
CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD MICROALGAL DEL PACÍFICO COLOMBIANO, EN RELACIÓN CON EL EVENTO "EL NIÑO" 97 - 98.

Liliana Medina Campos. Bióloga Marina. Centro Control Contaminación del Pacífico

Resumen

El desarrollo del Fenómeno "El Niño" 97-98 afectó la composición microalgal del Pacífico Colombiano, incrementando la abundancia y distribución de especies de dinoflagelados. Por otro lado, se observó una disminución en el número de las especies y poblaciones de diatomeas. En relación con el registro de especies nuevas, se evidenció la presencia de *Prorocentrum mexicanum*, la cual aparentemente arribó al área de muestreo a través de la Corriente de California hacia la zona costera norte. De igual manera se reportan por primera vez: *Chaetoceros aequatorialis*, *Asteromphalus arachne*, *Navícula directa*, *Palmeria hardmaniana*, *Alexandrium tropicale*, *Cladopixis brachiolata*, *Polykrikos kofoidii* y *Gonyaulax jolliffei*.

Abstract

The composition of the Colombian Pacific microalgal community was affected by "El Niño" 97 - 98, increasing numbers and populations species from the dinoflagellates group and his covered área. At same time, the diatoms grúp decreasing his populations and species numbers. In relation with news species, *Prorocentrum mexicanum* presence was reported. This specie arrived to the study area by displacement of the California's Current to the north coastal zone by the warmcurrent's effect. *Chaetoceros aequatorialis*, *Asteromphalus arachne*, *Navícula directa*, *Palmeria hardmaniana*, *Alexandrium tropicale*, *Cladopixis brachiolata*, *Polykrikos kofoidii* and *Gonyaulax jolliffei* are reported in firsttime.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la NOAA (1997), desde el sector del Pacífico Ecuatorial Occidental se registró el avance de aguas cálidas hacia Suramérica, detectándose valores de temperatura superficial del mar con 4°C por encima de lo normal (Monastersky, Science News. August 2, 1997), con lo cual se corroboraba el desarrollo del fenómeno oceánico - atmosférico conocido como "El Niño", cuya duración de acuerdo con los modelos climáticos, se extendería, hasta el primer semestre de 1998.

El Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP), realizó 3 cruceros de investigación con el fin de estudiar el desarrollo del fenómeno "El Niño" 97-98, así: PACÍFICO XXVII-ERFEN XXV mayo/97, PACÍFICO XXVIII - ERFEN XXVI noviembre - diciembre/97 y PACÍFICO XXIX - ERFEN XXVII mayo/98.

Durante el desarrollo de estos cruceros se registraron las condiciones físicas y meteorológicas y se tomaron muestras para la identificación y cuantificación de especies de microalgas.

El fenómeno "El Niño" 97-98, registró su fase preliminar durante 1996 caracterizada por el surgimiento de aguas profundas. Para el primer semestre de 1997 se observó una marcada intensificación de la Contacorriente Ecuatorial ocasionando el desplazamiento de aguas cálidas hacia la región este del Pacífico (CCCP, 1998)

De acuerdo con el monitoreo realizado en la Ensenada de Tumaco, las primeras ondas cálidas se registraron en el mes de abril /97 con un rango de Temperatura Superficial del Mar (TSM) entre 28.2 a 31°C, posteriormente se presentó un descenso hacia mediados de año y desde el mes de octubre se evidenció el fuerte calentamiento de las aguas, alcanzando las máximas temperaturas durante diciembre, con promedio entre 29.5 - 29.8 °C El primer semestre de 1998 registró temperaturas cálidas durante los primeros meses, iniciándose el descenso gradual de la TSM durante el mes de junio (CCCP, 1998).

Esta variación de las condiciones, afectó la composición de la comunidad microalgal, puesto que la llegada de aguas cálidas, favoreció la presencia de especies termófilas y hábitos oceánicos, provenientes de Centroamérica y del área central del Pacífico.

De igual manera aquellas especies termófilas, que normalmente se reportan en el área, incrementaron

su número en relación con monitoreos anteriores y aquellas especies con requerimientos diferentes, disminuyeron su población o solo se registraron en sectores diferentes, donde las condiciones, especialmente de temperaturas menores, fueron aptas para su desarrollo.

