

Determinación de los períodos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña), en base al comportamiento mensual de los Pterópodos y Heterópodos, como Bioindicadores del ecosistema marino Ecuatoriano.

Por: Manuel Cruz P.

RESUMEN

Del análisis de mas de 200 muestras superficiales de zooplankton, obtenidas desde Junio de 1990 hasta Junio del 2005, en la estación fija de “La Libertad”, ubicada a 10 millas de la Península de Santa Elena, Ecuador, se han identificado 15 especies de Pterópodos y Heterópodos, de las cuales solo nueve especies responden a los cambios en el ecosistema marino frente al Ecuador.

De las nueve especies se han seleccionado a cuatro, que han tenido una respuesta positiva cuando se presentan aguas cálidas frente al Ecuador, mientras que cuando hay condiciones frías, algunas especies se ausentan y otras disminuyen significativamente su abundancia, tamaño de sus conchas o se presentan como juveniles.

La interpretación del estado del ecosistema marino es en base a las diferentes asociaciones que forman, dominancia de la especie, desarrollo de sus conchas, abundancias de juveniles, época de obtención de la muestra entre otras observaciones más.

Desde Junio de 1990 hasta Julio de 1991 puede considerarse un período frío. Desde Agosto de 1991 comenzó un período cálido que se desarrolló intensamente en Marzo de 1992 como “El Niño 1992”, continuaron condiciones inestables que terminaron en Enero de 1996. Desde Febrero de 1996 comenzó un período frío de “La Niña” caracterizado por una baja biodiversidad de Pterópodos y Heterópodos hasta Marzo de 1997, a partir de Abril de 1997 comenzaron a observarse especies de aguas cálidas y el inicio de “El Niño 1997 – 1998, que terminó en Agosto de 1998. Comienza un período frío o “La Niña” hasta Septiembre del 2000, a partir de Octubre del 2000, se ha observado una inestabilidad en el ecosistema marino, que no se define por ser un período cálido o frío hasta Junio del 2005, donde parece que se han acentuado las características frías propias de un evento frío como “La Niña”.

Palabras claves: Evento cálido, “El Niño”, Evento frío, “La Niña”, mar ecuatoriano, Océano Pacífico.

ABSTRACT

Of the analysis of more than 200 superficial samples of zooplankton, obtained from June of 1990 to June of the 2005, in the fixed station of " La Libertad", located to 10 miles offshore the Peninsula of Santa Elena, Ecuador, 15 species of

Pterópods and Heterópods have been identified, of which only nine species respond to the changes in the marine ecosystem front to Ecuador.

From the nine species, have been selected four, those species have had a positive answer when warm waters appear offshore of Ecuador, while when there is conditions cold, some species are absented and others decrease significantly their abundance, size of their shells or appears in juvenile stage.

The interpretation of the state of the marine ecosystem is based of the different associations that are observed, also dominance of the species, development of its shells, abundances of juveniles, season of obtaining of the sample among other more observations.

From June of 1990 to Julio of 1991 the period can be considered cold. From August of 1991 a warm period began that was developed with more intensity on March of 1992 like "El Niño 1992", after that continued unstable conditions that finished in January of 1996.

From February of 1996 a cold period of "La Niña", characterized by a low biodiversity of Pteropods and Heteropods began to March of 1997, From April of 1997 warm water species began to be observed and the beginning of "El Niño 1997-1998", that it finished on August of 1998.

On September began a cold period or "La Niña" until September of 2000, On October of the 2000, an unstable period in the marine ecosystem has been observed, that it is not defined like a warm or cold period until June of the 2005, where it seems that they have been accentuated the characteristics of a cold event like "La Niña".

INTRODUCCION

Los períodos cálidos o fríos denominados del ENOS es un ciclo oceánico-atmosférico que se desarrolla en las aguas ecuatoriales del Océano Pacífico Tropical, uno de los índices que se utiliza es la Oscilación del Sur (IOS), éste índice es un valor que se obtiene de la diferencia de la presión atmosférica entre la isla de Tahití (Océano Pacífico Oriental-central) y Darwin (Océano Pacífico Occidental). (<http://www.imn.ac.cr/educa/ENOS-2.htm#INTRODUCCIÓN>).

La determinación de los períodos cálidos como El Niño y fríos como La Niña, en el Océano Pacífico, generalmente responden a modelos hechos en base al comportamiento de los vientos, medición de la temperatura del mar superficial y sub-superficial hasta los 500 metros de profundidad, presión, entre otros parámetros, los que se están monitoreando diariamente con énfasis en la región 3.4 del Pacífico central donde se conoce que se origina a nivel subsuperficial los núcleos de los Eventos cálidos y fríos que luego se desplazan hacia el este donde esta el continente americano.

Según Climate Prediction Center de la NOAA, U.S.A., para determinar los episodios cálidos y fríos, en la región Niño 3.4 (5° N – 5° S, 120° -170° w), considera una diferencias de $\pm 0.5^{\circ}$ Celsius y están basados en el Oceanic Niño Index (ONI).

En el Ecuador la ocurrencia de un evento El Niño se produce por un rápido ascenso del nivel del mar (Zambrano 1986), mientras que Wyrтки (1977) manifiesta que las anomalías inter-anales de los vientos alisios del Pacífico ecuatorial producen una acumulación de aguas en el Pacífico central, que al debilitarse los vientos alisios del sur, se produce un retorno de esas masas de agua cálida, hacia el continente americano en forma de una onda ecuatorial.

Moreano *et al.* (1986) manifiesta que las ondas Kelvin cuando llegan desde el Pacífico central hacia el continente americano, son las responsables del incremento del nivel del mar y la temperatura frente a las costas de Ecuador.

Al producirse el incremento del nivel del mar, se profundizan las aguas frías superficiales (Zambrano 1996).

Frente al Ecuador cuando ya han pasado los efectos de un Evento cálido como El Niño 1992 y los parámetros físicos determinan que el Evento se terminó, se siguen presentando especies de Pterópodos y Heterópodos que indican la presencia de condiciones cálidas, las mismas que en este trabajo se las denomina “condiciones inestables” porque no son permanentes ni bien definidas debido a la influencia de la corriente de Humboldt, que a su vez esta vinculado al efecto de invernadero causante del calentamiento global.

Todas las investigaciones y observaciones realizadas sobre los períodos cálidos y fríos, están relacionados con los parámetros físicos, meteorológicos y químicos, pero no se ha encontrado información que determinen estos eventos “El Niño y La Niña”, con organismos marinos o bioindicadores de masas de agua o de ecosistemas marinos.

Los Pterópodos y Heterópodos son considerados como bioindicadores de ecosistemas marinos, Spoel and Herman (1983) mencionan que *Desmopterus papillo* es común en el Océano Indico, que *Creseis virgula* en el mar de China tiene una abundancia bianual y la relaciona con los vientos monzones.

Van Der Spoel y Boltovskoy (1981) realizaron la Zonación biogeográfica del Atlántico Sudoccidental en base a las asociaciones faunísticas de los Pterópodos y reconocen que forman grupos específicos como:

Especies Antárticas, representadas por *Clio pyramidata f. sulcata* y *Limacina helicina antártica f. antartica*.

Especies subantárticas, como *Clio pyramidata f. antartica* y *Spongiobranchea australis*. En la corriente de Brasil abunda *Stiliola subula* y en los trópicos

Creseis virgula f. conica; en cambio *Creseis acicula* esta asociada a las aguas neríticas y costeras.

Considerando esta característica de bioindicadores que tienen los Pterópodos y Heterópodos, el propósito de esta contribución es aportar al mejor conocimiento en la determinación de los períodos cálidos y fríos observados frente a la costa de Ecuador, con la finalidad de aportar al mejor conocimiento de estos Eventos oceanográficos naturales, con los que tenemos que aprender a vivir y a tratar de encontrar especies que puedan indicarnos un pronóstico temprano a El Niño o La Niña.

ANTECEDENTES

Uno de los primeros trabajos sobre los Pterópodos tecosomados han sido publicados por Pelsener en 1888 (Tesch, 1946).

En el Océano Pacífico, se han reportado las especies de Pterópodos que existen en la provincia Biogeográfica Panameña o Panámica, que comprende desde Baja California hasta el norte del Perú, mencionando solo características taxonómicas como que son moluscos pelágicos con concha calcárea, pie reducido, con una rádula y que algunos tienen ctenidios (Keen, M. 1971), pero no menciona que son bioindicadores de ecosistemas marinos.

Van der Spoel y Boltovskoy 1981) utilizaron a los Pterópodos como organismos Bioindicadores para definir y determinar las diferentes provincias biogeográficas en el Atlántico Sudoccidental.

En Ecuador, Cruz, M (1983), reporta tres especies de Pterópodos tecosomados para el Golfo de Guayaquil, en los alrededores de la isla Puna, que incluye parte del Canal de Cascajal, Canal de Jambeli y el sur-oeste de la isla Puna.

