenciar los cambios en la comunidad microalgal debidos al efecto causado por los eventos "El Niño" y "La Niña", el Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP) ha venido estudiando desde 1997 los patrones de distribución del fitoplancton en diez estaciones de muestreo ubicadas al interior de la Ensenada de Tumaco, por medio de la realización de monitoreos mensuales. Es notable comprobar la estrecha relación que existe entre los cambios poblacionales de diatomeas y dinoflagelados (principales grupos que componen al fitoplancton) y las variaciones en parámetros físico-químicos tales como temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes. Desde el inicio del monitoreo en febrero de 1997 se ha registrado una tendencia al incremento de la comunidad en general, partiendo de abundancias promedio de 284 células/ml en 1997, observandose un notorio incremento en la poblaciones a partir del segundo semestre de 1999 con un promedio de 1146 cel/ml, para finalmente llegar a registros que superan las 3500 cel/ml en el 2000 (2022 cel/ml en promedio).

INTRODUCCIÓN

Desde mediados del siglo XVIII se sabe de las alteraciones producidas por el fenómeno de "El Niño" en la región del Pacífico Suramericano Oriental, derivándose su nombre a raíz de que los pescadores peruanos siempre lo notaban para la época de navidad. Este fenómeno se conoce como una conexión de interacción entre el sistema océano-atmósfera, anómala, periódica y recurrente que se presenta a intervalos de tiempo irregulares frente a las costas del Pacífico Oriental de América del Sur, en una extensión que puede alcanzar hasta los 180° W. En general, es considerado como una respuesta oceánica ecuatorial a las fluctuaciones de la presión atmosférica, al sistema y al régimen de vientos (Velandia-Rocha, 1997).

El Niño es responsable de una compleja y variada serie de efectos meteorológicos y oceanográficos de profundas implicaciones en la dinámica normal de las especies que habitan en las aguas afectadas por el fenómeno y además proyectan efectos de carácter socioeconómico importante sobre los países de la costa occidental suramericana (CPPS, 1983).

Durante los últimos años el conocimiento del fitoplancton marino ha adquirido especial interés debido a la importancia que tiene en los estudios orientados a predecir el fenómeno de El Niño y evaluar su efecto sobre la producción biológica (Avaria, 1975). Se reconoce que determinados organismos fitoplanctónicos se caracterizan por su gran sensibilidad a factores ambientales como temperatura y salinidad, siendo apropiados para caracterizar los cuerpos de agua donde ellos normalmente se desarrollan; por lo tanto, si se hace un seguimiento de la distribución de estas especies se puede describir el movimiento de las masas de agua (Ochoa y Gómez, 1997). Para la identificación de especies indicadoras del fenómeno de El Niño es fundamental conocer la composición de la comunidad presente en el área, con el fin de verificar los cambios de la misma (Rytter, 1978).

El CCCP ha venido estudiando los patrones de distribución del fitoplancton al interior de la Ensenada de Tumaco desde 1997, mediante la realización de monitoreos mensuales, con el fin de evidenciar los cambios en la comunidad microalgal; siendo notable corroborar la estrecha relación que existe entre los cambios poblacionales de diatomeas y dinoflagelados (principales grupos que componen al fitoplancton) y las variaciones en parámetros físico-químicos tales como temperatura, salinidad y oxígeno.

Área de Estudio

La Ensenada de Tumaco está ubicada en el extremo sur del litoral del Departamento de Nariño entre las latitudes $1^{\circ}45' N - 2^{\circ}00' N$ y las longitudes $78^{\circ}30' - 78^{\circ}45' W$, constituyéndose en la mayor entrante de la Costa Pacífica colombiana. Comprende un área aproximada de 350 km y profundidades entre 2 y 30 metros. Presenta un régimen mareal semidiurno con una amplitud máxima de 4m (Peña, 1995).

El clima del área es ecuatorial húmedo, con una humedad relativa promedio anual de 86% y la temperatura ambiente media oscila entre 25.5 y $26^{\circ}C$ (Estación Meteorológica del IDEAM/CCCP). Se encuentra ubicada dentro de una zona de convergencia intertropical caracterizada por abundante nubosidad y lluvias permanentes.