El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer el resultado de los análisis desarrollados por el CCCP en su estudio permanente del comportamiento de las condiciones hidrobiológicas y en especial de productores primarios en relación con los cambios hidrometeorológicos.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la cuenca del Pacífico Colombiano, en la zona comprendida desde la frontera con Panamá (06° 30' 00" N) entre los meridianos 77° 40' 00" W y 82° 00' N, hasta la frontera con Ecuador (01° 30' 00" N); extendiéndose aproximadamente 3000 millas de aguas oceánicas. Los muestreos fueron realizados considerando una red de 71 estaciones oceanográficas (Fig 1) en 33 de las cuales se realizaron muestreos biológicos.

3. METODOLOGÍA

Las muestras se tomaron con botellas Niskin a profundidades estándar (0, 25, 50, 75, 100 y 150 m), tomando una submuestra de 500 ml con el fin de determinar la composición cuantitativa del fitoplancton, de igual manera se realizaron arrastres superficiales con red de 65 μ para la identificación de especies.

Las muestras son preservadas con una solución de formol al 4 %, lugol y glicerina, y almacenadas en el laboratorio para posterior análisis.

Los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se obtienen en el campo con un CTDO SEA BIRD ELECTRONICS. Para el caso del oxígeno se toma una muestra que es fijada a bordo, usando una solución de sulfato de manganeso y yoduro alcalina para su subsecuente análisis en el laboratorio por el método de **Winkler**.

El posicionamiento de las estaciones se verifica con la ayuda de un navegador por satélite.

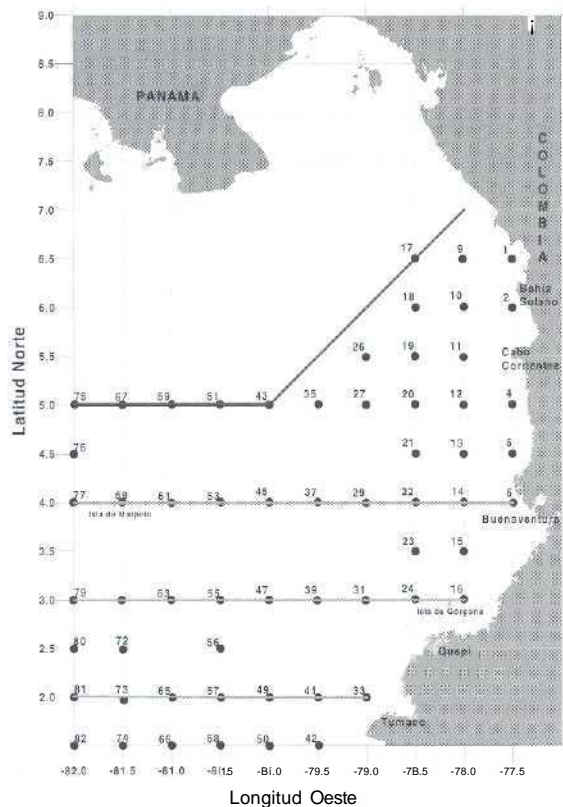


Fig. No. 1 Área de Estudio, Estaciones de Muestreo y Perfiles de Estudio en la Cuenca del Pacífico Colombiano

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crucero Pacífico XXVII – Erfen XXV. Mayo/97

Se identificaron en total 64 especies de diatomeas correspondientes a treinta géneros (ver tabla No. 1). Como especies nuevas se reportaron *Navícula directa* la cual presenta una distribución incierta (Hasle and Syversten, 1996) y *Palmeria hardman'tana* especie propia de aguas templadas a cálidas (Hasle and Syversten, 1996).

Con relación a la abundancia, se obtuvieron valores entre 20 - 140 Cel/ml (Fig. 2) registrándose sobre el sector costero valores entre 60 - 140 Cel/ml en especial sobre el sector sur, zona en la cual la TSM presentó valores de 28.4 a 28.5 °C.

Cabe anotar que la Ensenada de Tumaco, Isla Gorgona y Buenaventura fueron los sectores con mayor abundancia y número de especies. En todas las jornadas de muestreo, estos sectores muestran una alta diversidad de especies. Si se tiene en cuenta que la primera zona corresponde a un sector donde se recibe una alta descarga continental, sus altos valores de abundancia pueden explicarse por la exce-

lente disponibilidad de nutrientes, en especial sales nitrogenadas, fosfatos y silicatos.