Como resultado del análisis de 4 cruceros en el Golfo de Guayaquil, Cruz, M (1983) menciona siete (7) especies: 5 Pterópodos tecosomados y 2 Heterópodos.

Mas tarde, Cruz, M (1996) reporta 9 especies de Pterópodos tecosomados y 5 Heterópodos, presenta claves taxonómicas y que la interpretación de ecosistemas marinos se realiza en base a las diferentes asociaciones de especies, además se reconoce que *Hyalocylis striata* es una especie que siempre esta asociada a masas de aguas cálidas.

Cruz, M. (1998) reporta las condiciones anuales del ecosistema marino desde 1990 hasta 1998, en base al comportamiento de 15 especies de Pterópodos y Heterópodos, realiza un estudio taxonómico de cada especie y manifiesta que de las 10 especies de Pterópodos, solo 4 de ellas responden a los cambios que ocurren en el mar ecuatoriano. De las 5 especies de Heterópodos solo 4 pueden considerarse como bioindicadores de masas de agua. Concluye que *Hyalocylis striata* es una especie que puede ser considerada para pronosticar tempranamente el Evento “El Niño”.

De todos los trabajos realizados con este grupo de organismos, en el mar Ecuatoriano, ninguno se refiere a identificar o determinar los períodos cálidos y fríos, que frente al Ecuador son difíciles de conocer porque el área de estudio durante los diferentes, meses del año, tiene variaciones oceanográficas e

influencias meteorológicas que enmarcaran la real situación ecológica del mar en un momento determinado y con la ayuda de estos organismos bioindicadores, se pretende contribuir con esta información para comprender mejor estas variaciones que sin lugar a duda interviene también el calentamiento global, que ya esta alterando la interacción océano-atmósfera.

AREA DE ESTUDIO

La estación fija de “La Libertad” esta localizada a 10 millas costa afuera de la Península de Santa Elena, en la Provincia de Guayas, Ecuador.

Su posición es Lat. Sur $02^{\circ} 06' 00''$, Long. W. $81^{\circ} 03' 43''$, donde la profundidad del mar tiene mas de 100 metros y se considera que existe influencia de aguas oceánicas que pueden venir del sur, del Pacífico este o del norte del país, dependiendo de la época del año.

La estación fija de Manta, de igual manera se localiza a 10 millas costa afuera del puerto de Manta y su posición es: Lat. Sur $00^{\circ} 52' 00''$, Long. W. $80^{\circ} 43' 00''$

El área de estudio esta influenciado por dos épocas en el año: La época húmeda o lluviosa entre Enero a Abril y la época seca o no lluviosa entre Mayo a Diciembre. En la época lluviosa los vientos alisios del norte soplan con más fuerza que los vientos alisios del sur porque el hemisferio sur esta más caliente que el del norte, debido a la posición del sol y los días son más largos que las noches.

Esta condición permite que la Zona de convergencia intertropical y las nubes se desplacen hacia el sur y se localicen sobre el territorio Ecuatoriano, mientras que el ecosistema de la corriente de Humboldt se debilita y aguas tropicales del norte, caracterizadas por tener alta temperatura y baja salinidad, provenientes de la Bahía de Panamá, se desplazan hacia el sur, llegando hasta los límites sur del Ecuador y en consecuencia el mar ecuatoriano tiene aguas cálidas con una temperatura promedio de 25 a 26° C.

Cuando ocurre El Niño, esta condición meteorológica y oceanográfica, permite que aguas cálidas del Pacífico central con mas de 28° C, lleguen a la Bahía de Panamá, se desplacen hacia el sur y permanezcan frente a Ecuador y Perú, favoreciendo la evaporación del agua, forma nubes convectivas y la correspondiente precipitación.

En la época seca entre Mayo a Diciembre, el sol se desplaza hacia el hemisferio norte, el cual se calienta mas que el del sur, los vientos alisios del sur soplan con fuerza, produciendo los afloramientos costeros de la corriente del Perú, estas aguas frías se desplaza hacia el norte y a la altura del Ecuador, giran hacia el oeste del Océano Pacífico. De igual forma la zona de convergencia intertropical, se desplaza hacia el norte terminándose las lluvias en el Ecuador, pasando a una época “normal”. (Fig 1)



Fig. 1.- Posición de las estaciones fijas de "Manta" y "La Libertad"

METODOLOGIA

Las muestras de zooplancton se recolectaron a bordo de una embarcación de aproximadamente 10 m de eslora, se utilizó una red cónica tipo estándar, con una

mallas de nylon de un metro de largo, con una abertura de 30 cm. de diámetro y un ojo de malla de 335 micras. El arrastre superficial se realiza a una velocidad constante de dos nudos por hora, durante por diez minutos.

Para la obtención de las muestras sub-superficiales la embarcación esta parada y la red es lanzada desde la superficie hasta los 50 m de profundidad.

El plancton recolectado es fijado y preservado con formal al 5 %, neutralizado con tetraborato de sodio hasta un pH de 8 aproximadamente.

En el laboratorio se utiliza un estéreo-microscopio Zeiss de 80 aumentos y para su identificación se consulta bibliografía especializada.

RESULTADOS

Del análisis del comportamiento mensual desde 1990 hasta el 2005, de 15 especies de Pterópodos y heterópodos en las estaciones fijas de La Libertad y Manta, localizadas a 10 millas de la costa Ecuatoriana, se ha observado que durante los períodos cálidos como “El Niño” la biodiversidad de estas especies aumenta y disminuye cuando hay períodos fríos como “La Niña” (Fig. 2).

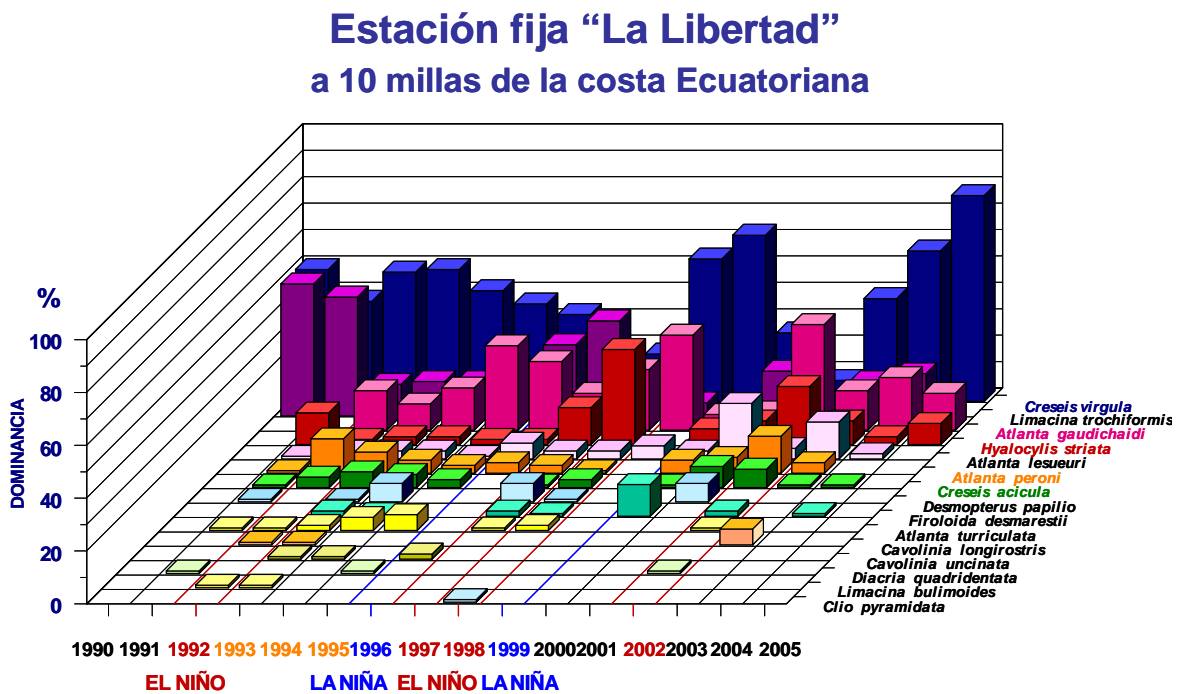
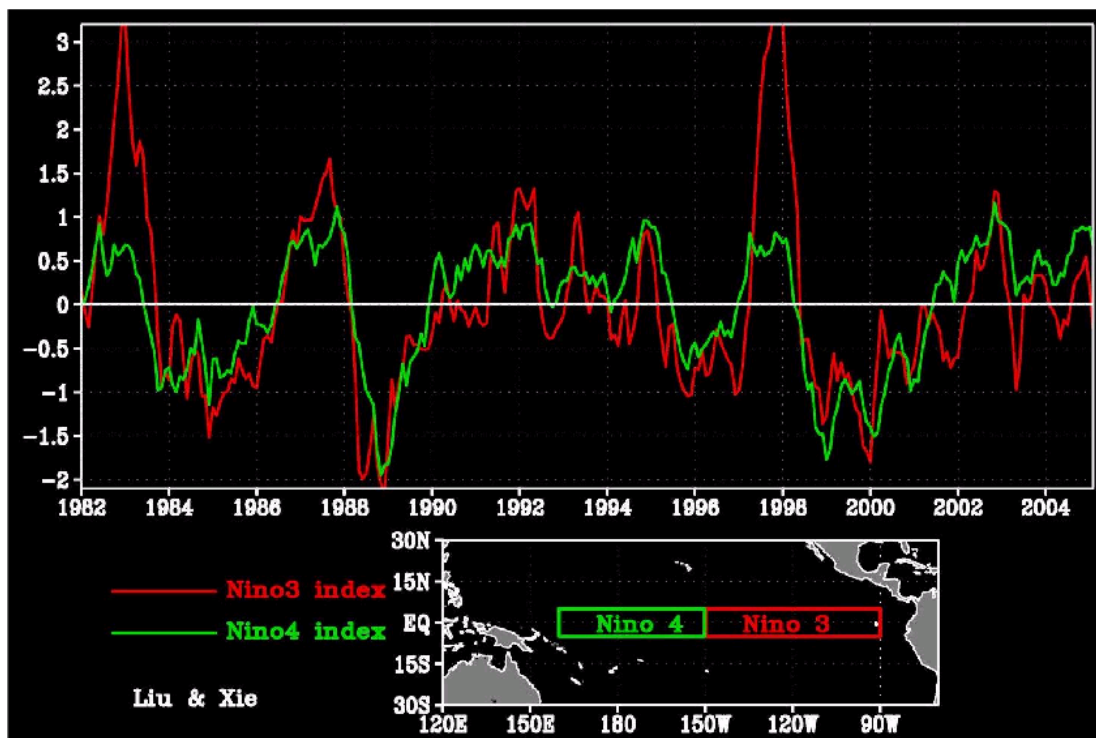