Las principales cuencas de la Ensenada son las del Rosario, Mexicano, Tablones, Gualajo, Colorado y Chagüi, entre otras. Esta configuración hace que la ensenada se comporte como un sistema estuarino. Algunas formaciones importantes son los playones, bancos y barras, marismas de alta salinidad y suelos desarrollados a partir de depósitos orgánicos con vegetación de manglar y guandal. En la composición del fondo predominan el fango, la materia orgánica en descomposición y las arenas; estas características junto con el aporte de los ríos hacen que sus aguas sean de alta productividad (Gallo y Vargas, 1987; CCCP, 1991; Mosquera, 1992).

Metodología

Durante el período comprendido entre 1997-2000, se realizaron muestreos mensuales de fitoplancton en 10 estaciones previamente establecidas dentro de la Ensenada de Tumaco (fig 1). Las muestras se colectaron con botellas Nansen y se envasaron en botellas plásticas de 500 ml de capacidad debidamente rotuladas. Posteriormente se fijaron con solución de formol al 10%, Lugol y Glicerina y se dejaron decantar mínimo 96 horas para la realización del respectivo análisis cualitativo y cuantitativo, para tal fin se empleó una placa SR Cell Counter S50 con un montaje previo en microscopio invertido.

Con el fin de caracterizar la masa de agua desde el punto de vista físico-químico en cada estación se tomaron registros de temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes. Para la medición de salinidad se utilizó un termosalinómetro modelo "Orión 132", la temperatura superficial del agua de mar (TSM) se midió con un termómetro de cazoleta, y el oxígeno disuelto se fijó en campo y se determinó con el método Winkler.

Las muestras de nutrientes se obtuvieron del mismo volumen de agua contenido en las botellas Nansen y se envasaron en recipientes de 500ml, los cuales fueron preservados a una temperatura de $-30^{\circ}C$ hasta su posterior análisis.

Resultados y Discusiones

Desde el inicio del monitoreo en febrero de 1997 se ha registrado una tendencia al incremento de la comunidad en general (fig 2), partiendo de

abundancias promedio de 248 células/ml en 1997 para llegar a registros que superan las 3500 cél/ml en el 2000 (2022 cél/ml en promedio anual). Este incremento se evidenció principalmente desde el último trimestre de 1999.

Con respecto a los grandes grupos, diatomeas y dinoflagelados, las tendencias son opuestas, mientras las diatomeas presentaron bajos valores durante el año 1997 incrementando lentamente sus valores hasta finales de 1999, período en el cual se registró un fuerte aumento de las poblaciones durante octubre de 1999, aunque su tendencia ascendente se evidenció desde julio del mismo año; los dinoflagelados por su parte mostraron un comportamiento opuesto, con un máximo entre diciembre de 1997 a mayo de 1998 y un fuerte descenso a partir de agosto de 1998, manteniéndose estable con bajos valores en 1999. Es solo a partir del año 2000 cuando las condiciones en el medio parecen normalizarse, que se nota un aumento en las poblaciones de los dos grupos (fig 3), sin que se observe una tendencia determinada. A pesar de este comportamiento es importante aclarar que las abundancias de dinoflagelados nunca han sido superiores a las de diatomeas.

Relación con Parámetros Fisicoquímicos

En relación con la temperatura superficial del mar (TSM) y la salinidad (SSM) la comunidad presentó tendencias opuestas viéndose fuertemente afectada durante el período de 1997, en el que se registraron temperaturas altas 29-30° C y salinidades oscilantes pero de igual manera relativamente altas para la zona entre 26.9-31.2 psu, para este mismo año se obtuvieron los valores más bajos de oxígeno disuelto con un promedio general de 3.8 ml/l. Una vez se inició el descenso de la TSM a partir de mediados de 1998 se registró la recuperación de las poblaciones, las cuales han ido incrementando hasta presentar sus máximas abundancias durante el año 2000 (fig 4 y 5) en donde la temperatura promedio ha sido de 27.5° C, la salinidad de 25.54 psu y el OD ha arrojado sus valores más elevados 4.7 ml/l en promedio, observándose una muy buena disponibilidad de oxígeno en el área (tabla 1). En general los registros de salinidad tienden a ser bajos debido a que la zona se encuentra fuertemente influenciada por la desembocadura de varios ríos.

