

## RELACION CLIMATOLOGICA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL PACIFICO COLOMBIANO SOBRE EL FITOPLANCTON MARINO DURANTE EL NIÑO 1991-92

Por: FRANCISCO CASTILLO\*  
DAVID OSORIO\*\*

### RESUMEN

El análisis se llevó a cabo en el área geográfica para el ERFEN comprendida entre los 2° lat. N, a los 6° lat. N y 82° W, específicamente en las zonas al norte del Pacífico colombiano (Cabo Corrientes), Perfil Buenaventura-Maipelo y Perfil Tumaco, estudiándose el fitoplancton superficial en las dos épocas características del Pacífico y tomándose como referencia los datos históricos existentes.

Se presenta la incidencia del parámetro ambiental como es la temperatura sobre la distribución de un ecosistema marino como es el fitoplancton marino superficial observándose, que las especies identificadas como los indicadores biológicos del fenómeno "El Niño" coincidieron con el inicio de las anomalías térmicas indicativas de la evolución de un evento cálido; igualmente, con los datos obtenidos se visualizó que la composición del fitoplancton encontrada durante el período de estudio, refleja una mezcla de elementos con amplitud ecológica muy diversa, reflejando aguas de diferente procedencia: costera y oceánica.

Se aporta mayor información con el fin de complementar los conocimientos sobre los organismos indicadores que detectan en forma temprana los cambios ambientales producidos por el fenómeno "El Niño" y de esta forma, completar los estudios físico-químicos y pesqueros permitiendo dar aproximaciones en la orientación de políticas en las actividades que podrían verse afectadas, tales como estrategia pesquera, medidas sobre acuicultura, decisión de mercadeo, manejo de recursos hidrobiológicos, etc.

\*Biólogo Marino Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas

\*\* Biólogo Marino. Inderena Regional Cartagena.

RELACION CLIMATOLÓGICA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL  
PACÍFICO COLOMBIANO SOBRE EL FITOPLANCTON MARINO  
DURANTE EL NIÑO 1982

**ABSTRACT**

The analysis was done in the geographical area of the ERFEN comprehended between 2° N and 6° N and 82° W, specifically in the zones north of the Colombian Pacific (Cabo Corrientes), Line Buenaventura-Malpelo, Line Tumaco, studying surface phytoplankton in two seasons characteristic to the Pacific and having the reference of existing historic data.

The presence of the environmental parameter temperature on the distribution of a marine ecosystem as the surface marine phytoplankton showed, that the species identified as biological indicators of the "El Niño" coincide with the beginning of the indicative thermal anomalies of the evolution of a hot event; also phytoplankton found in the study period, show a mixture of very different elements with an ample ecological composition, indicating waters of different origin, coastal and oceanic.

More information is presented with the aim of complementing the knowledge on the environmental changes made by the "El Niño" and in this way, complete the physical-chemical and fisheries analysis allowing approximations in the orientation of activities that could be affected, like fisheries strategies, measures in aquaculture, market decisions, management of hydrological resources.

**1. INTRODUCCION**

El fenómeno "El Niño", conocido como una condición oceánica anómala que se presenta a intervalos de tiempo irregulares, frente a las costas occidentales de América del Sur y en una extensión que puede alcanzar hasta los 180 grados de longitud Oeste, es responsable de una compleja y variada serie de efectos meteocéanográficos 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 socio-económico importante sobre los países de la costa occidental suramericana (CPPS, 1986).

La presente investigación se enmarca dentro del programa vertical "Ecosistemas Marinos" y en el área "Ambiental y Desastres Naturales" de acuerdo

con el Plan de Desarrollo y Tecnologías del Mar en Colombia 1990-2000 (PDCTM). Con el presente estudio, se contribuye a mejorar y actualizar en forma específica (cualitativa y cuantitativamente) el componente del fitoplancton como indicador biológico de anomalías oceanográficas que es muy incipiente en nuestro Pacífico, caracterizando corrientes marinas propias del Pacífico relacionadas con las diferentes etapas de "EL NIÑO" en sus diferentes grados de madurez.

**2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

El área geográfica del estudio hace parte de la Ensenada de Panamá, ubicada en los 5 y 6° de

latitud norte y hacia el oeste desde las costas de Panamá, Colombia, Ecuador hasta aproximadamente la longitud de 81° Oeste. De acuerdo con Wooster (1959) y Andrade (1986), los modelos de la circulación indican que esta zona normalmente es sometida a la influencia de la corriente ciclónica de Colombia (Figura 1).

Para la toma de muestras superficiales de fitoplancton se utilizó una red cónica simple con ojo de malla de 64 micras, efectuándose el muestreo circular a una velocidad de 2 nudos, durante un tiempo aproximado de 10 minutos (CPPS, 1978-1983-1986-1987).