Fig.2 Se observa que durante los eventos cálidos como “El Niño” 1992, 1997-98, aumenta la biodiversidad de Pterópodos y Heterópodos

Las condiciones oceánicas de la región 4 y 3 en el Pacífico central, se consideran mas “estables” y las mediciones de la temperatura del mar reflejan claramente el estado real del mar, como los resultados de la temperatura superficial obtenidos por la NASA en la región Niño 3, (Fig. 3), mientras que en la zona costera del Pacífico este sudamericano hay influencia de otros tipos de aguas o surgencias como los afloramientos de la corriente de Humboldt, que pueden reflejar condiciones diferentes a las que se están dando en el Pacífico central, pero los resultados obtenidos en base al comportamiento de los bioindicadores (Pterópodos y Heterópodos) a 10 millas de la costa ecuatoriana, son coincidentes con los datos de temperatura registrados por la NASA en la región Niño 3.

La biodiversidad y las especies indicadoras de masas de aguas cálidas frente al Ecuador, como *Hyalocyllis striata*, se mantiene de forma irregular e intermitente durante los eventos cálidos, que en este trabajo se lo interpreta como “condiciones inestables” (Fig. 3), porque cerca de la costa ecuatoriana, hay influencia a manera de pulsos del ecosistema de la corriente Peruana o de Humboldt



<http://airsea-www.jpl.nasa.gov/ENSO/welcome.html>

Fig. 3. Los resultados obtenidos en la región “Niño 3”, son coincidentes con los obtenidos con los bioindicadores a 10 millas de la costa ecuatoriana

Considerando que la biodiversidad de los Pterópodos y Heterópodos aumenta durante los eventos cálidos, se ha analizado las especies que se han presentado en todos los meses de Junio (época seca o fría para Ecuador), desde 1990 hasta el 2005, y se observa una diversidad relativamente alta, entre 1992 y 1995, mientras que en los períodos considerados fríos como 1996, 1999, 2000 y 2001, la diversidad disminuye (Fig. 4), coincidiendo con los resultados obtenidos por la NASA en la región Niño 3 del Pacífico central.

Estación fija La Libertad, ECUADOR

Meses de Junio desde 1990 hasta el 2005

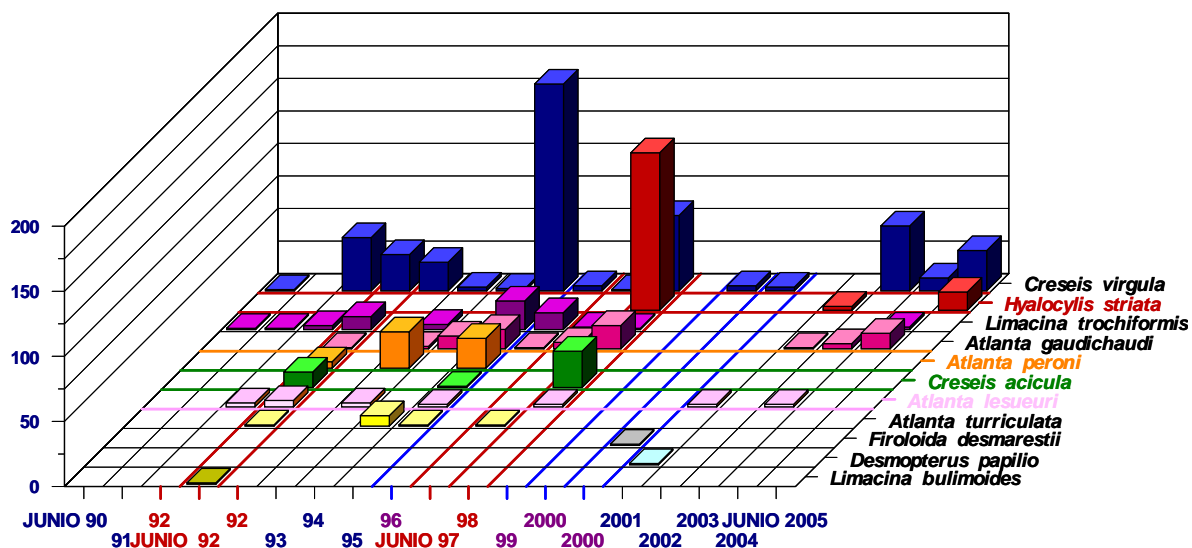


Fig. 4.- Durante Junio de 1992, 1997-98, se observa la permanencia y alta diversidad de algunas especies que están relacionadas con masas de aguas cálidas y Eventos como “El Niño”, En los años fríos disminuye la diversidad.

Desde 1990 a 1995.

Se observa que en 1990 y 1991, períodos fríos, solo se presentaron 2 especies. La diversidad aumentó durante “El Niño” 1992, donde se presentaron 7 especies. Posterior a “El Niño” 1992, se siguieron presentando de forma intermitente e irregular especies que están relacionadas con aguas cálidas como *Hyalocylis striata*, *Creseis acicula*, *Atlanta peroni*, *Atlanta gaudichaudi* entre otras, hasta fines de 1995 y la última observación de *H. striata* fue en Enero de 1996, mes que se considera que se acabaron las condiciones cálidas frente a la costa Ecuatoriana (Fig. 5).

Estación fija “La Libertad” 1990 - 1995 a 10 millas de la costa Ecuatoriana

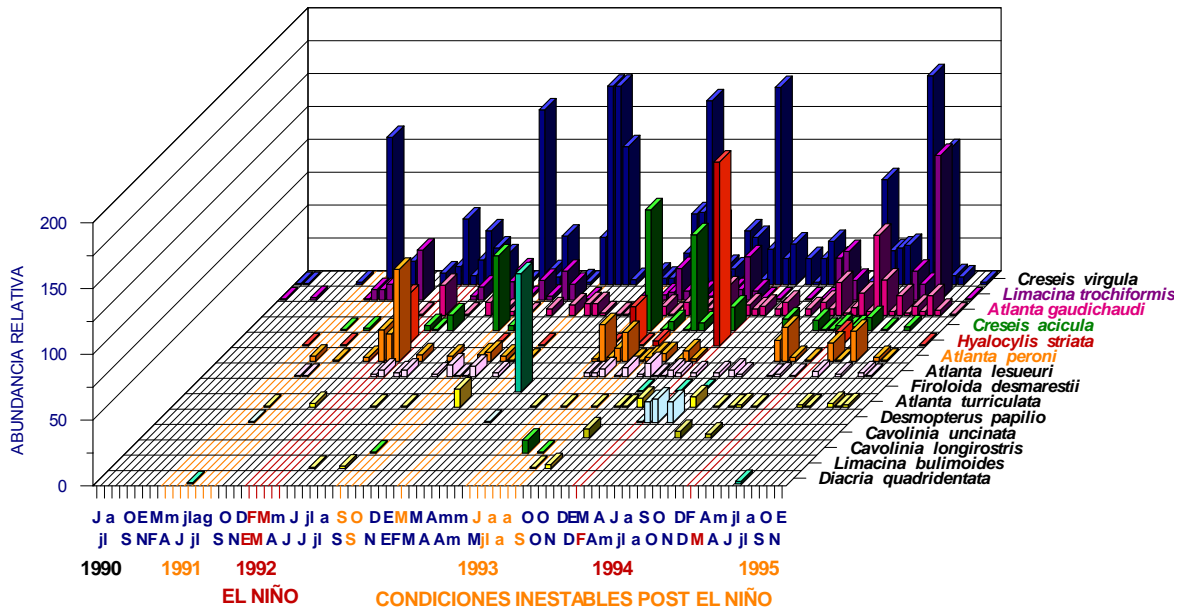


Fig. 5 Después del evento “El Niño” 1992, se observa que cada cierto tiempo aparecen especies indicadoras de ecosistemas cálidos, como *H. striata*, *A. peroni* y *C. acícula* hasta Enero del 1996.