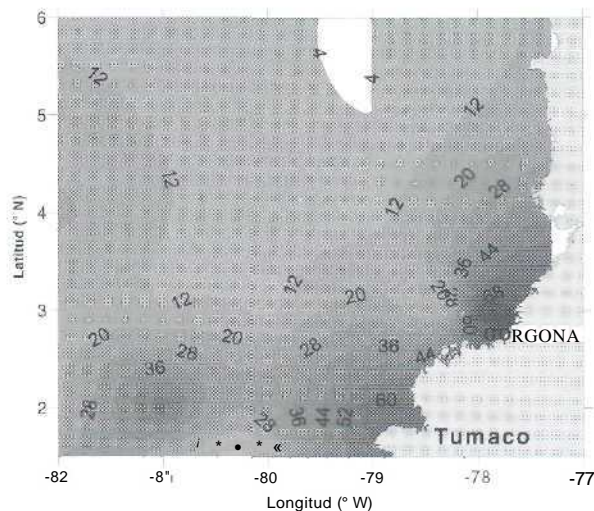


Fig. No. 2 Distribución Abundancias de Diatomeas (Cel/ml), Mayo/97

Normalmente esta zona registra en superficie, concentraciones de nitratos entre 1.2 - 4.3 $\mu\text{g-at/l}$, fosfatos en un rango de 1.0 - 1.5 $\mu\text{g-at/l}$ y silicatos con valores de 10 - 15 $\mu\text{g-at/l}$. Según Kivi (1993), el nitrógeno y el fósforo son los mayores limitantes del crecimiento fitoplanctónico y por tanto una alta concentración de los mismos favorece el crecimiento del fitoplancton. Por otro lado la región estudiada presenta un sistema de recirculación ciclónica que predomina en las zonas estructurales superficial e intermedia generando así una alta productividad (Stepanov, 1974).

Con respecto al sector de Isla Gorgona, su alta productividad puede explicarse por el "efecto de masas de islas" (Parsons et al, 1984) con el cual se genera una alta producción biológica cerca de islas o zonas ricas en nutrientes por turbulencias o surgencias locales.

El grupo de dinoflagelados mostró una amplia distribución a diferencia con lo hallado durante 1996 cuando se restringió al sector norte. Se identificaron en total 64 especies agrupadas en 23 géneros (ver tabla No. 2)

Adicionalmente se identificaron individuos de *Alexandrium tropicale*, con hábitos típicamente oceánicos, *Cladopixis brachiotata* y la especie cosmopolita *Polykrikos kofoidii*. La primera es de hábitos oceánicos y aguas cálidas, la segunda con las mismas exigencias, aunque también puede encontrarse en aguas templadas, finalmente la tercera es al pare-

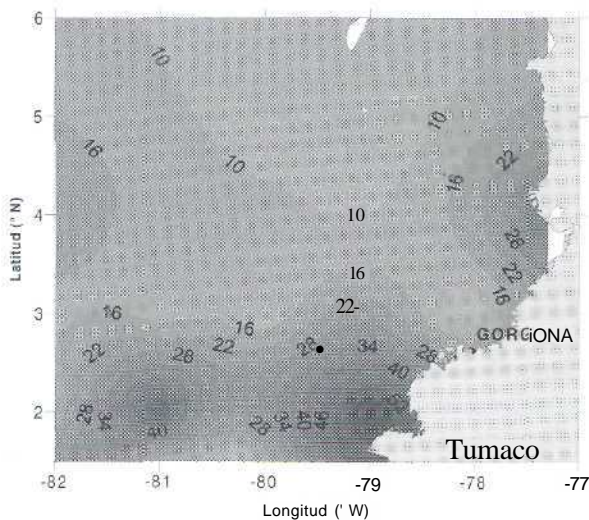


Fig. No. j Distribución Abundancias Dinoflagelados (Cel/ml) Mayo/97

cer cosmopolita de aguas templadas a tropicales (Steidinger y Tangen, 1996).