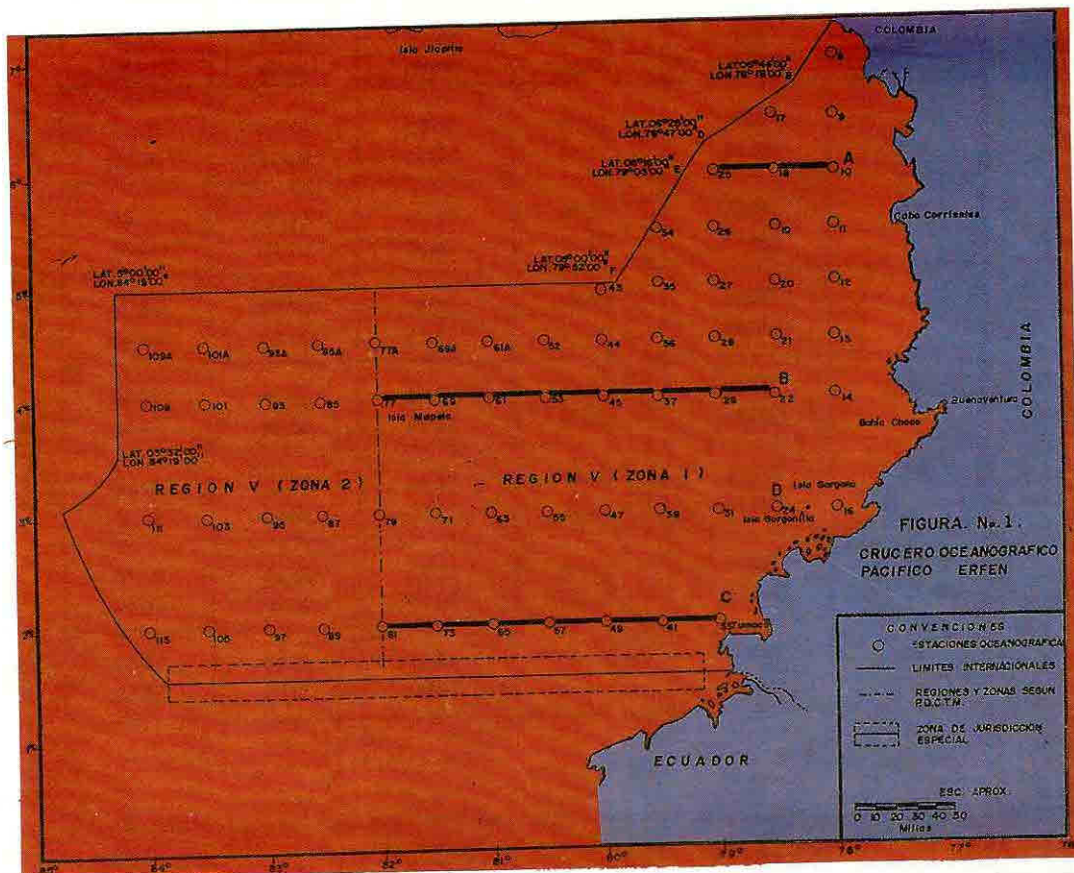


FIGURA. No. 1.  
CRUCERO OCEANOGRAFICO  
PACIFICO ERFEN

PERFIL	No. ESTACION	EPOCA	SEP-OCT/90	MAR-ABR/91	SEP-OCT/91	MAR-ABR/92
		PARAMETRO				
A	10	TEMP.	26.80	28.30	27.00	26.30
		SALIN.	30.99	29.83	31.60	33.50
	18	TEMP.	26.90	26.60	27.00	27.30
		SALIN.	29.90	31.10	31.60	33.40
	25	TEMP.	26.90	25.40	27.50	26.30
		SALIN.	30.41	32.10	31.74	33.30
B	22	TEMP.	27.00	27.80	27.00	27.00
		SALIN.	32.85	33.35	31.60	32.80

Cont.

Continuación Tabla 1.

PERFIL	No. ESTACION	EPOCA	SEP-OCT/90	MAR-ABR/91	SEP-OCT/91	MAR-ABR/92
		PARAMETRO				
B	37	TEMP.	26.90	25.20	27.00	27.10
		SALIN.	33.24	34.20	31.50	32.60
	53	TEMP.	26.80	29.20	27.00	27.70
		SALIN.	33.32	34.60	31.40	32.90
61	TEMP.	26.90	29.20	27.10	27.10	
	SALIN.	33.51	34.22	33.60	34.60	
69	TEMP.	27.70	27.30	27.00	27.70	
	SALIN.	33.93	34.68	31.30	34.50	
C	33	TEMP.	27.80	27.80	27.00	28.20
		SALIN.	33.70	33.78	33.64	33.65
	41	TEMP.	27.60	27.80	27.00	28.00
		SALIN.	32.32	34.10	33.40	33.52
65	TEMP.	26.00	27.50	26.50	27.20	
	SALIN.	33.46	33.71	34.21	35.60	
81	TEMP.	27.10	27.80	26.60	27.40	
	SALIN.	33.50	33.70	34.20	34.41	
D	24	TEMP.	-	28.20	27.00	22.90
		SALIN.	-	33.80	30.00	35.44

Tabla 1.

Salinidad y temperatura superficial durante las cuatro épocas de estudio en el Pacífico colombiano.

En cada estación simultáneamente, se obtuvieron datos de salinidad (p.p.m.) y temperatura (°C). En el caso de la temperatura y salinidad, tanto superficial como de profundidad se tomaron con un perfilador de conductividad - temperatura CTD, así como con un equipo Hewlett Packard 85B Bathy Systems Modelo SA-810 XBT Controller (Tabla 1).

Asimismo se realizaron estimativos de la precisión de los conteos a nivel de perfil, registrándose valores promedio de células contados (especies de fitoplancton), que oscilaron entre promedios de 28 y 77 células y cuyas desviaciones variaron entre 9 y 26 células, respectivamente, con 95% de confiabilidad.

Estos resultados se obtuvieron a partir de la

metodología propuesta por Elliot 1971; la cual se basa en el cálculo y aplicación del error estandar de la media, cuando el (N) muestral es superior a 30 unidades, con límites de confianza del 95% así :

PERFIL	X	D.S.	D.S.-	D.S.+
A	27	9.3	18.37	37.03
B	43.5	22.54	80	66
C	75.15	35.81	39	110
D	76.59	22.57	54.06	99.17

Para la distribución cualitativa se tomó el porcentaje de las especies del total de dinoflagelados encontrados por estación, teniendo en cuenta las especies más comunes de cada época estudiada (Mendiola et al, 1980 y Pensantes, 1978).

Para el análisis estructural de las diferentes comunidades fitoplanctónicas registradas a nivel de estación y de perfil, se aplicó el índice de diversidad de Shannon y Weaver (1963) y Margalef 1980. Adicionalmente se complementó este análisis a partir del índice de diversidad máximo (IDM) y el índice de proporcionalidad (IP) para las densidades específicas en las diferentes estaciones analizadas con las siguientes ecuaciones:

Índice de Diversidad S.W:

J

$$H' = \sum_{i=1}^J (n_i/N) \log (n_i/N), \text{ donde :}$$

i = 1

- H' = Índice de diversidad Biológica
- n<sub>i</sub> = Número de individuos de una especie i
- N = Número total de individuos en el muestreo
- J = Número de especies hallados en cada muestreo

Índice de Diversidad Máximo : Log (N)

Índice de proporcionalidad : H'/log (N)

La diversidad máxima hace referencia al máximo nivel equifrecuente y proporcional de las diferentes especies que podrían integrar y soportar un ecosistema determinado. De otra parte el índice de proporcionalidad, equidad y/o uniformidad analiza

el grado de homogeneidad frecuencial de las diferentes especies de una comunidad dada. Es así que, cuando un (IP) tiende a 1, las composiciones porcentuales por especie son más equifrecuentes y proporcionales, es decir denotan una distribución más homogénea y al contrario; por consiguiente en el primer caso se registran los mayores niveles de diversidad. De otra parte, se realizó un análisis de regresión respecto a la variación de los gradientes de diversidad fitoplanctónica con relación al distanciamiento de la costa, encontrándose un comportamiento que la enmarca dentro de una función exponencial  $Y = be^x$  con correlaciones para los perfiles A,B,C de 0.397, 0.733 y 0.972, respectivamente (Elliott, 1971).