Desde 1996 al 2000.

El período frío o “La Niña”, comenzó en Febrero de 1996 hasta Marzo de 1997, donde se observó una disminución de la biodiversidad de Pterópodos y Heterópodos en general y la ausencia de especies indicadoras de aguas cálidas como *Hyalocylis striata*, *Creseis acicula*, *Atlanta peroni*, *Atlanta lesueuri* entre otras (Fig. 6).

En Abril de 1997, se volvieron a presentar las especies relacionadas con aguas cálidas, entre las principales tenemos *H. striata* y *C. acicala*. Este evento “El Niño” se estima que terminó en Agosto de 1998. En Octubre de 1998 se observó un cambio total en la diversidad de bioindicadores, aunque solo se seguía presentando *H. striata*, sus conchas eran juveniles y no representaban un ecosistema maduro. Entre Septiembre a Octubre de 1998 comenzó el siguiente período frío o “La Niña” que fue muy significativa hasta fines del 2000, donde se detectó la presencia de una anomalía cálida que aumentó en Diciembre del 2000.

Desde 2001 al 2005

Se observa que desde el mes de Febrero del 2001 especies que caracterizan aguas cálidas como *Hyalocylis striata*, *Creseis acicula*, *Atlanta lesueuri* y *A. gaudichaudi* comenzaron a presentarse, frente a las costas de Ecuador, reforzándose esta anomalía cálida en Abril con la presencia de *Atlanta peroni*, posteriormente en los meses de Agosto y Septiembre se volvió a observar una anomalía calida positiva.

Estación fija “La Libertad” 1996 - 2000 a 10 millas de la costa Ecuatoriana

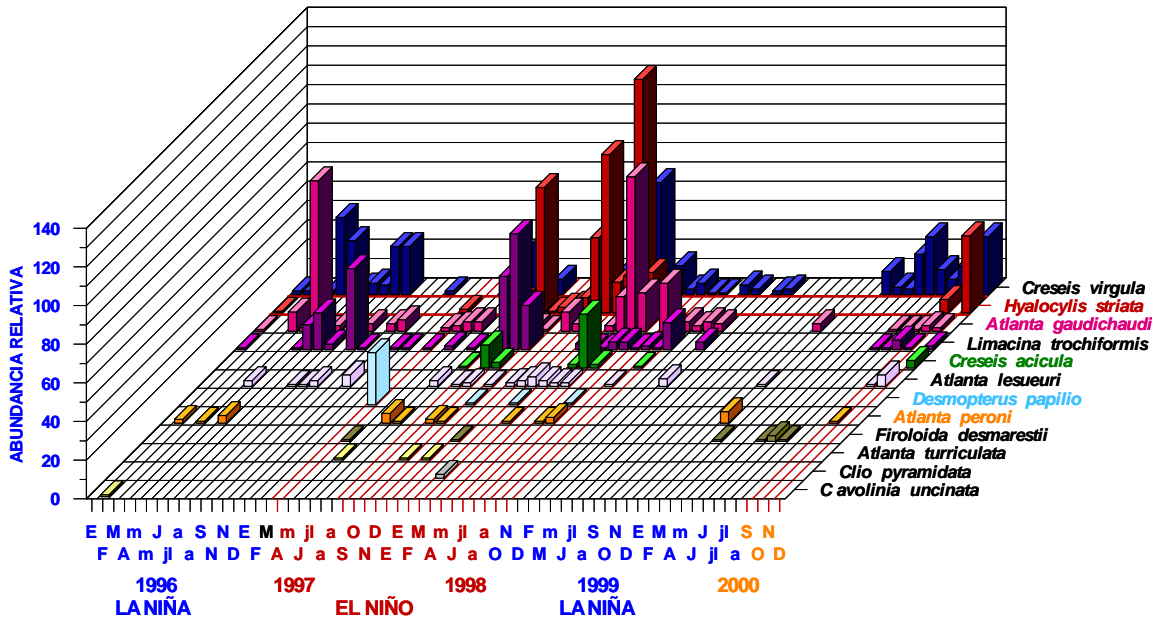


Fig. 6 Durante el evento cálido “El Niño” 1997-98, se observa un aumento de la biodiversidad de Pterópodos y Heterópodos. Luego en 1999-2000, se aprecia el evento frío “La Niña” y una disminución de la biodiversidad.

En Febrero y Marzo del 2002, coincidiendo con la época cálida de la estación, se observó la presencia de cinco especies de aguas cálidas con una abundancia relativa muy significativa, interpretándose como una anomalía cálida fuerte, luego en Junio, Septiembre y Noviembre se detectaron impulsos de aguas cálidas por la presencia de especies como *H. striata* y *C. acicula*. (Fig. 7).

Del 2003 al 2005 se han observado pulsos intermitentes con la presencia desordenada de especies de aguas cálidas, es decir no se ha observado un período “estable” o definido de un verdadero calentamiento, posiblemente por la influencia costera de la corriente fría de Humboldt (Fig. 7).

Estación fija “La Libertad” 2001 - 2005 a 10 millas de la costa Ecuatoriana

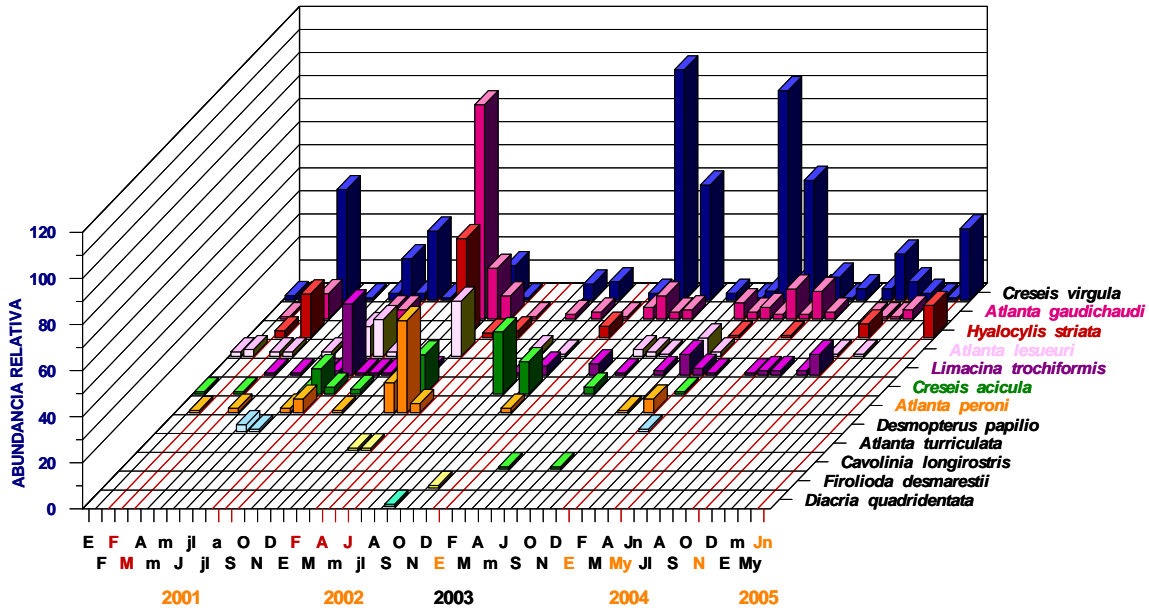


Fig. 7.- Desde el 2001 al 2005, se observa inestabilidad en el ecosistema marino, donde no se aprecia un período frío o cálido definido, mas bien aparecen con frecuencias irregulares especies relacionadas a ecosistemas cálidos como *H. striata*, *C. acícula*, *A. peroni* y *A. lesueuri*.

Se ha determinado y comprobado que las especies que se presentan abundantemente durante los períodos cálidos son: *Hyalocylis striata*, *Creseis acicula*, *Atlanta lesueuri* y *Atlanta peroni* (Fig. 8), aunque hay otras especies que son menos abundantes, pero también responden cuando hay un evento cálido como *Desmopterus papillo* (Figs. 6, 7 y 8).