Este comportamiento en los parámetros fisicoquímicos, especialmente en la temperatura, se debe a la presencia del evento cálido "El Niño" y frío "La Niña", el primero de ellos registrado durante 1997 y primer semestre de 1998, para luego desarrollarse el evento "La Niña" que se extendió a lo largo de 1999 para finalmente observarse un comportamiento aparentemente normal durante el año 2000.

Con respecto a los grandes grupos, las diatomeas presentaron un comportamiento opuesto a la temperatura, manteniendo valores bajos durante el evento cálido de 1997, mostrando una tendencia a la recuperación desde septiembre de 1998, para alcanzar los máximos entre el último trimestre de 1999 hasta finales del 2000. De manera contraria, el grupo de dinoflagelados presentó una tendencia a incrementar su número durante el calentamiento de las aguas y a descender las poblaciones al cambiar las condiciones y registrarse el enfriamiento. Según Ochoa *et al.* (1985) una de las características de los eventos cálidos es la consecuente disminución de las poblaciones de diatomeas e incremento de dinoflagelados en las áreas de influencia.

En cuanto a los nutrientes analizados durante el período de estudio (amonio, nitrito, nitrato y fosfato) se observó de manera global un comportamiento ligeramente opuesto entre estos y la comunidad en general especialmente durante 1997. En 1998 se registró un incremento de estas sales sin que se generara una variación perceptible en la comunidad, manteniendo ésta una suave tendencia ascendente, comportamiento que se mantuvo hasta octubre de 1999 al elevarse las poblaciones y observarse un descenso de la concentración de estos nutrientes, finalmente durante el 2000 los altos registros en las abundancias se vieron acompañados de un aumento en la concentración de dichos nutrientes (Tabla 1).

El comportamiento en el tiempo de la comunidad microalgal y los nutrientes, evidenció mayor relación con el nitrato y el fosfato. Aunque se observaron en el tiempo algunos máximos de nutrientes, solamente se registró el aumento en las poblaciones de diatomeas desde el último trimestre de 1999. Debe tenerse en cuenta que existen factores intrínsecos de las especies y de los procesos de regeneración de los nutrientes en los sistemas acuáticos; lo que explica el hecho de que aunque los nutrientes se mantengan o

registren valores máximos no se evidencie un incremento notorio de las microalgas (Jordán, 1991).

Si se analiza más detalladamente el comportamiento de los grandes grupos (diatomeas y dinoflagelados), es posible observar que independientemente de la disponibilidad de nutrientes, los grupos muestran una respuesta dirigida más hacia los cambios de temperatura que se generen en la columna de agua, que al aumento o disminución de los nutrientes. Como comentan Smith y Barber (1987) la dominancia de los factores físicos sobre los biológicos y químicos, controlan las fluctuaciones del fitoplancton. Así, se atribuye que el principal factor físico que ejerce efecto sobre estas variables es la temperatura, por efecto de ingreso de aguas cálidas o frías al sector.

En relación a las variaciones que presentan los nutrientes, Jordán (1991) dice al respecto, que existen factores que gobiernan los procesos de los nutrientes, especialmente del nitrógeno y fósforo en las aguas de sistemas estuarinos, registrándose procesos de desnitrificación por inhibición de nitrógeno o por factores hidrológicos y procesos acelerados de nitrificación, así mismo la abundancia de fósforo puede variar por perturbación o estabilización de los sedimentos en presencia de altas salinidades y sulfatos.

Por último es importante señalar que los cambios en las características del medio no sólo favorecieron a las comunidades de microalgas, sino que también resultaron favorables para el sostén de especies de producción secundaria (zooplancton), presentándose una relación bastante interesante entre el fitoplancton y el zooplancton, la cual mostró un vínculo directo durante los cuatro años de observaciones (fig 6). Este factor es básico ya que incide sobre la variación de las poblaciones microalgales debido al efecto pastoreador que ejerce el zooplancton sobre el fitoplancton. Así, un "bloom" algal conlleva un sostenimiento favorable de las poblaciones zooplanctónicas, especialmente de las filtradoras, sin olvidar que la mayoría de las especies marinas, exceptuando aves, mamíferos y reptiles, son componentes en alguna fase de su vida (en algunos casos toda la vida) del zooplancton y presentan hábitos planctófagos.