### 3. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### 3.1 ASPECTOS FISICOS

**3.1.1 Temperatura.** Para la época de septiembre-octubre/90, la principal característica de la temperatura superficial al oriente del Pacífico Ecuatorial es la existencia de una lengua de agua fría proveniente del sur, con valores mínimos de 26.1°C; esta lengua de agua alcanza los 3°N y longitudinalmente se desplaza hasta 80°W, esto

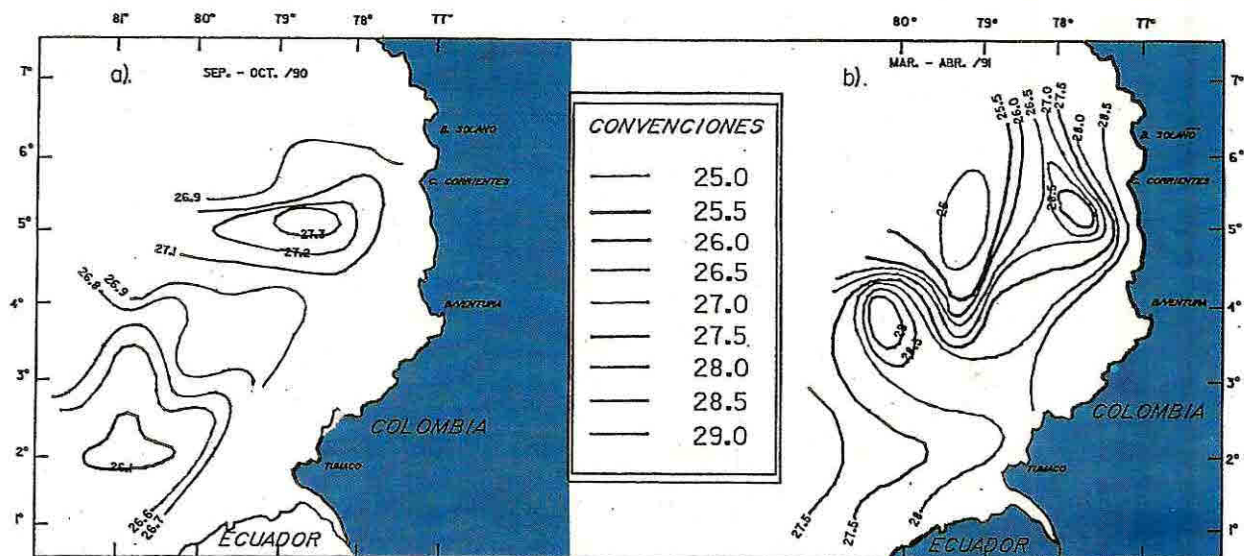


Figura 2.

Temperatura superficial del mar durante los cruceros ERFEN XIV (sep-oct/90) y ERFEN XV (mar-abr/91) (Mejorado de Cabrera, 1991. Fuente: Vizcaino/ Castillo 1992.

PERFILES	DIVERSIDAD	MAXIMA	PROPORCIONALIDAD
A	4.189	5.214	0.803
B	3.728	5.308	0.702
C	3.578	4.727	0.757
D	3.724	4.522	0.824

Tabla 2.

*Diversidad específica máxima e índice de proporcionalidad para los diferentes perfiles estudiados en el Pacífico colombiano.*

sobre el paralelo 2°N (Tabla 2 y Figura 2a).

Se nota la persistencia de un frente térmico en esta época del año, este frente de carácter oceánico está limitado por la isoterma 27°C. (Figura 2a).

Para la época de marzo-abril/91, al norte de la región observada se presenta el calentamiento de las aguas y esto se debe a que estas son aguas de superficie ecuatorial, los valores máximos se dan en la zona costera (28.5°C) y en el núcleo térmico con centro en 78°W - 5°N., la cual a su vez demarca el límite de aumento de temperatura que va paralelo a la costa (Figura 2b).

Se nota claramente el área de acción de los vientos NW que traen aguas oceánicas más cálidas acercándolas al centro del área observada.

En la época húmeda del año 1991 (septiembre-octubre), se registró calentamiento en las aguas de superficie con incremento de 1 a 1.5°C (Figura 3a).

El frente térmico se encuentra demarcado por la isoterma 27.5°C y alcanzó 6°N.

Para marzo y abril 1992, al analizar los datos obtenidos con base en los registros de la temperatura superficial del agua mar (TSM), se observaron altos valores de este parámetro (alrededor de 29.0°C) en el sector suroccidental del área estudiada entre las longitudes 80 - 84° W, y núcleos de 28°C en la parte noroccidental de Isla Gorgona. Esto indica que una masa de agua más cálida está ingresando por el lado occidental como parte de la contracorriente Ecuatorial e impulsada por los vientos predominantes del W y NW así como la

presencia de una onda Kelvin costera (Figura 3b). Se podría esperar que con la normalización del flujo del viento del Este, las condiciones tenderán a estabilizarse desde la costa hasta 120 millas náuticas, mar afuera.