Estación fija “La Libertad” “El Niño” 1992, 1997-98

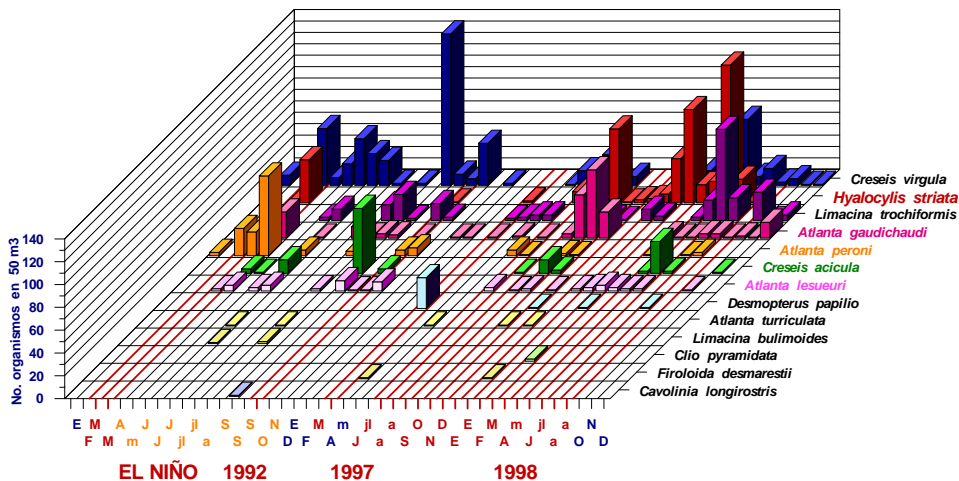


Fig. 8.- Durante los Eventos cálidos como “El Niño” 1992, 1997-98, algunas especies aumentan su abundancia y frecuencia de presencia como *H. striata*, *A. lesueuri*, *A. peroni* y *C. acícula*, así como la diversidad de especies.

La especie predominante en los eventos cálidos es de *H. striata* (Fig. 9), que al asociarse con otras especies, como *A. peroni*, *C. acicala* y *A. lesueuri*, puede intensificar o disminuir la interpretación de la situación en que se encuentra el ecosistema marino.

Existen especies como *Creseis virgula*, que no responden a los diferentes tipos de masas de agua clasificadas por el hombre por medio de la temperatura y salinidad, sino que caracterizan ecosistemas mas grandes como las aguas oceánicas, que son diferentes a las aguas neríticas y no son buenos indicadores para eventos como “El Niño” o “La Niña” y su abundancia indica la intrusión de aguas oceánicas cerca de costa.

La especie *A. gaudichaudi*, en cambio que es una especie común en la que su frecuencia de presencia es mas importante que su abundancia y en los gráficos se la debe excluir en la relación con los períodos cálidos o fríos (Figs. 9 y 11)

Estación fija “La Libertad”

“El Niño” 1992, 1997-98

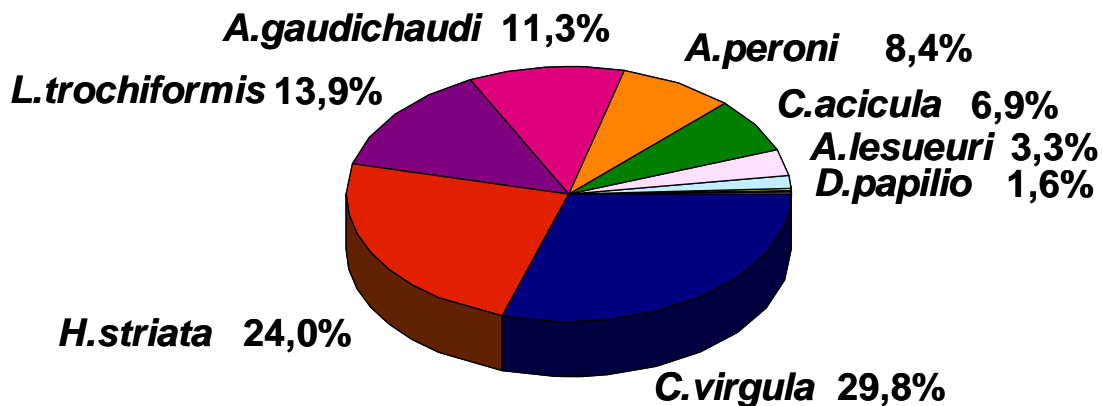


Fig. 9.- El Pterópodo tecosomado *H. striata*, ha predominado durante los Eventos cálidos de “El Niño” 1992, 1997-98 a 10 millas de la costa Ecuatoriana.

Durante los períodos fríos o “La Niña”, se observa una total ausencia de especies como *H. striata*, *C. acicula* y cuando se han presentado *A. peroni* y *A. lesueuri* han sido generalmente juveniles que no indican condiciones bien definidas (Fig. 10).

Estación fija “La Libertad”
“La Niña” 1996, 1999-2000

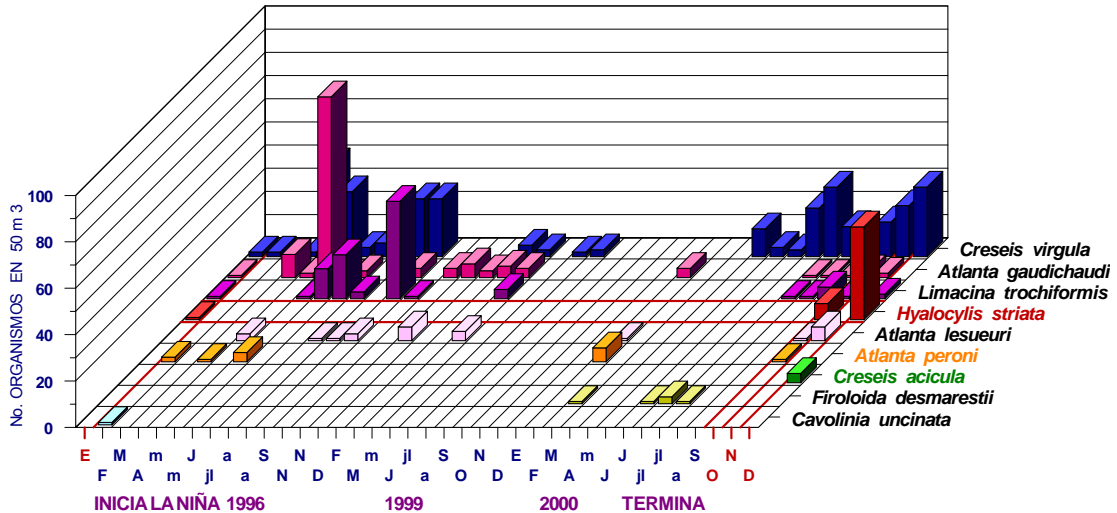


Fig. 10.- Durante “La Niña”, se aprecia una pobre diversidad de especies, algunas se ausentan como *Hyalocylis striata* y *Cresesis acícula*, otras disminuyen su abundancia y frecuencia como *Atlanta peroni* y *Atlanta lesueuri*.

También se ha observado que las especies mencionadas disminuyen su abundancia (Fig. 11).

Estación fija “La Libertad”
“La Niña” 1996, 1999-2000

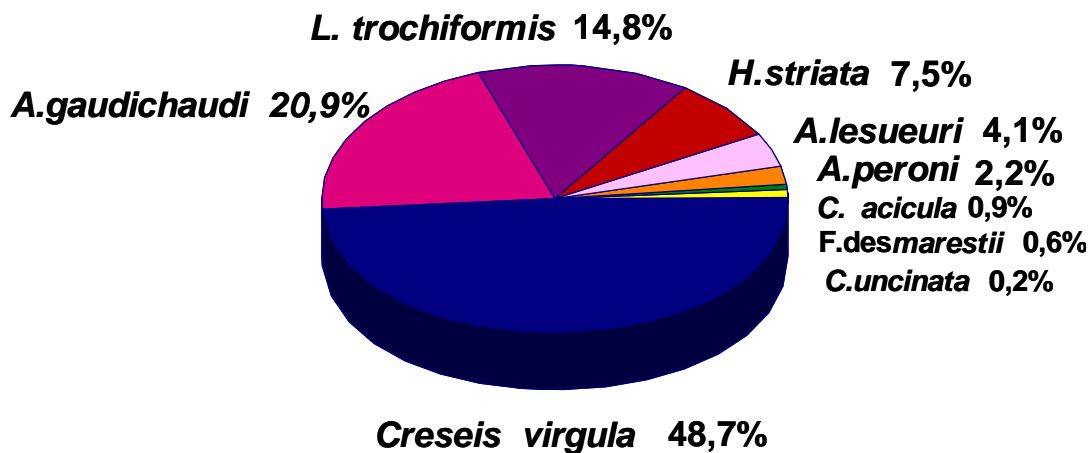


Fig. 11.- Durante los Eventos fríos como “La Niña” 1996, 1999 y 2000 predominan *C. virgula* y *A. gaudichaudi*, pero se ausentan o disminuyen su abundancia *Hyalocylis striata*, *Atlanta peroni* y *Creseis acícula*

De las 15 especies encontradas se han seleccionado a las 4 especies más sensibles, que responden cuando hay cambios de masas de agua en el ecosistema marino frente al Ecuador y son: *Hyalocylis striata*, *Creseis acicula*, *Atlanta lesueuri* y *Atlanta peroni*.

