

VARIABILIDAD CLIMÁTICA, CAMBIO CLIMÁTICO Y PESQUERÍAS EN EL ECUADOR

MS. c Johnny Chavarría Viteri

Investigador Instituto de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (INCYT) (UPSE)
jchavarría@upse.edu.ec



Blgo. Dennis Tomalá Solano

Investigadora Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CEIDA) (UPSE)



RESUMEN

La variabilidad climática es la norma que ha modulado la vida en el planeta. Este trabajo demuestra que las pesquerías y acuicultura costera ecuatorianas no son la excepción, puesto que tales actividades están fuertemente influenciadas por la variabilidad ENSO (El Niño-Oscilación del Sur) y PDO (Oscilación Decadal del Pacífico), planteándose que la señal del cambio climático debe contribuir a esta influencia. Se destaca también que, en el análisis de los efectos de la variabilidad climática sobre los recursos pesqueros, el esfuerzo extractivo también debe ser considerado.

Por su parte, la acción actual de la PDO está afectando la señal del cambio climático, encontrándose actualmente en fases opuestas. Se espera que estas señales entren en fase a finales de esta década, y principalmente durante la década de los 20 y consecuentemente se evidencien con mayor fuerza los efectos del Cambio Climático.

Palabras Clave: Variabilidad Climática, Cambio Climático, ENSO, PDO, pesquerías, Ecuador.

ABSTRACT

Climate variability is the standard that has modulated life in the planet. This work shows that the Ecuadorian fisheries and aquaculture are not the exception, since such activities are strongly influenced by ENSO variability (El Niño - Southern Oscillation) and PDO (Pacific Decadal Oscillation), considering that the signal of climate change should contribute to this influence. It also emphasizes that in the analysis of the effects of climate variability on the fishing resources, the extractive effort must also be considered. For its part, the current action of the PDO is affecting the signal of climate change, now found on opposite phases. It is hoped that these signals come into phase at the end of this decade, and especially during the decade of the 20's and more strongly evidencing the effects of climate change.

Keywords: Climate variability, climate change, ENSO (El Niño - Southern Oscillation) and PDO (Pacific Decadal Oscillation); fisheries, Ecuador.

1 INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco tiempo, expresiones como efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático, estaban restringidas al lenguaje científico. No obstante, la amplia difusión mediática y la preocupación ambiental recientes han trasladado su uso a la sociedad, la cual los utiliza prácticamente como términos sinónimos. En

este contexto, el aspecto más recurrentemente planteado, como evidencia del calentamiento global, ha sido el retroceso de glaciares y en general la pérdida de las distintas manifestaciones de hielo y nieve a lo largo del planeta.

El 17 de febrero de 2002, Skvarca y De Angelis (2002), investigadores del Instituto Antártico Argentino alertaron desde la Antártida, que se intensificaba la desintegración de la barrera de hielo Larsen B. Es así que, entre el 31 de enero y el 17 febrero, en el breve lapso de 41 días, se desintegró una barrera de 3250 km², inmensa estructura de hielo de dimensiones comparables en tamaño a algunas provincias ecuatorianas. Esta desintegración de una plataforma de hielo milenaria, probablemente originada en la última época glacial hace 11000 años, originó una reacción científica y mediática ante el calentamiento global cuyas repercusiones son conocidas por todos. La fusión de hielo en las zonas Larsen no ha disminuido, estimándose un derretimiento total, desde 1975, superior a 12000 km². Mientras que, en el sector del archipiélago de las Shetland del Sur, particularmente en la Isla Greenwich, donde se asienta la estación Científica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado, en la Península Antártica, Icaza y Burbano (2007) reportaron el retroceso del Glaciar Quito, en longitudes que varían entre los 40 a 230 m, desde la línea de costa, en el lapso comprendido entre los años 2004 y 2007. El deshielo del ártico no ha sido menos dramático, habiéndose abierto rutas navegables donde nunca antes las hubo en el Océano Ártico según reporta la Agencia Espacial Europea (2007).