De acuerdo con Ñañez, 1992, para el área comprendida entre Buenaventura e Isla Gorgona, se observa alta estabilidad térmica en esta región, con valores que alcanzan 4.0°C por encima de lo normal y a su vez son los más altos de toda el área de muestreo (Figura 3b), que garantizan el proceso de convección en la atmósfera y esto se puede observar claramente en los registros meteorológicos para esta región. La zona occidental, comprendida entre latitudes 03°00' - 05°00' N. y longitudes 80°00' - 82°00' W.; abarca las estaciones 44 hasta la 53 (número de código), entre el 01 y 05 de abril (Figura 1). En esta zona se registraron los valores más altos de temperatura en la superficie del mar, que se encuentra en forma de núcleos y alcanzan 29.0°C y 29.5°C (Figura 3b). Se observa que estos centros de alta temperatura se encuentran rodeados por la isoterma de 28.0°C que es la característica de esta zona. Estos valores son anómalos para esta región, y se encuentran en el orden de 2.0°C por encima del promedio. La isoterma 28.0°C no atraviesa el meridiano 80° y su ingreso lo hace en forma de lengua que está demarcado por el comportamiento del viento con dirección predominante norte, noroeste y velocidad promedio de 2.66 m/s.

La zona sur se ubica entre las latitudes 1°30' - 3°00' N y las longitudes 78°30' - 82°30' W, cubriéndose en el período del 12 al 15 de abril. Esta zona presenta valores de temperatura en la superficie marina que van desde 26.5° hasta 28.0°C,

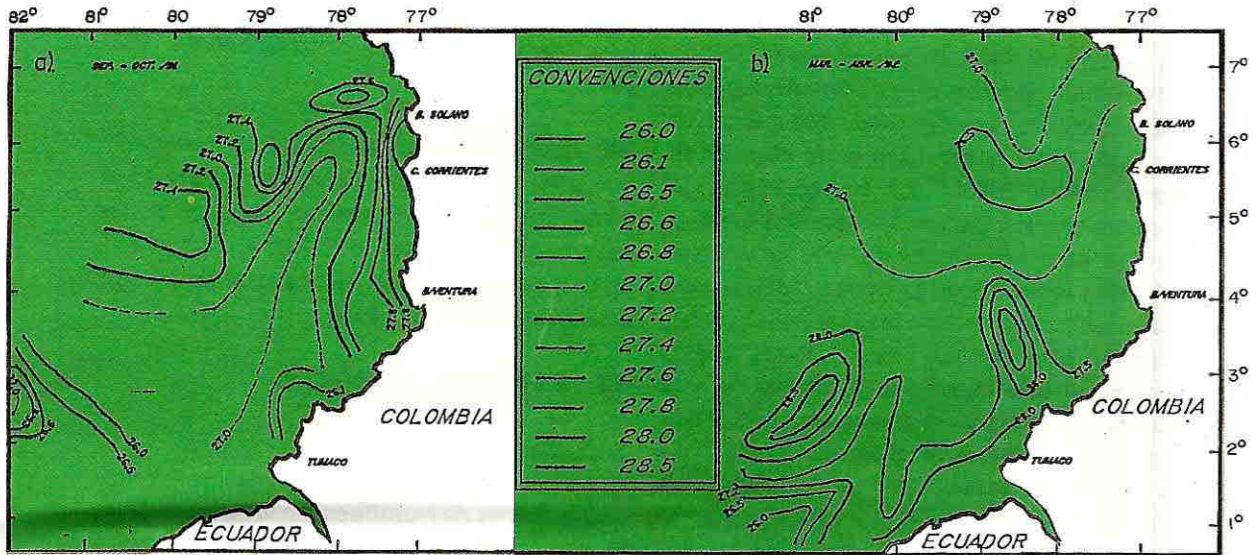


Figura 3.

Temperatura superficial del mar durante los cruceros ERFEN XVI (sep-oct/91) y ERFEN XVII (mar-abr/92) (Mejorado de Cabrera, 1991. Fuente: Vizcaíno/ Castillo 1992).

siendo el primer valor normal para la región y el segundo anómalo, la isoterma de 28.0°C se encuentra circundando la parte continental, y se observa claramente que una lengua de agua relativamente fría entra por el sur, con características de frente térmico. Temperatura: Con base en los resultados expuestos se observa que durante septiembre y octubre de 1990, las condiciones fueron normales teniendo como referencia la temperatura y salinidad superficial donde normalmente para esa época se presenta una lengua de agua fría con valores de 26.1°C y que se ubica a una latitud de 3°N.

Para marzo y abril de 1992 se observaron altos valores de temperatura superficial alrededor de 29.0°C en el sector suroccidental del área estudiada entre longitudes 80° y 84°W y núcleos de 28°C en la parte noroccidental de la Isla Gorgona; este comportamiento, mostró que la estructura de la surgencia que tiene lugar alrededor de la Isla Gorgona físicamente no fue detectada.

Es de anotar que la localización de barcos atuneros y camaroneros ubicó el recurso pesquero en el Norte, en áreas localizadas entre los 6° y 7°N y 78°

y 79°W donde las temperaturas oscilaron entre 26.3°C y 27.3°C., indicando como el factor ambiental (temperatura) incide en el recurso biológico hasta ese nivel tráfico.

### 3.2 ASPECTOS METEOROLOGICOS

Las condiciones meteorológicas para el área, en 1990-1991, ubicaron la zona de convergencia intertropical más al Norte de lo normal, generando un atraso del inicio de la época de lluvias en el Sur de Colombia y que coinciden con el Litoral Ecuatoriano (HIMAT, 1992).

En la época seca de 1991, el cielo estuvo cubierto por nubes del tipo Cumulos y Estratocumulos; a partir del meridiano 75° 00'W, el cielo mantuvo un promedio de 4/8 de cubrimiento hacia el Sur del Pacífico colombiano.

Las temperaturas extremas descritas oscilaron entre 25.8°C y 28.0°C y la humedad relativa ente 60-80%. En términos generales, el viento permaneció en calma durante un 80% de las observaciones. El estado del mar osciló entre 0 y 1 de acuerdo con la escala Beaufort.