Desde 1990 hasta 1995, se observa que después de El Niño que se presentó frente al Ecuador en Marzo de 1992, se siguieron presentando estas 4 especies de forma “intermitente” hasta Enero de 1996, que no permitían definir si “El Niño 1992” había terminado o no (Fig. 12).

Estación fija “La Libertad” 1990 - 1995 a 10 millas de la costa Ecuatoriana

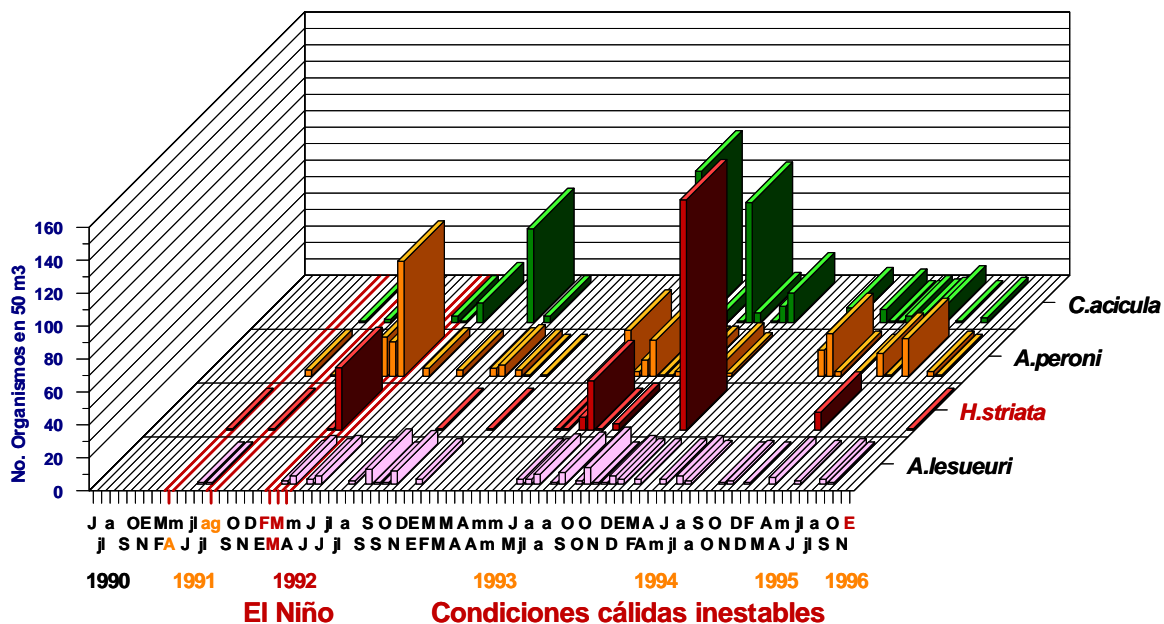


Fig. 12.- Cuatro especies de Bioindicadores de condiciones cálidas muestran una continúa inestabilidad después del Evento El Niño 1992, que se extendió hasta Enero de 1996.

Entre 1996 al 2000, se observa claramente la ausencia de estas especies y la clara definición del período frío o “La Niña” de 1996, que comenzó en Febrero de 1996 y terminó en Marzo de 1997, cuando se sintieron los primeros cambios en el ecosistema marino o el inicio de “El Niño 1997-1998), que terminó en Agosto de 1998. Desde Septiembre-Octubre de 1998 comenzó nuevamente un período frío hasta fines del año 2000, donde se determinó la presencia de aguas cálidas cerca de la costa ecuatoriana. (Fig. 13).

Estación fija “La Libertad” 1996 - 2000 a 10 millas de la costa Ecuatoriana

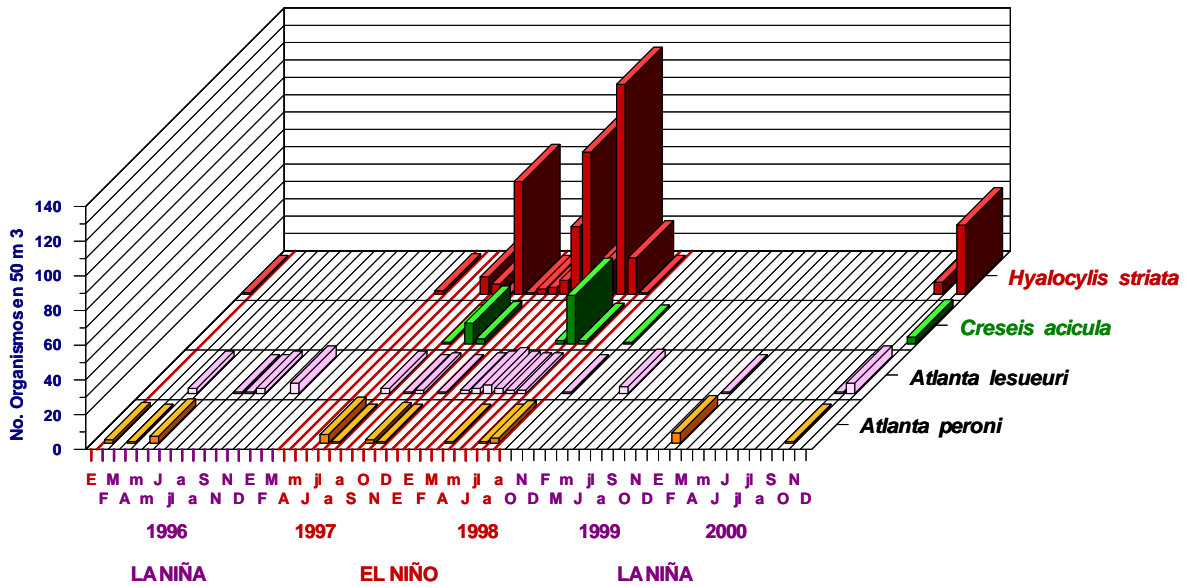


Fig. 13.- Cuatro especies bioindicadores que identifican el período cálido del Evento “El Niño” 1997-98 y los meses fríos de “La Niña” 1996, 1999 y 2000, que terminó en Octubre del 2000 a 10 millas costa afuera del Ecuador.

Desde el año 2001 hasta Junio del 2005, se ha observado un período de “inestabilidad”, parecido al ocurrido entre 1992 a 1995. No se ha definido claramente un período cálido o frío frente a las costas de Ecuador (Fig. 14).

Estación fija “La Libertad” 2001 - 2005 a 10 millas de la costa Ecuatoriana

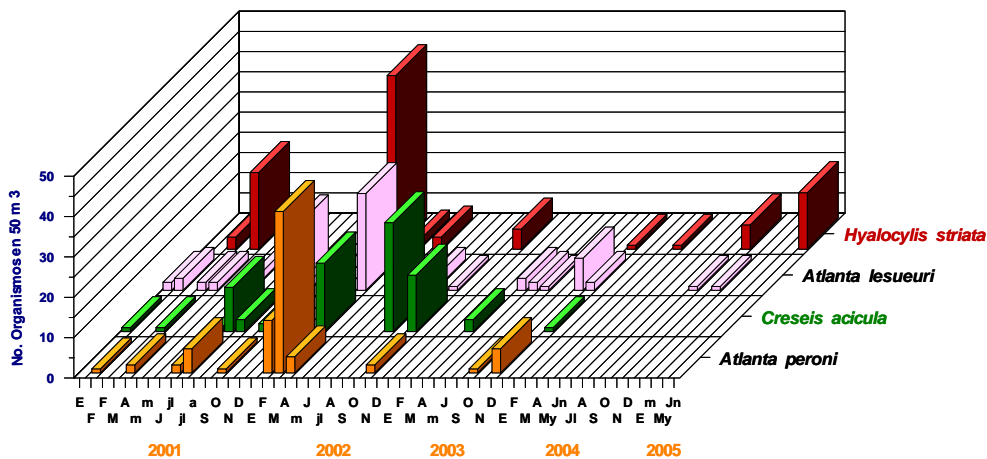


Fig. 14.- Cuatro especies de Pterópodos y Heterópodos que siempre están relacionadas con aguas cálidas, indican inestabilidad en el Ecosistema marino desde el 2001 a Junio del 2005, donde no se aprecia claramente un Evento cálido o frío bien definido, frente a las costas Ecuatorianas.