Durante este muestreo, se observó de manera excepcional, en las estaciones ubicadas entre 4° 30' N y el sector central, la presencia de *Prorocentrum mexicanum*, propia de ambientes nerfticos y estuarinos, con hábitos bentónicos a ticoplanctónicos y distribuida en aguas tropicales y subtropicales (Steidinger y Tangen, 1996). Su presencia en estas aguas puede explicarse desde el punto de vista hidrodinámico, debido a que durante el período de muestreo hubo evidencias de una corriente proveniente de Centroamérica bajo la influencia de la Corriente de California, que ingresó por la región norte formando un núcleo ciclónico (CCCCFJ 1998)

En comparación con los valores observados durante junio/96 con 19 géneros - 26 especies y octubre/96 14 géneros - 26 especies, se evidencia un incremento de las especies de dinoflagelados, que han sido estudiados en el Perú como indicadores del avance de aguas cálidas en relación con "El Niño". Rojas de Mendiola et. al (1985), afirman que el fitoplancton en épocas normales está constituido principalmente por diatomeas, mientras que durante eventos "El Niño", los dinoflagelados propios de aguas cálidas se acercan generalmente a la costa. Algunas de las especies reportadas como indicadoras de evento cálido son *Ceratium breve*, *C. extensum*, *C. longirostrum*, *C. trichoceros*, *Ceratocorys hórrida*, *Ornithocercus magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii* y *Protopeñidium elegans*.

En el área de estudio el comportamiento considerado como normal, con base en el monitoreo ininterrumpido desde 1995, evidencia una dominancia de las diatomeas especialmente en el sector costero. Dadas la dominancia de los dinoflagelados y especies típicas de aguas cálidas durante este período, se puede considerar este como año anormal, corroborando lo observado en aguas peruanas.

Durante el período analizado se encontraron abundancias en un rango entre 10-64 Cel/ml, especialmente sobre el sector sur, tanto en aguas oceánicas como costeras (Fig. 3). Los valores de temperatura en dichas áreas variaron entre 28.3 - 28.7 °C.

Crucero Pacífico XXVIII – Erfen XXVI Noviembre – Diciembre/97

Se identificaron para las diatomeas un total de 45 especies correspondientes a 21 géneros. A nivel de especie nueva se reporta la especie *Chaetoceros aequatorialis* (ver tabla No. 1)

La composición de especies en comparación con lo observado en los 2 cruceros de 1996, cuando se encontraron 30 géneros y 74 especies en el mes de junio, 38 géneros agrupando 78 especies en octubre y 30 géneros agrupando 64 especies en mayo/97; evidencia una tendencia al descenso durante finales del año 97.

Con relación a las especies de diatomeas más frecuentes y en comparación con lo reportado para el anterior fenómeno (1991- 1992), hay diferencia en las especies observadas, sobre todo a nivel de los géneros *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* y *Nitzschia* (Vizcaino, 1993). Con relación al género *Asteromphalus*, solo se menciona en este monitoreo, reportándose la presencia de especies como *A. brookei* y *A. elegans*; con relación a la primera Hernández-Becerril (1996) afirma, que es una especie de aguas frías, siendo su presencia en estas aguas y con temperaturas tan altas, algo extraño. Por su parte, según Hasle y Syvertsen (1996), *A. elegans* que una especie de la región cálida-tropical con hábitos oceánicos, por lo que su reporte en el área es lógico.

En general las especies identificadas son propias de aguas cálidas a templadas y de hábitos oceánicos (Hasle y Syvertsen, 1996), su presencia en el área es prácticamente permanente en un alto porcentaje, por lo que no es adecuado considerar exclusivamente a una sola de estas especies como posible indicadora de la ocurrencia de una anomalía térmica. Sin em-

bargo su comportamiento comunitario por otra parte, si evidencia cambios en el medio.

Rojas de Mendiola et al, (1985) caracterizaron los años "normales" con una dominancia del grupo de las diatomeas, especialmente especies como *Thalassionemanitzchoides*, *Skeletonemacostatum*, *Asterionella japónica* y *Chaetoceros*, de igual manera, caracterizan los años "anormales" con un predominio de los dinoflagelados, presentándose en las diatomeas un reemplazo de especies siendo desta-