Lehman (1991) incluye dentro de los factores que interactúan en las tasas de pérdida y crecimiento del fitoplancton al efecto que pueden ejercer los pastoreadores inhibiendo o disminuyendo el desarrollo de las poblaciones, así se presente una alta disponibilidad de nutrientes en el medio. Es esencial aclarar que aunque exista una alta concentración de nutrientes y la acción de los pastoreadores sea baja, no pueden obviarse los requerimientos específicos de los individuos, dado que no todas las especies presentes en un ecosistema responden de igual manera a los cambios que se susciten dentro de este, ni serán simultáneamente limitadas por el mismo recurso. Por esta razón es importante tener en cuenta todas las variables que componen un sistema y las múltiples relaciones que se presentan entre éstas.

Conclusiones

La disminución de la biomasa fitoplanctónica durante los años 1997-1998 se vio afectada principalmente por la presencia del evento cálido "El Niño" observándose una recuperación en las poblaciones con el descenso de la temperatura, para finalmente ser registradas las máximas abundancias en el 2000, año durante el cual las condiciones del medio se asemejan a un comportamiento normal.

Durante 1999 se evidenció la presencia del evento "La Niña" el cual se caracterizó por presentar temperaturas bajas, permitiéndole a la mayoría de las especies una recuperación, pero sin reunir el medio aún las condiciones óptimas para su sostenimiento. Es únicamente durante el 2000 cuando las características del medio son más estables que se registra un aumento tanto en las poblaciones de diatomeas como de dinoflagelados.

Es notable la estrecha relación que existe entre los cambios poblacionales de diatomeas y dinoflagelados y las variaciones en la temperatura del medio.

A pesar de observarse una buena disponibilidad de nutrientes, especialmente hacia la zona más interna de la ensenada gracias a la influencia que ejercen los ríos sobre el sector, las abundancias de fitoplancton sólo aumentaron cuando las condiciones en el medio fueron óptimas para favorecer la existencia de las especies en general.

Los cambios en las características del medio no sólo han favorecido a las comunidades de microalgas, sino que también han resultado favorables para el sostenimiento de especies de producción secundaria y hábitos pastoreadores (zooplancton), lo cual a la vez supondría un aumento en los consumidores de segundo orden.

La tendencia de decrecimiento y aumento paulatino del fitoplancton y zooplancton, indica la total dependencia de estos dos grupos de individuos planctónicos y el efecto que tienen sobre el sostenimiento de la pirámide trófica.

Bibliografía

- AVARIA, S. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso, II. Fitoplancton, 1970-1971. *Revista Biología Marina*, 15 (2): 131-1
- CCCP. 1991 Síntesis bioecología de algunos sectores de la costa pacífica nariñense, con énfasis en estudios de calidad de aguas. Centro Control de Contaminación del Pacífico (CCCP). *Boletín Científico* (2): 16-93
- CPPS. 1983. Tercera reunión del comité científico del ERFEN - Comisión Permanente del Pacífico Sur. Cali.
- GALLO, C. y E. YARGAS. 1987. Determinación del aporte de materia orgánica del manglar en la Ensenada de Tumaco. CCCP. Tumaco (Nariño). Informe Técnico, 13 p.
- JORDAN, T. 1991. Nutrientes and chlorophyll at the interface of a watershed and an estuary. *Limnol. Oceanogr.*, 36(2):251-267
- LEHMAN, J. 1991. Interacting growth and loss rates: The balance of top-down and bottom-up controls in plankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 36(8):1546-1554.
- MOSQUERA, M.A. 1992. La contaminación orgánica un posible precursor de la eutrofización en la Ensenada de Tumaco. *Boletín Científico CCCP* (3):31-49.
- OCHOA, N. y O. GOMEZ. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*, 16(2): 1-60.
- OCHOA, N., ROJAS DE MENDIOLA, B. y O. GOMEZ. 1985. Identificación del Fenómeno "El Niño" a través de los organismos fitoplanctónicos. *Boletín "El Niño" su impacto en la fauna marina*. IMARPE: 23-31.
- PEÑA, J. 1995. Un modelo de caja aplicado al transporte de partículas y tiempo de resistencia de las aguas del sector el Pindo, Ensenada de Tumaco. *Boletín Científico CCCP* (5): 5-35.
- RYTTER, G. 1978. *Phytoplankton manual*. Editorial UNESCO, París (francia).