Es válido entonces preguntarnos si las causas que originan estos efectos también pueden afectar el entorno ecuatorial incluyendo nuestras pesquerías y sistemas acuícolas. Entender esto puede resultar una tarea muy compleja, si se considera la gran cantidad de variables que afectan una pesquería. Cuando hablamos de cambio climático a nivel científico debemos atender procesos que no necesariamente presentan un origen antropogénico. La variabilidad climática está sujeta a la interacción de procesos que muchas veces presentan procesos cíclicos, cuya periodicidad puede ser tanto o más larga que un ciclo de vida humana, para entender esto debemos recurrir al análisis de series de tiempo, y obviamente a la interpretación de información producida aun antes de que esta pudiera ser medida, es decir información paleoclimática.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar los efectos de la variabilidad climática y cambio climático sobre las pesquerías y acuicultura costera ecuatorianas.

2.2 Objetivos específicos

Analizar la variabilidad climática y su relación con el cambio climático de origen antropogénico en un contexto climatológico local.

Interpretar posibles efectos de la variabilidad y cambio climáticos sobre pesquerías ecuatorianas.

Presentar relaciones entre la variabilidad climática y la acuicultura del camarón marino.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo constituye un resumen expandido de las actividades desarrolladas por los autores en el marco de ejecución de los Programas de Estudios del Cambio Climático (PECC), de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). El documento presenta una interpretación libre de información climática generada a nivel internacional, en respuesta al interés actual en el cambio climático, e información pesquera y acuícola nacional. También interpreta información climática generada en las Estaciones Oceanográfica El Pelado y Meteorológica San Pedro del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) en la costa de la Provincia de Santa Elena, así como información obtenida por el PECC sobre procesos costeros.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variabilidad Climática y Cambio climático

Zachos et al. (2001, en Sharp, 2004) demostraron que las varianzas del clima y de la química del carbono oceánico estaban concentradas en todos los Ciclos de Milankovitch, es decir que las fluctuaciones en la concentración de carbono, y por lo tanto del clima y de la productividad biológica del planeta, están relacionadas a variaciones cíclicas de gran escala como las periodicidades de las oscilaciones de la excentricidad de la Tierra (100000 años), inclinación del eje de la Tierra (41000 años) y precesión (23000 años). Estas relaciones impulsaron en el pasado la necesidad de estudiar el clima en una escala de tiempo sin registro bajo las bases actuales de monitoreo, surgieron entonces los estudios paleoclimáticos en testigos de capas de sedimentos en los fondos marinos o lacustres, rasgos en rocas sedimentarias, estudios de testigos de hielo glacial o antártico, tomados en algunos casos en sitios donde actualmente ya no existe hielo, quedando únicamente la evidencia de laboratorio, etc.

Una vez revelada la historia paleoclimática del planeta se hizo evidente la ocurrencia de sucesivas glaciaciones, aproximadamente diez en los últimos 900.000 años, sin considerar otras fluctuaciones menores. En contraparte, se han producido períodos interglaciares de calentamiento que hicieron prosperar distintas formas de vida, el último de los cuales se produjo hace 18.000 años, para terminar aproximadamente hace 11.000 años con la última época glacial. Estas fluctuaciones paleoclimáticas han originado fluctuaciones en la expansión o retroceso de hielo glacial, y consecuentemente han modulado la vida sobre el planeta.

Luego de la última glaciación, ha devenido un período de calentamiento, no exento de ciertas variaciones, como la pequeña época glacial reportada entre los años 1500 a 1800 de nuestra época (Sharp, 2004). Estas fluctuaciones climáticas, ocurridas durante la presencia del hombre actual han contribuido a escribir su propia historia. Pascal Acot (2005) en su *Historia del Clima*, realiza un amplio detalle de esa relación.

No obstante, a la inversa, la presencia del hombre, con su incontrolado consumo de combustibles fósiles, está contribuyendo ahora a la variabilidad climática, con el llamado Cambio Climático en su versión antropogénica; aportando al calentamiento natural del planeta con la introducción de CO₂ a la atmósfera en niveles nunca antes establecidos, contando por lo menos durante los últimos 400.000 años, según estudios de testigos de hielo antártico (National Geographic Society, 2007).