Para marzo-abril 1992, durante el evento El Niño 1991-1992 de acuerdo con los boletines emitidos por los organismos internacionales especializados tales como "BAC" y con base en la información obtenida por el HIMAT con su red básica de estaciones meteorológicas, se efectuó un análisis sobre el comportamiento de los parámetros oceánicos y atmosféricos en la cuenca del Pacífico tropical asociados con el evento ENOS (El Niño-Oscilación Sur) durante estas últimas cuatro semanas, el cual muestra al fenómeno en una etapa de Pleno Desarrollo con características que ubican su intensidad entre moderada y fuerte y con una ligera tendencia a convertirse en un evento de carácter intenso (Figura 4). Parámetros como el índice de oscilación Sur, de carácter atmosférico, inducen a esta última conclusión: Los mayores valores del índice durante el evento intenso de 1982-1983 oscilaron entre -3.0 y -3.5 durante cuatro meses, caracterizándolo como el mes intenso de lo que va corrido de este siglo. En el actual, el índice ha presentado valores de -3.4 en enero y -3.0 en marzo, siendo también los mayores desde 1935, año desde el cual se tienen estadísticas. De otra parte, el índice de radiación de onda larga saliente, muestra ya anomalías de 50 watt/m<sup>2</sup> en el Pacífico central (60 watt/m<sup>2</sup> en 1982-1983), indicando con ello procesos convectivos fuertes sobre esta área y por ende el desplazamiento hacia el Este de la celda de Walker (Montealegre, 1992).

El debilitamiento de los vientos Alisios del Este sobre toda la cuenca del Pacífico tropical es, en este momento, superior al ocurrido en el evento moderado de 1987 y presenta, anomalías del Oeste, cercanas a 9 m/s como ocurrió en 1982-1983.

A nivel oceánico, los parámetros indicadores ubican el actual evento entre moderado y fuerte. Es así, como la desviación de temperatura superficial del mar no sobrepasa todavía de manera determinante los valores medios en 2°C a lo largo de la cuenca (en 1982-1983, las anomalías fueron del orden de 1.5°C en la parte Occidental, 3°C en la Central y algo más de 4°C en el sector Oriental). El nivel del mar presenta en marzo 1992 anomalías positivas alrededor de 15 cms en longitudes cercanas a los 110° W, las cuales llegarían a 20 cms o algo más,

en las próximas semanas, frente a las costas Ecuatorianas y Peruanas, como ocurrió en 1982-1983.

Estos últimos dos parámetros reflejan claramente el avance de las ondas Kelvin generadas en el sector Occidental de la cuenca hacia las costas sudamericanas, como lo indica igualmente la profundización a más de 50 metros de la isoterma de 20°C en ésta última área.

### 3.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS

#### *Diatomeas:*

Al evaluar el fitoplancton marino estudiado en las cuatro épocas de muestreos en lo referente a las diatomeas, es importante destacar la abundancia y diversidad de especies de diatomeas en la estación 24 (Isla Gorgona), representadas por: Chaetoceros lacinosos, Chaetoceros lorenzianus, Skeletonema costatum, Ditylum brightwellii; las cuales se asocian como indicadores de aguas de temperaturas de 26.0 grados centígrados y que correspondieron a la zona donde las temperaturas fueron más bajas comparadas con todas las demás regiones muestreadas; lo que puede indicar la posible surgencia que se presenta en dicha área y que puede estar asociada a la aparición de ballenatos para dicha época en el Pacífico colombiano; situación que fue muy característica para la época húmeda de 1991 y que fue totalmente diferente para marzo y abril de 1992.

#### *Dinoflagelados:*

Las especies encontradas, concuerdan con las temperaturas observadas en la región del Pacífico por ser indicadores de aguas tropicales y oceánicas para valores de 28 grados centígrados en adelante. Durante los meses de sep-oct/91 se registraron temperaturas entre 26.0 y 27.5 grados centígrados en el área del Pacífico colombiano, y acuerdo a Cabrera y Nañez 1991, se nota claramente el área de acción de los vientos NW que traen aguas oceánicas más cálidas acercándolas al centro del área estudiada.

Esto es confirmado por la presencia de gran variedad de especies fitoplanctónicas del género Ceratium, indicando influencias de aguas oceánicas cálidas como fue el caso de las especies Ceratium