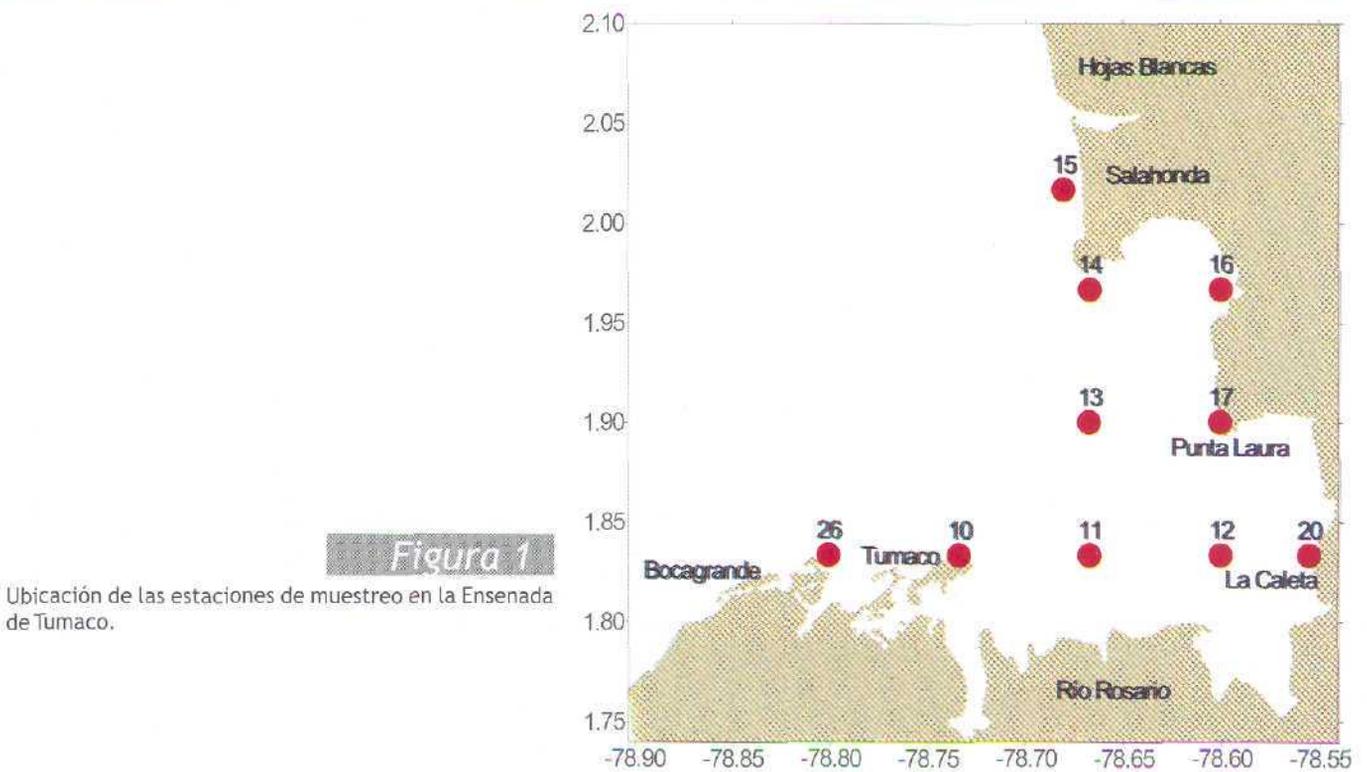


Figura 2

Promedio mensual de abundancia de fitoplancton en la Ensenada de Tumaco

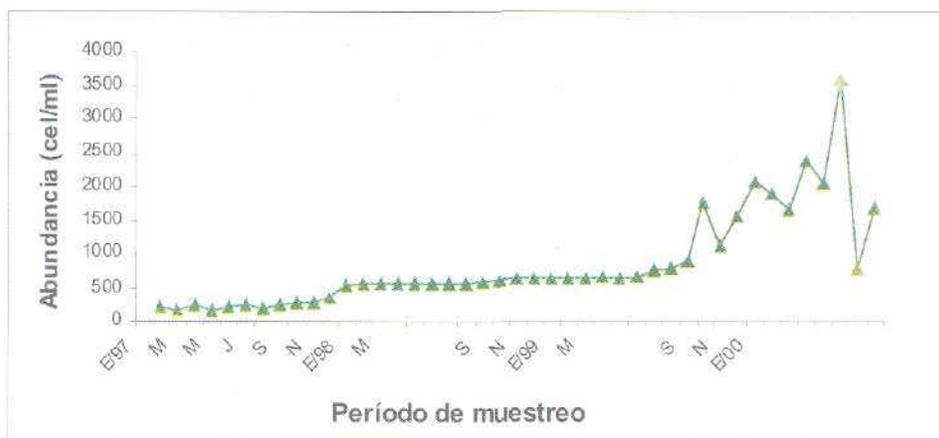


Figura 3

Relación entre diatomeas y dinoflagelados, promedios mensuales de abundancias en la Ensenada de Tumaco, 1997 - 2000