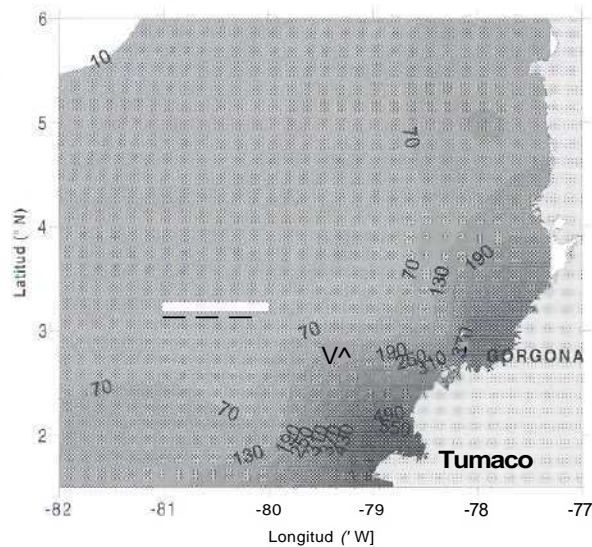


Fig. No. 4 Distribución Abundancias Diatomeas (Cel/ml) Noviembre - Diciembre/97

cadamente *Rhizosolenia castracaneii* y *Hemiaulassinensi*, que presentaron aumentos significativos en el número de individuos durante este período.

La abundancia fue mayor que la reportada en mayo/97 (4-136 Cel/ml), con valores entre 124 - 232 Cel/ml (Fig. 4). Al comparar con valores registrados en octubre/96 (30 - 140 Cel/ml) y aquellos de noviembre de 1994 (Garcés y Medina, 1996), considerado año normal (16 - 196 Cel/ml), se evidencia un incremento en la abundancia. Con relación a la distribución horizontal no se registró la restricción hacia el sector costero como en el mes de mayo. Sin embargo se registraron las mayores abundancias en relación con el área de influencia continental en especial el sector de Tumaco y el área de Isla Gorgona.

La abundancia de diatomeas, en relación con la temperatura durante esta época, mostró un comportamiento diferente al del mes de octubre/96 cuando los mayores valores de abundancia se registraron en el sector

costero con aguas menos cálidas (26.4 - 27.6 °C) al igual que el comportamiento presentado durante el mes de mayo/97, cuando se registraron los mayores valores de abundancia en el sector costero en relación con temperaturas entre 28.4 - 29°C

Los valores de temperatura superficial variaron entre 28 - 29.4 °C, evidenciándose principalmente un núcleo en el sector entre los 3° 00' - 4° 00' N y desde los 79° 00' W hacia la costa incluyendo el sector de Gorgona con temperaturas entre 28 - 29° C. Este comportamiento de la temperatura, se asoció con las máximas abundancias encontradas para el Pacífico Colombiano durante la época de muestreo (CCCR 1998)

La concentración de valores de abundancia en cierta área, puede deberse al efecto de las corrientes geostroficadas, las cuales presentaron el mismo comportamiento en ese sector, un núcleo anticiclónico el cual concentró aguas con abundancias notorias a pesar de los altos valores de temperatura (CCCP, 1998)

Con relación a los dinoflagelados, se identificaron en total 38 especies agrupadas en 12 géneros (ver tabla No. 2). A nivel de especies nuevas en los reportes se encuentra *Conyaulax jollifei*.

Se evidenció un notorio incremento en comparación con lo presentado en los 2 cruceros de 1996, donde se encontraron 19 géneros y 26 especies en el mes de junio y 14 géneros agrupando 26 especies, y una disminución en relación con el mes de mayo, cuando se registraron un total de 23 géneros y 64 especies.

Dentro de las especies mencionadas por Ochoa, Rojas de Mendiola y Gómez (1985) en la caracterización de "El Niño" 1982-83 se destacan: *Ceratocorys hórrida*, *Ceratium breve*, *Ceratium trichoceros*, *Protoperidinium elegans* y *Qmithocercus quadratus*, estas especies estuvieron presentes en las muestras analizadas y se encontraron distribuidas en toda el área del Pacífico colombiano.

Se destaca la presencia de *Gonyaulax jollifei*, la cual de acuerdo con Balech (1988), es una especie oceánica y termófila. En general las especies reportadas son de hábitos oceánicos y de aguas cálidas (Balech, 1988; Hallegraeff y Lucas, 1988; Larsen y Moestrup, 1992; Steidiger y Tangen, 1996).

Los valores de abundancia se encontraron entre 42 - 232 Cel/ml; registrándose los mayores en la región sur costera y principalmente en el sector comprendido entre los 1° 30' - 4° 00' N y desde los 80° 00' W hacia la costa; los menores valores se registraron en el

sector norte, por encima de los $4^{\circ} 30'$ Norte (Fig. 5).