Analizando todas las especies que se han presentado en los meses de Junio desde 1990 al 2005, se nota que a partir de Junio del 2005, hay un cambio o disminución de las anomalías cálidas frente al Ecuador. (Fig. 15)

Estación fija de Manta, ECUADOR

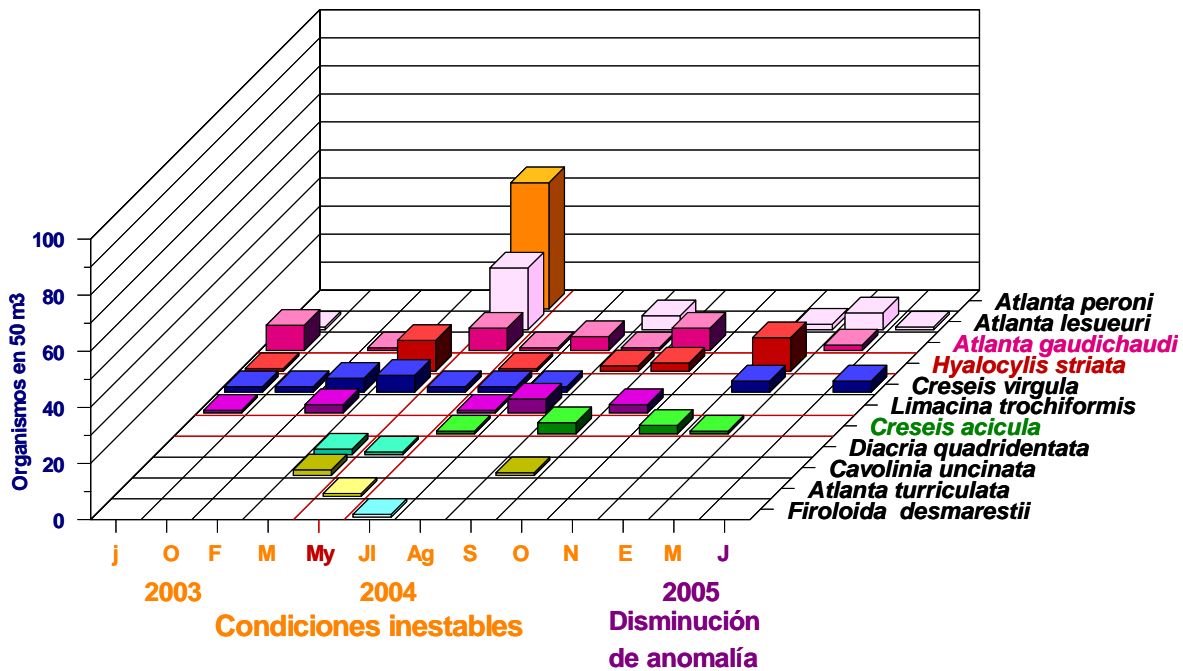


Fig. 15.- Desde Junio del 2005, se ha observado una disminución de las anomalías cálidas inestables, a 10 millas costa afuera del puerto de Manta.

La disminución de las anomalías cálidas frente al Ecuador, comienzan primero en Manta y luego en Salinas, que es lo observado al comparar estas dos estaciones fijas que tiene el INOCAR a 10 millas frente a las costas de Ecuador (Fig. 16).

Estaciones fijas de La Libertad y Manta

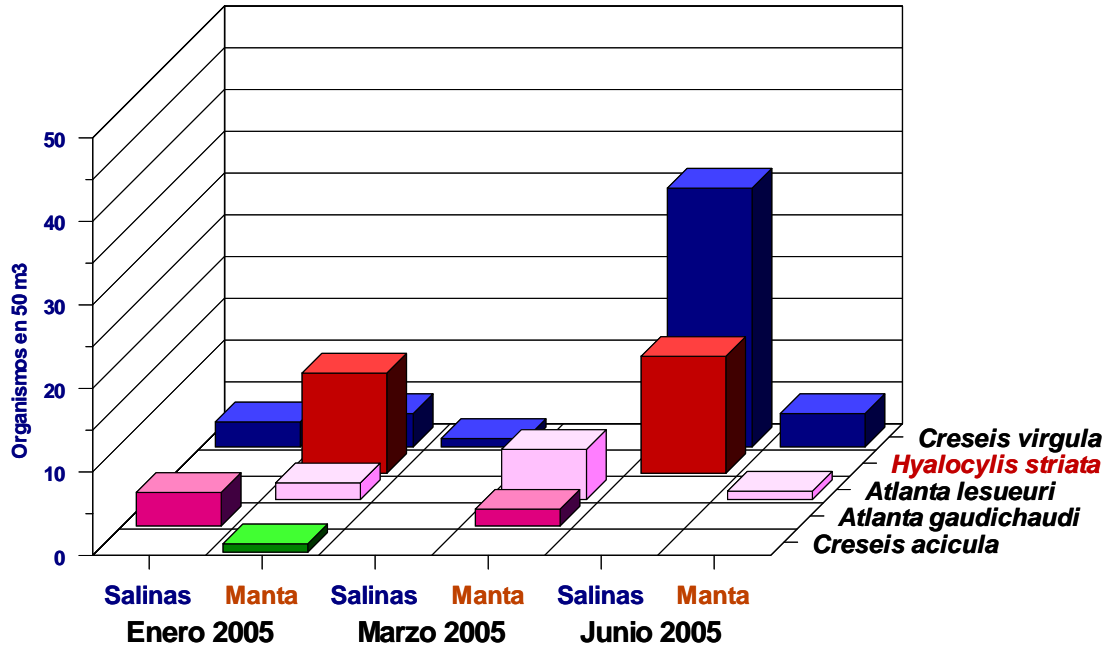


Fig. 16.- En Enero, se observó en Manta más anomalías cálidas que en Salinas, en Marzo disminuyeron, mientras que en Junio, permanecen todavía en Salinas, pero disminuyen significativamente en Manta.

Se ha determinado que desde 1990 al 2005 han ocurrido tres períodos fríos y 3 cálidos y que los períodos cálidos o de “condiciones inestables” son de mayor duración que los fríos (Fig. 17)

Períodos fríos y cálidos en el mar Ecuatoriano

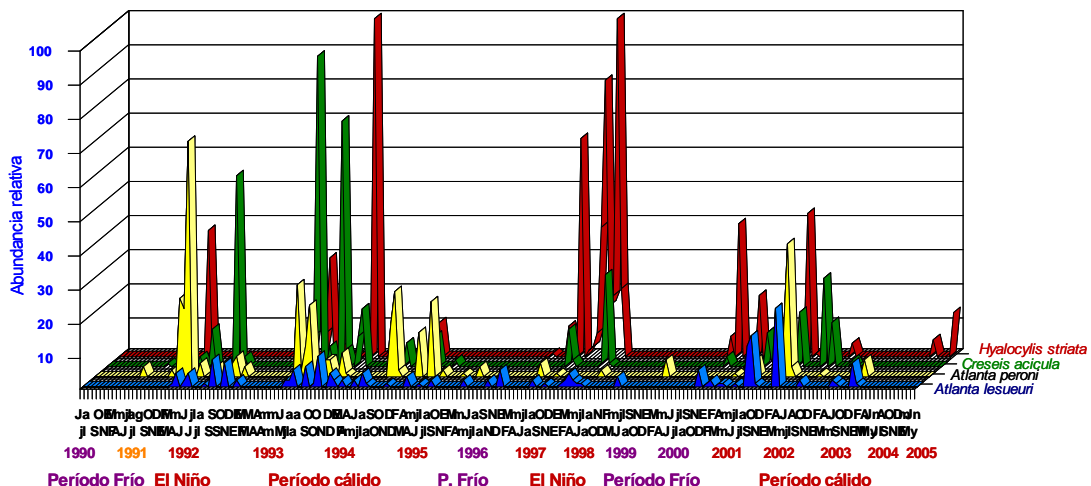
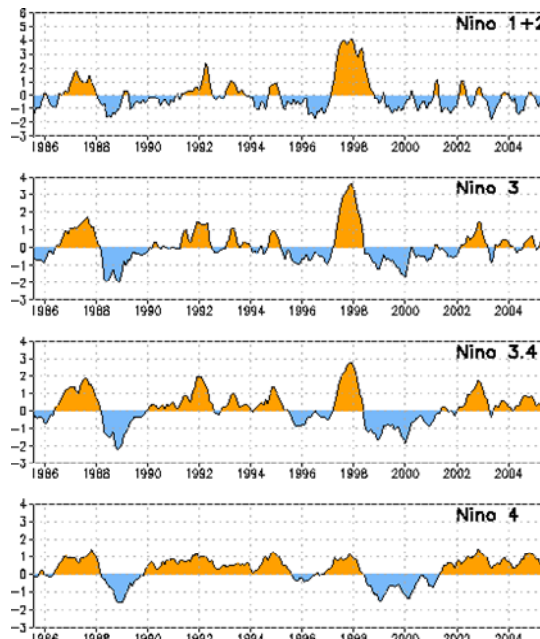


Fig. 17.- Se observan los períodos fríos y los cálidos, desde 1990 al 2005, que han sido determinados en base al comportamiento de los Pterópodos y Heterópodos localizados a 10 millas frente a la costa Ecuatoriana

Estos períodos coinciden con las temperaturas superficiales registradas por la NOAA en el pacífico central y que en la región Niño 1+2, son enmascaradas por las aguas frías costeras del Perú. (Fig. 18).