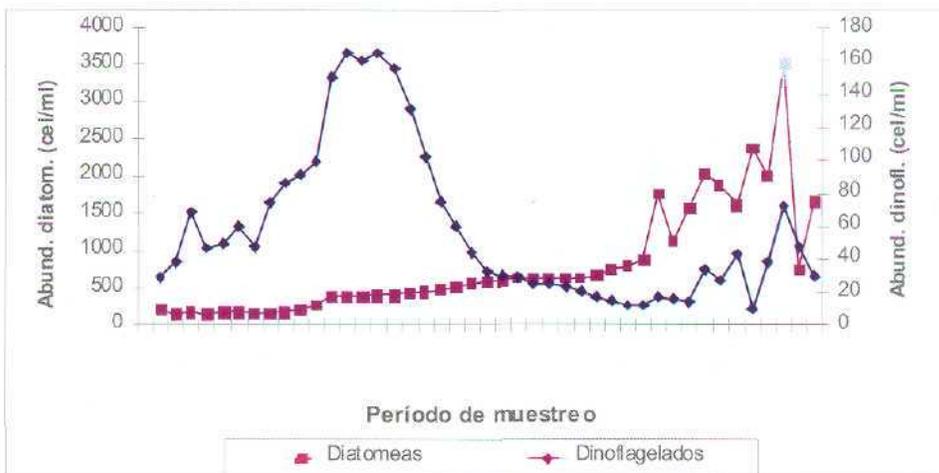


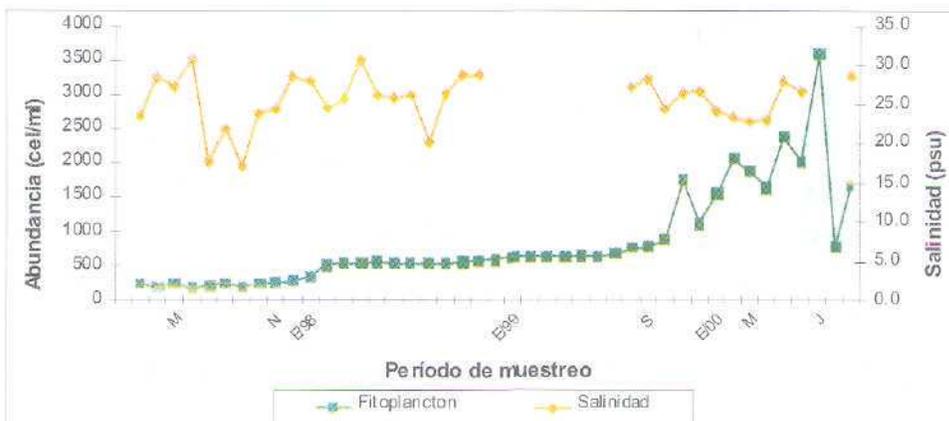
Figura 4

Temperatura superficial del mar (TSM) vs abundancia promedio de fitoplancton en la Ensenada de Tumaco, 1997 - 2000



Figura 5

Salinidad superficial del mar (SSM) vs abundancia promedio de fitoplancton en la Ensenada de Tumaco, 1997 - 2000.