Los mayores valores de abundancia se presentaron en relación con las mayores temperaturas ($28.8 - 29.4^{\circ}\text{C}$). La distribución horizontal registró un comportamiento similar al de las diatomeas, debido a la influencia de la corriente proveniente del Ecuador que se desplazó paralela a la costa (CCCP, 1998) con un efecto anticiclónico en el sector comprendido entre los $3^{\circ} 00' - 4^{\circ} 30'$ N donde se registraron las mayores abundancias.

Se evidenció al igual que en el mes de mayo, una cobertura total del área, y con abundancias notoriamente mayores a las registradas durante ese mes. Este comportamiento se asoció con el fenómeno en desarrollo en comparación con lo registrado durante 1996, período en el cual se encontraron en forma muy escasa y solamente en el sector norte de la región.

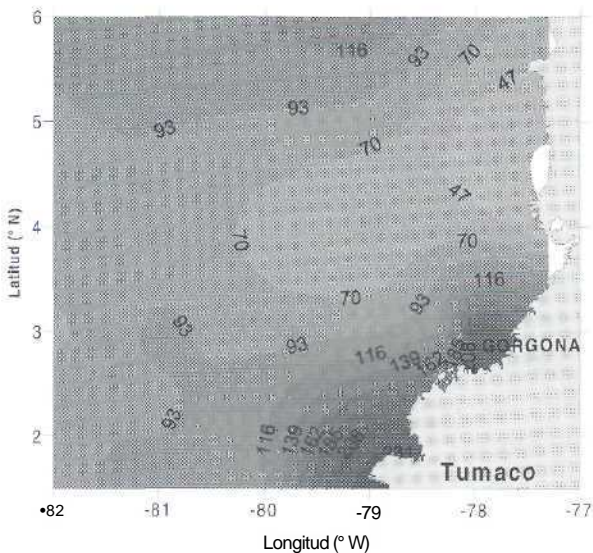


Fig. No. 5 Distribución Abundancias de Dinoflagelados (Cal/ml) Noviembre - Diciembre/97

De acuerdo con Vizcaino (1993), durante el fenómeno El Niño de 1991 se presentó una amplia cobertura de dinoflagelados, en comparación al grupo de las diatomeas, lo cual evidenció el carácter de indicador de este grupo. Chávez (1987), citando a Lavalle y García (1917), comenta que durante el desarrollo del Niño de 1917, se registró un comportamiento similar para el área ecuatorial, caracterizándose por la dominancia del dinoflagelado *Gymnodinium splendens*, caso igual al Niño de 1976. Sin embargo para 1982, en la estación fija de Paita, no se evidenció un incremento de este grupo en particular, pero si menciona que la abundancia de diatomeas decayó notoriamente.

El incremento de las poblaciones de dinoflagelados en el área en relación con valores altos de temperatura, evidencia de mejor manera la relación aumento temperatura - aumento abundancia, siendo esto característico en situación de ocurrencia del evento cálido.

Crucero Pacifico XXIX - Erfen XXVII. Mayo/98

El grupo de las diatomeas reportó 39 géneros identificándose un total de 86 especies (ver tabla No. 1). Con relación a especies nuevas se reportó la presencia de *Asteromphalus arachne*, esta especie no había sido registrada en ninguno de los muestreos anteriores. En comparación con lo registrado en 1996 durante "La Niña" (30 géneros - 74 especies en junio/96 y 38 géneros - 78 especies en octubre/96) y 1997 durante el desarrollo del Evento Cálido (30 géneros - 64 especies en mayo/97 y 21 géneros - 45 especies en nov-dic/97), se presentó un incremento del número de géneros y especies, lo cual indicó un cambio de las condiciones del medio evidenciándose las últimas anomalías de "El Niño" y el desarrollo de un proceso de normalización.

Los valores de TSM variaron entre 29° y 30.4°C . Estas condiciones cálidas para las especies se reflejaron en relación con las abundancias en forma inversa. Al comparar los valores máximos de abundancia se encontraron en el área de Gorgona abundancias entre 422 - 842 Cel/ml (Fig. No. 6) en relación con valores promedio de temperatura entre $29.1 - 29.5^{\circ}\text{C}$. Sobre ese sector se observó un núcleo más frío que se extendió hacia el sur cubriendo la zona de Tumaco.