Región 1+2 del Océano Pacífico, influenciada por la corriente fría costera del Perú, que puede enmascarar las anomalías positivas observadas en las regiones 3, 3.4 y 4.

Las especies bioindicadoras de masas de agua, observadas en la estación fija "La Libertad", a 10 millas de la costa de Ecuador, responden y coinciden con lo observado en las regiones Niño 1+2 y 3.



Sin embargo, las especies de Pterópodos y Heterópodos observados a 10 millas de Ecuador, si responden y coinciden principalmente

Fig. 18.- En la Región Niño 3 del Océano Pacífico, se observa de forma mas definida que en la región Niño 1+2, la permanencia de las condiciones positivas o negativas, en base a la temperatura superficial

con lo registrado por la NOAA en la región Niño 3 (Fig. 19).

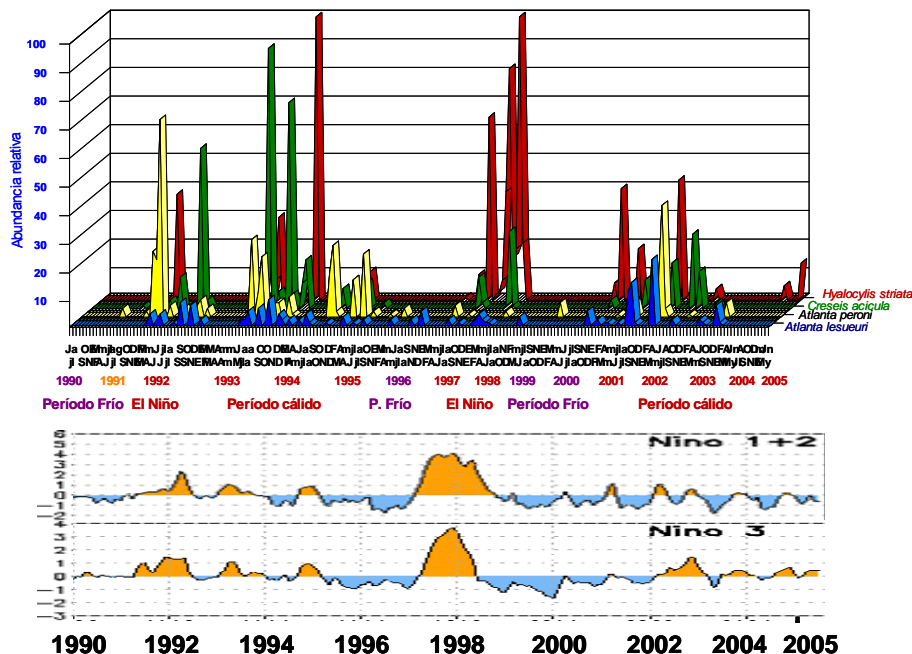


Fig. 19.- Coincidencias entre las especies bioindicadoras observadas a 10 millas de la costa y las temperaturas superficiales registradas por la NASA en la región Niño 1+2 y 3

DISCUSION.

El Evento cálido de El Niño 1992, se sintió muy fuerte frente al Ecuador en el mes de Marzo. Los especies bioindicadores de masas de aguas cálidas, continuaron presentándose de forma “intermitente” cuando los pulsos u ondas kelvin llegaban hasta las costas de Ecuador, que eran enmascaradas por la influencia de la corriente fría del Perú, interpretándose como “condiciones inestables” frente al Ecuador, hasta Enero de 1996 que fue el último mes en que se presentó *Hyalocylis striata*.

Se considera que una situación similar ocurrió desde los últimos meses del 2000 hasta Junio del 2005, fecha de este trabajo.

En cambio los períodos fríos o “La Niña”, se han presentado bien definidos, como en 1996, último trimestre de 1998, 1999 hasta Octubre del 2000.

Aunque no esta considerado en este trabajo el segundo semestre del 2005, por razones de tiempo y entregar la publicación, en los meses e Julio y Agosto del 2005, predominan condiciones frías frente al Ecuador, es decir en el segundo semestre del 2005, puede considerarse que es un período frío o “La Niña”.

Considerando que el calentamiento global influye en todos los ecosistemas del planeta, se considera que puede ser una causa para que los períodos cálidos sean más prolongados que los fríos.

CONCLUSION.

En los últimos 15 años, desde 1990 hasta el 2005, se ha determinado en base a los especies bioindicadoras, en el Pacífico este, frente a las costas de Ecuador los siguientes períodos cálidos y fríos:

| | | |
|-----------------------------------|--|--------------------------|
| 1990 hasta Marzo de 1991. | Período frío | |
| Abril de 1991 a Febrero de 1992. | Período cálido | “Pré-El Niño” |
| Marzo de 1992 | Período cálido | “El Niño 1992” |
| Abril de 1992 hasta Enero de 1996 | Período cálido | “Condiciones inestables” |
| Febrero 1996 hasta Marzo 1997 | Período frío | “La Niña” |
| Abril a Julio 1997 | Período cálido | “El Niño” débil |
| Agosto 1997 a Agosto de 1998 | Período cálido | “El Niño” fuerte |
| Septiembre 1998 a Agosto 2000 | período frío | “La Niña” |
| Septiembre 2000 a Junio 2005 | Período cálido | “Condiciones inestables” |
| Junio del 2005 | Se observó una reducción de las anomalías positivas. | |
| Julio, Agosto del 2005 | Las condiciones frías prevalecen indicando la presencia de “La Niña” | |

Las “condiciones inestables” se interpretan como un período de anomalías cálidas positivas que están enmascaradas por la influencia del ecosistema frío de la corriente Peruana o de Humboldt, principalmente en la región Niño 1+2.

Cuando frente al Ecuador, a 10 millas de la costa, se observan “condiciones inestables” en base a los organismos bioindicadores, en la región 3 el Pacífico central se manifiesta claramente como anomalías positivas.

Hay una clara relación de las anomalías positivas en la región Niño 3 y cuatro de las 15 especies de Pterópodos y Heterópodos observados en aguas Ecuatorianas, que son: *Hyalocylis striata*, *Creseis acicula*, *Atlanta lesueurii* y *Atlanta peroni*.

BIBLIOGRAFIA

Cruz, M. 1983.- Presencia de Pterópodos Tecosomados en el Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico., Vol. 2, No. 1, pp. 179-186

Cruz, M. 1983.- Pterópodos y Heterópodos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 2, No. 2, pp. 569-587

Cruz, M. 1996.- Pterópodos Tecosomados y Heterópodos (Gasterópodos) como Bioindicadores del Evento “El Niño” 1992, en la estación fija “La Libertad”, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 8, No. 1, pp. 51-66

Cruz, M. 1998.- Gasterópodos planctónicos (Pterópodos y Heterópodos) como Bioindicadores de los Eventos “El Niño” 1992 y 1997-1998, en la estación fija “La Libertad”, Ecuador. . Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 9, No. 1, pp. 129-144

Keen, M. 1971.- Sea shells of tropical West America; Marine mollusks from Baja California to Peru. Second edit. Stanf. Univ. Calif., pp. 1-1064

Moreano H., E. Zambrano, R. de Suescum y N. Paredes 1986. El Niño 1982-1983, su formación, su desarrollo y sus manifestaciones en aguas ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR-Ecuador, Vol. 3(1), pp. 1-23

Tesch, J.J. 1946.- The thecosomatous Pteropods. I. The Atlantic. Dana report. No. 28, pp. 82

Van der Spoel, S. y D. Boltovskoy 1981 Atlas de zooplancton del Atlantico Sudoccidental. Pterópoda. Publ. Esp. INIDEP. Mar del Plata. Argentina. Pp. 493-530

Wyrski K., 1975. El Niño – The Dynamic response of the Equatorial Pacific Ocean to Atmospheric Forcing. J. Phys. Oceanography, 5:pp: 572-584

Zambrano E., 1986. El Fenómeno de El Niño y la Oscilación Sur (ENSO). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR-Ecuador. Vol. 3(1), pp: 195-203

Zambrano E., 1996. El Niño. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR-Ecuador. Vol. 8(1), pp: 109-114

REFERENCIAS CONSULTADAS

<http://airsea-www.jpl.nasa.gov/ENSO/welcome.html>

<http://www.imn.ac.cr/educa/ENOS-2.htm#INTRODUCCIÓN>