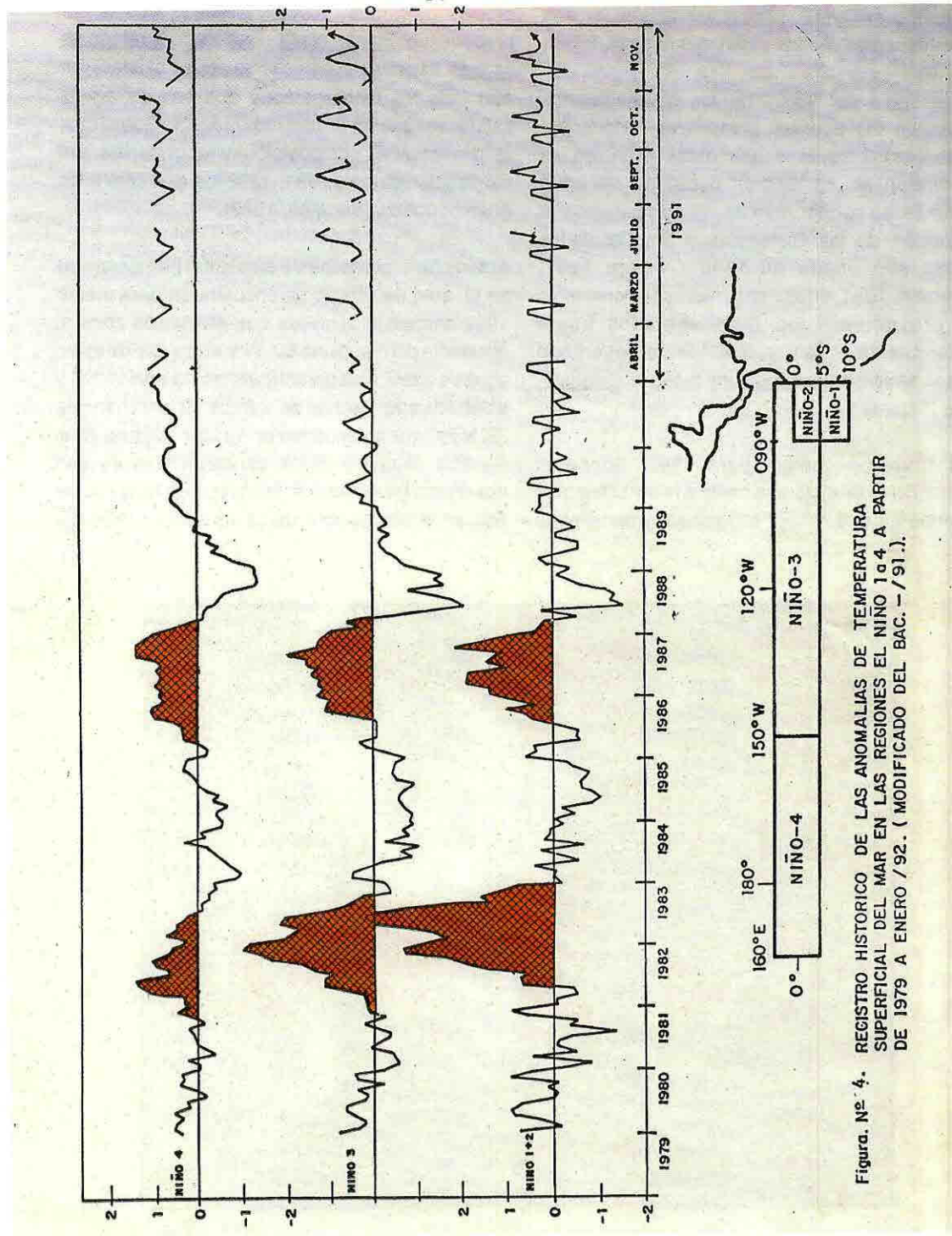


Figura. N° 4. REGISTRO HISTORICO DE LAS ANOMALIAS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN LAS REGIONES EL NIÑO 1 a 4 A PARTIR DE 1979 A ENERO / 92. ( MODIFICADO DEL BAC. - / 91.).

Figura 4.

Registro histórico de las anomalías de temperatura superficial del mar en las regiones El Niño 1 a 4 a partir de 1979 a enero/92. (Modificado del Bac-91).

massiliense var massiliense, Ceratium deflexum; mientras que las especies de Ceratium tripos var atlanticum, Ceratium trichoceros, Ceratium vultur var japonicum, Ceratium breve var parallelum, son propias de aguas cálidas y costeras (Balech, 1964).

La presencia del 65% de los dinoflagelados observaron los cuernos antapicales recortados, debido posiblemente a que estas especies se encontraron en un medio o cuerpo de agua que no es su hábitat normal. Si comparamos la distribución de las Diatomeas y Dinoflagelados durante septiembre de 1990 - marzo 1991, septiembre 1991, puede observarse el incremento que presentaron los Dinoflagelados hasta septiembre de 1991 y que fue representado sustancialmente por Ceratium breve y Ceratium tripos (Figuras 5 y 6).

Esta situación cambia para 1992, donde la producción fitoplanctónica frente a la costa fue muy rico superior a la normal encontrado y constituido

principalmente por Diatomeas grandes: Rhizosolenia alata, Rhizosolenia stolthertothii, Rhizosolenia calcar-avis, Rhizosolenia acuminata, propias de aguas . alientes mientras que al sur predominan Planktoniella sol y Ceratocorys horrida especies oceánicas de aguas cálidas, por otro lado los dinoflagelados que son de aguas cálidas se hallaron en casi toda la costa colombiana; la distribución, composición y abundancia del fitoplancton durante 1991, 1992 fue diferente a los años normales (Vizcaino, 1993).

Al analizar el componente ambiental (temperatura) en el área de estudio se encontraron para marzo 1992 anomalías térmicas que afectan la zona al occidente del meridiano 80°W y el ingreso de estas aguas cálidas está garantizado por la intensidad y estabilidad del sistema de vientos. El fenómeno de "El Niño" que se encontró en su fase madura en el Pacífico central y cuyas características se han observado claramente en las costas de América del Sur, en el mes de abril afectó las aguas oceánicas

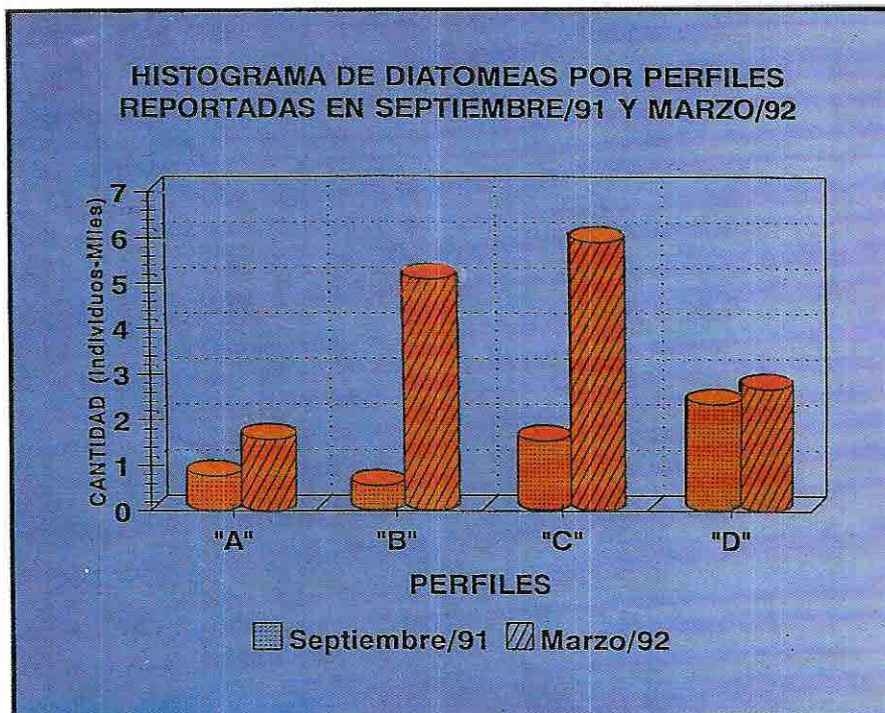


Figura 5.

Histograma de diatomeas por perfiles reportadas en septiembre/91 y marzo/92.