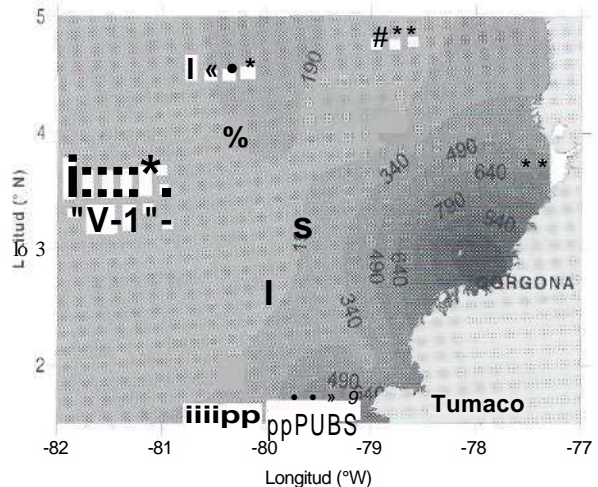


Fig. No. 6 Distribución Abundancias Diatomeas (Cel/ml) Mayo/98

De acuerdo con el análisis de las corrientes ICCCP, 1998), se presentó la intensificación de la Contracorriente Ecuatorial (a cual desplazó aguas del sector central del Pacífico Ecuatorial hacia la zona de estudio, reflejando las últimas anomalías del Evento Cálido. De igual manera se resalta el efecto de la corriente costera del Perú la cual influenció el sector sur costero de la zona, manteniendo máximos de abundancia sobre esta zona.

El grupo de los dinoflagelados registró en total 23 géneros con un total de 76 especies identificadas (ver tabla No. 2)

En comparación con lo reportado durante 1996 (19 géneros - 26 especies en junio/96 y 14 géneros - 26 especies en octubre/96) se observó un número tanto de géneros como de especies mayor. Durante 1997 se presentó un incremento notorio de este grupo en relación con la llegada de aguas cálidas procedentes del Pacífico Central (23 géneros - 64 especies en mayo/97 y 12 géneros - 38 especies en nov-dic/97) esto en comparación con lo registrado para este crucero, es menor corroborando el cambio de composición de las comunidades y la permanencia de condiciones aceptables para la presencia de especies de este grupo en el área.

En su mayoría las especies reportadas corresponden a especies de agua cálidas y la composición especiológica evidencia la dominancia de especies de aguas cálidas reportadas durante la ocurrencia de eventos "El Niño" en otros países. (Balech, 1988; Ochoa, Rojas de Mendiola y Gómez, 1985; Vizcaino, 1993).

La distribución de las abundancias (Fig. No. 7) evidenció un agrupamiento en el sector comprendido desde los 80° N hacia la costa y los 1° 30' - 5° 00' N. Los valores registrados estuvieron entre los 126 - 309 Cel/ml en relación con temperaturas entre los 29.5 - 29.7 °C.

Las corrientes mostraron sobre el sector de estudio un desplazamiento en tres direcciones. Una parte hacia la Ensenada de Tumaco, otra hacia Gorgona y una tercera hacia el norte paralela a la costa (Fig. No. 22). Nuevamente se corrobora el efecto de esta

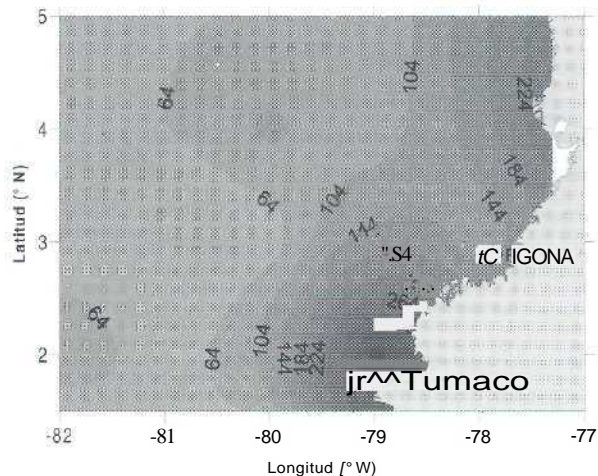


Fig. No. 7 Distribución Abundancia de Dinoflagelados (Cel/ml) Mayo/98

circulación sobre la distribución de las abundancias (Fig. No. 36) presentándose una mayor concentración celular sobre los sectores de influencia de estas tres ramas.