AÑO	SSM(psu)	TSM(°C)	OD(mg/l)	NO3(µg-at/l)	NO2(µg-at/l)	NH4(µg-at/l)	PO4(µg-at/l)
1997	24,90	29,07	3,81	0,69	0,34	0,89	0,40
1998	26,55	28,42	3,66	0,80	0,33	1,12	0,52
1999	26,35	26,51	4,45	0,63	0,39	0,80	0,59
2000	25,54	27,50	4,27	0,93	0,36	0,98	0,64

Tabla 1

Promedios anuales de parámetros físico-químicos en la Ensenada de Tumaco, 1997-2000

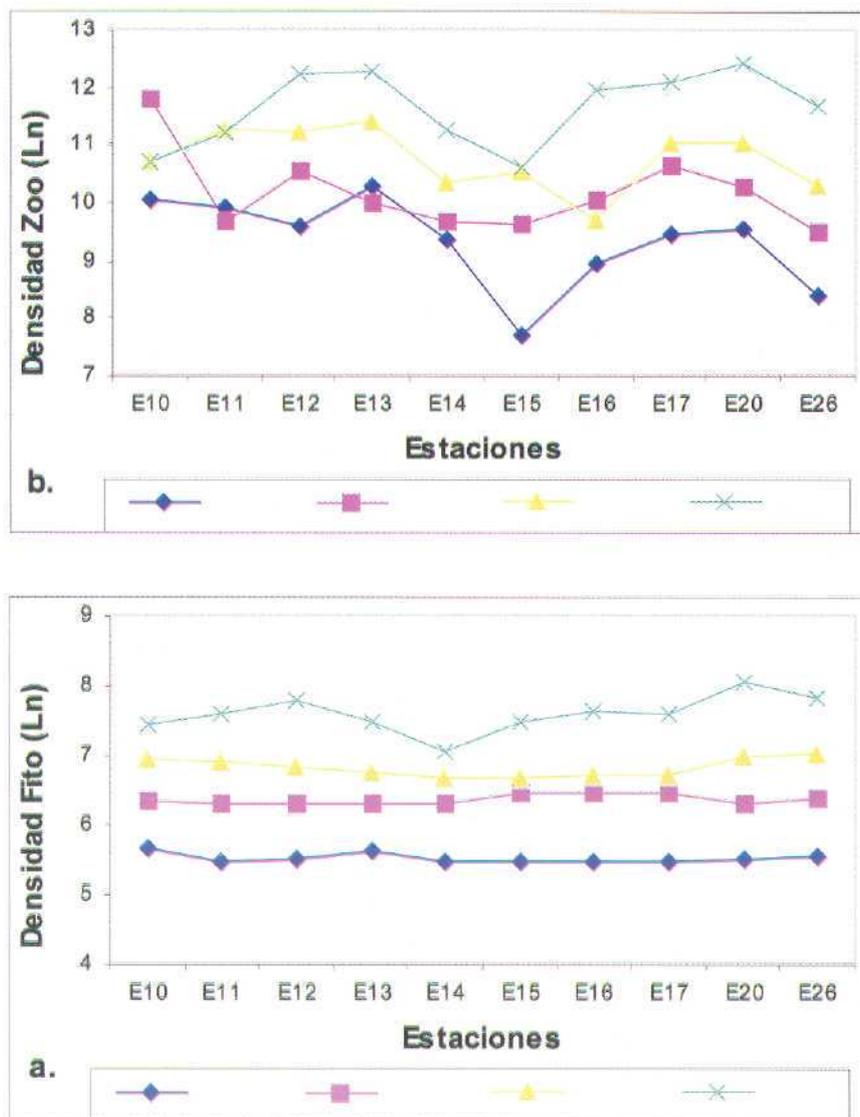


figura 6

Comparación entre las curvas de distribución logarítmica de las densidades de A) fitoplancton y B) zooplancton en la Ensenada de Tumaco, 1997 - 2000