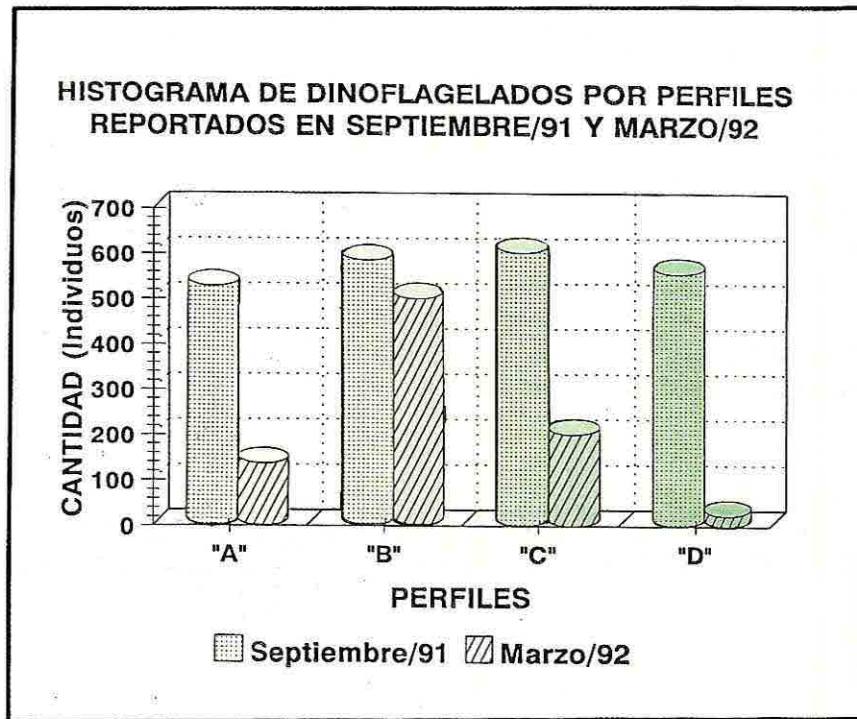


Figura 6.

Histograma de dinoflagelados por perfiles reportados en septiembre/91 y marzo/92.

que se encontraban por encima de la línea Ecuatorial y esta afección no se presentó hacia la zona costera debido a que los vientos Alisios del sur perdieron intensidad. Estos resultados corroboran la información obtenida a través del "Boletín de Alerta Climático, (marzo 1992)" concerniente al desarrollo del fenómeno en mención. Se espera que después de alcanzar la cúspide inicie su decrecimiento, que para el mes de abril había comenzado en la zona costera al norte de la línea Ecuatorial.

El fitoplancton analizado corresponde en su mayoría a organismos Dinoflagelados en lo referente a las épocas de marzo y septiembre de 1991; donde se incrementó las especies *Ceratium breve* y *Ceratium tripos* en la época húmeda/91, donde se inició el cambio anómalo.

Sin embargo en marzo de 1992, cuando las condiciones físicas mostraban los aumentos de temperatura de 4°C, los indicadores fueron reem-

plazados y determinados por la excesiva abundancia de las Diatomeas *Rhizosolenia alata* y *Rhizosolenia imbricata*, en el sector central e Isla Gorgona; estas especies han sido identificadas, como fitoplancteres propios de aguas calientes y se pueden considerar en igual forma para Colombia por su gran abundancia correspondiendo a temperaturas entre 29.5°C - 30°C; hecho que anteriormente no fue observado en tales concentraciones. Al analizar el índice de diversidad aplicado por perfiles, como se puede apreciar en la Tabla 2, se hace referencia a diversidades globales, las cuales agrupan sectores de influencia muy concretos (Figura 1), reflejándose en el comportamiento de las diferentes comunidades fitoplanctónicas inherentes a estos sectores del Pacífico colombiano.

Es así como la mayor diversidad se registró en el sector de influencia de mayores drenajes continentales entre Colombia y Panamá, perfil A, con 4.189 (bit), lo cual es consecuentemente con los aportes nutricionales dados por el continente

al sector. Asimismo se registró una disminución de estos índices en sentido sur, denotando el perfil C, el menor nivel de diversidad con 3.57 (bi) (ver Tabla 2).

El perfil "D" se encuentra dentro del marco de influencia del perfil "B", por lo tanto su comportamiento es similar en términos de la diversidad, confirmando así que existe un gradiente decreciente de norte a sur en la costa Pacífica colombiana. Estos valores están en concordancia con los aportados por Margalef para fitoplancton oceánico.

De acuerdo con el análisis de la diversidad fitoplanctónica efectuada por estaciones en cada uno de los diferentes perfiles A, B, C, se pudo establecer una tendencia, al observar un decrecimiento orientado de la costa hacia mar abierto en las diferentes transecciones que integran los perfiles mencionados (Tabla 12). No se analiza en este sentido el perfil "D" por estar conformado solo por una estación; sin embargo la diversidad registrada 3.75 (Bit) esta en concordancia con las presentadas con las estaciones costeras de las otras estaciones de los perfiles "A" y "B" (ver Tabla 3).

PERFILES	TERMINO INDEPENDIENTE A	DEPENDIENTE B	CORRELACION
A	1.7147	-0.004687	-0.9721
B	1.4671	-0.00262	-0.7331
C	1.3440	-0.0027	-0.397

Tabla 3.

*Correlaciones encontradas en los diferentes perfiles que registraron continuidad en los muestreos para el Pacífico colombiano.*

$$Y = Ae^{bx}$$

A = Término independiente

B = Pendiente

X = Variable independiente

Y = Variable dependiente

Por lo anterior cabe destacarse que la diversidad registrada en las diferentes estaciones que integran los perfiles mencionados presentan un registro inversamente proporcional a la distancia de la costa, es decir, a mayor lejanía de la zona de influencia continental menores niveles de diversidad, se observan, detectando un comportamiento de tipo exponencial ( $Y=Ae^{bx}$ ), con correlaciones de -0.972, -0.733 y -0.397, para los perfiles "A", "B" y "C", los cuales nos están dando una explicación de dichas relaciones de la distancia de la costa respecto a la diversidad (Tabla 2).