5. CONCLUSIONES

El cambio de la composición microalgal en la zona del Pacífico Colombiano, se debió al ingreso de aguas provenientes del Pacífico Ecuatorial Central, con temperaturas y salinidades más altas, transportando especies con requerimientos diferentes, hábitos oceánicos y termófilas.

La dominancia del grupo de los dinoflagelados durante el desarrollo del fenómeno "El Niño" corrobora su carácter de indicador biológico de la ocurrencia de eventos cálidos.

La distribución y especialmente la tendencia a registrarse áreas de mayores abundancias, se debe principalmente al efecto de las corrientes geostróficas, las cuales presentaron un carácter ciclónico, generando una zona de concentración de microalgas a nivel superficial.

La presencia de la especie *Prorocentrum mexicanum* corroboró el desplazamiento de la Corriente de California hacia el sector norte del Pacífico Colombiano.

- BALECH, E. 1988. *Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental*. Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía. 310 pp.il
- CENTRO CONTROL CONTAMINACIÓN DEL PACÍFICO. 1998. *Estudio del comportamiento hidrológico y fitoplanctónico del Pacífico Colombiano durante los cruceros oceanográficos de 1997 y de la Ensenada de Tumaco en el período enero - diciembre/97*. Informe Final CCCR Tumaco, Colombia
- CHÁVEZ, F. 1987. *El Niño y la Oscilación del Sur*. Revista Investigación y Ciencia No. 128. Barcelona, España.
- GARCÉS, L. Y L. MEDINA. 1996. *Evaluación de las especies reportadas como indicadores biológicos para el Fenómeno el Niño, en el Pacífico Colombiano*. Tesis de Grado. Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- GÓMEZ R. 1994. *Comportamiento del Océano Pacífico Colombiano Durante la Ocurrencia del Fenómeno El Niño el Antiniño y la Condiciones Normales*. Tesis de Grado.
- GRANT, M. 1993. *Principies of Oceanography*. Prentice Hall. USA. 230 pp.il
- HALLEGRAEFF, G and LA, LUCAS. 1988. *The marine dinoflagellate genus Dinophysis (Dinophyceae): photosynthetic, neritic and non-photosynthetic, oceanic species*. Phycology (27): 25-42.
- HASLE, G AND E. SYVERTSEN. 1996. *Marine Diatoms. In: Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, Inc. USA
- HERNÁNDEZ-BECERRIL, D. 1996. *The genus Asteromhalus: further studies of some little-know species and comments on its taxonomy*.
- KIVI, K. 1993. *Nutrient limitation and grazing control of the Baltick plankton community during annual sucesion*. *Limnol Oceanogr.* 38(5): 893 - 905
- LARSEN,) AND O. MOESTRUR 1992. *Potentially Toxic Phytoplankton. Gcnus Dinophysis (Dinophyceae)*. ICES Identification Leaflets for Plankton. / A. LINDLEY Editor. Copenhagen.
- MONASTERSKY, R. 1997. *El Niño Cathers steam in the Pacific*. *Science News Magazine. Section: Earth Science*. August 2/97
- OCHOA, B; ROJAS DE MENDIOLA, B Y O. GÓMEZ. 1985. *Efectos del Fenómeno "El Niño" sobre el Fitoplancton. "El Niño" Su impacto en la Fauna marina*. Boletín instituto del Mar del Perú: 23-31. Callao, Perú.
- PARSONS ET AL. 1984. *Biológica! oceanographic processcs*. PERGAMON Press 3rd Edition. England 330 pp.il
- ROJAS DE MENDIOLA, B; O. GÓMEZ y B. OCHOA. 1985. *Identificación del Fenómeno "El Niño" a través de los Organismos Fitoplanctónicos. "El Niño" Su impacto en la Fauna marina*. Boletín Instituto del Mar del Perú: 23-31. Callao, Perú.
- STEIDINGER, K. AND J, WILLIAMS. 1970. *Dinoflagellates: Memoirs of the Hourglass Cruises. Marine Research Lahoratory*. Florida Departament of Natural Resources. St. Petersburg, Florida. USA.
- STEIDINCER, K. AND K. TANGEN. 1996. *Dinoflagellates In: Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press. USA
- VIZCAÍNO, Z. 1992. *Fitoplancton del Pacífico Colombiano como indicador biológico del Fenómeno El Niño*. Tesis de grado. Facultad de Biología. Universidad del Valle. Cali, Colombia.