Si bien es cierto que los perfiles "A" y "B" presentaron unas correlaciones buenas, con relación al perfil "C", probablemente se debe a la zona de influencia donde éstas están ubicadas, ya que no solamente

se presenta una zona de drenajes continentales por efecto de la escorrentía en el sector del Chocó, si no que por su ubicación se presenta una mayor estabilidad. Por su parte el perfil "C" presenta toda una sección de influencia de la corriente Colombia, la cual está incidiendo en el comportamiento de la diversidad que se presentó.

Lo anterior lo corrobora el bajo índice de proporcionabilidad (0.417) que presentó la estación 65 en el perfil "C", que en definitiva su valor correspondiente de la diversidad específica fue el que determinó el índice de correlación tan bajo de la función respectiva (Tabla 3). Es aquí donde se registraron los valores más dominantes de especies de todas las estaciones analizadas, y esta condición nos está manifestando unas características físicas muy específicas del medio, las cuales están determinando estos pulsos tan altos como lo indica *Rhizosolenia imbricata* con 1830 especímenes contados entre otros, la cual es considerada como un bioindicador de aguas cálidas, explicando en parte este comportamiento (Mendiola, 1980).

Por lo demás se pudo detectar y establecer que existen una tendencias hacia determinados comportamientos de la diversidad, los cuales están en relación inversa con relación a la distancia a la costa, a mayor distancia menor diversidad y con la latitud es decir, a medida que voy en sentido del Ecuador disminuye sustancialmente la diversidad (Tabla 2).

Con base en lo anterior sería interesante aumentar los muestreos en forma paralela a la costa y en sentido latitudinal, con el fin de obtener mayor detalle permitiendo visualizar mucho mejor este comportamiento y las probables incidencias en la productividad pesquera y de esta forma poder conocer y explotarracionalmente nuestros recursos pesqueros.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Para la época húmeda de 1990, las condiciones de temperatura y salinidad se reportaron normales. El comportamiento de la TSM, al igual que las variaciones atmosféricas a nivel global (presión atmosférica y cambio del régimen de vientos), indicaron la evolución de un evento ENSO, que tuvo tendencia a incrementarse en octubre 1991 y marzo-abril 1992 como se observó en los resultados obtenidos, apreciándose una madurez del evento hacia abril y mayo e iniciando su decrecimiento hacia junio de 1992, como también se ha observado en los boletines ENSO.INFO.

2. Para la época de marzo-abril de 1991, los indicadores biológicos, coincidieron con el inicio de anomalías térmicas indicativas de la evolución de un evento cálido; por la presencia de algunas especies características como Ceratium trichoceros,

Ceratium extensum, Ceratium breve, Ornithocercus quadratus, entre otras. Las especies Amphisolenia bidentata, Ceratium furca var. furca, y Ceratium trichoceros, tienden a incrementar su abundancia a temperaturas mas altas; hecho también registrado por Costain y Delgado (1985) y Montagut y Castillo (1989).

3. Desde el punto de vista de indicadores biológicos del fenómeno El Niño, se concluye que las especies fitoplanctónicas que identifican condiciones "FEN"; corresponden a los que incrementaron con dichas condiciones como fueron las especies como Amphisolenia bidentata, Ceratium furca var. furca, Ceratium fusus var. seta, Ceratium tripos var. atlanticum, Ceratium breve var. breve, Ceratium trichoceros, Ornithocercus quadratus y Ceratocorys horrida; que para la época del último fenómeno El Niño (Nov-Dic/1982-1983) fueron sustancialmente incrementadas y deprimieron a las diatomeas al sector costero.

4. Con los datos obtenidos se puede concluir que la composición del fitoplancton encontrada refleja una mezcla de elementos con amplitud ecológica muy diversa, reflejando aguas de diversa proveniencia: costeras y oceánicas.

5. Se resalta la abundancia de Planktoniella sol, Rhizosolenia styliformis y Coscinodiscus radiatus; en todas las estaciones, lo que indica la presencia de aguas neríticas de acuerdo con la corriente ciclónica del norte que distribuye aguas costeras en la Ensenada de Panamá.

6. Se concluye que el gradiente de diversidad es inversamente proporcional a la distancia de la costa y a latitud en sentido hacia el Ecuador, presentando un comportamiento de tipo exponencial.

#### BIBLIOGRAFIA

BALECH E, 1964. Introducción al Fitoplancton Marino. Eudeba. Buenos Aires. 209 pp.

CPPS. 1978. Aspectos Oceanográficos, Físico-Químicos. Boletín informativo. Diciembre. Est. Reg. Fen. El Niño Vol. II: 3-6.

-----, 1986. Quinta reunión del Comité Científico ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Bogotá, 22 p.

- , 1987. Sexta reunión del Comité Científico ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Callao, Perú. 70 p.
- CPPS-CC-ERFEN. 1983. Tercera Reunión del Comité Científico del ERFEN. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Com. Cient. ERFEN. Cali.
- ELLIOT, J M; 1971. Some Methods for the Statistical Analysis of Samples of Benthic Invertebrates Scientific Publication No.25. 144 pp.
- HIMAT 1992, Informe Científico Comité Técnico ERFEN Componente Meteorológico Condiciones 1991-92. 25pp.
- MENDIOLA, F., N. OCHOA y O. GOMEZ. 1980. Dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua. Fenómeno El Niño 1972. Mem. Sem. Ind. Biol. Planc. UNESCO: 45-73.
- MONTEALEGRE, E. 1992. Características Climáticas Relevantes durante la Ocurrencia de Fenómenos ENOS en el suramericano. Boletín del HIMAT, 40 pp.
- ÑAÑEZ, 1992. Condiciones Ocenográficas del Pacífico colombiano durante marzo y abril de 1992. Boletín científico CIOH (en prensa).
- SHANNON W., 1963. Indices de Diversidad para Poblaciones. 45p.
- VIZCAINO Z. 1993. Los Indicadores Biologicos del fitoplancton y su relación con el fenómeno El Niño. Tesis de Grado. Univ. del Valle. 98 pp.
- WOOSTER, W. 1959. Oceanographic observations Panamá Bight "Askoy Expedition" 1941. Amer. Mus. Nat. Hist. Bull. 118 (3): 115-151.