Considerando que el cambio es la norma en lo que respecta al clima y la vida en el planeta, es válido preguntarnos cuáles son los efectos de esta variabilidad sobre las pesquerías, y sus efectos sobre los sistemas acuícolas, por otro lado podemos también cuestionarnos sobre los efectos del cambio climático, en su concepción actual, sobre estos recursos.

En este contexto, es necesario indicar que el establecimiento de relaciones entre el clima y la pesquería/acuicultura dependerá de la extensión de las series de tiempo pesqueras en nuestro país. De hecho, el registro sistemático de la historia pesquera ecuatoriana es relativamente corto.

Por otro lado, siendo los recursos pesqueros, en esencia migratorios (a distintos niveles) su distribución dependerá de eventos climáticos de escala espacial superior a las dimensiones del mar ecuatoriano. Es importante identificar esos eventos y sus manifestaciones temporales, para estimar sus efectos sobre las pesquerías.

Con mucha ventaja, el fenómeno oceánico más reconocido es el Fenómeno cálido El Niño y su contraparte fría La Niña. Los dos eventos son la manifestación extrema de una misma variabilidad climática conocida como ENSO o ENOS (El Niño – Oscilación del Sur). Esto refleja un aspecto clave en el clima que es la memoria climática del océano, que contribuye esencialmente a que el balance calórico planetario no se realice en la escala anual climatológica, sino que se presente en una periodicidad interanual. La varianza de las series de tiempo climáticas ecuatorianas influenciadas por ENSO son generalmente la contribución más fuerte de una serie de anomalías.

No obstante, existen otras manifestaciones del océano en escalas de tiempo más amplias, que han determinado fuertes relaciones con pesquerías extraregionales, una de ellas es la Oscilación Decadal del Pacífico o PDO, que en realidad es una oscilación interdecadal que afecta principalmente la región ecuatorial y norte del Pacífico, de este modo durante períodos aproximadamente superiores a las dos décadas se presenta una tendencia del Pacífico Oriental hacia las condiciones cálidas (frías), mientras que el Pacífico Nor-Occidental se encuentra en la fase contraria fría (cálida). Ejemplos de fuertes correlaciones de pesquerías con PDO son las pesquerías de

Salmón del Pacífico, Sardina Japonesa y Sardina de California (IPCC, 2001).

Otra condición importante en la interpretación del clima es el efecto hemisférico. Por un lado si consideramos que el Océano Pacífico, por su enorme extensión, ocupa prácticamente un hemisferio del planeta, en una perspectiva Este – Oeste, es factible entender que este océano es un modulador del clima mundial conjuntamente con el continente antártico. Mientras que, en una perspectiva Norte – Sur, las masas continentales se distribuyen principalmente hacia el Hemisferio Norte (HN) y las grandes masas oceánicas hacia el Sur. Consecuentemente, la redistribución de las anomalías térmicas cálidas más acusadas en asociación al cambio climático, están afectando de manera más agresiva al HN. National Geographic Society (2007) en un compendio de información científica de varios administradores internacionales del clima, indica que el cambio de temperatura en la superficie para el período 1976-2006 ha alcanzado +4° C en algunos sectores del HN, incluyendo el Ártico, mientras que para el Hemisferio Sur (HS), se reporta incluso un fenómeno contrario, con temperaturas frías de hasta -2° C. Para el caso específico del mar ecuatoriano, se reporta un cambio de temperatura de hasta -0.5° C, mientras que en contraste, para el componente continental ecuatoriano se indica un calentamiento de hasta 0.5° C, para el mismo período. Es decir que mientras el área continental ecuatoriana se ha estado calentando, el área oceánica ha presentado una tendencia hacia el enfriamiento.

El efecto del cambio climático en el océano trasciende el componente térmico e involucra otras variables con efectos sobre los organismos vivos. Por un lado el incremento de la temperatura favorece la expansión térmica del agua que, sumada al aporte de agua del deshielo glaciar, produce un incremento del nivel del mar que afecta los procesos y la morfología costeros, incluyendo efectos sobre los ecosistemas de manglar. Por otro lado, un eventual incremento de las precipitaciones podría influenciar los niveles de salinidad costera y estuarina, introduciendo nuevos factores osmóticos en los ecosistemas marinos costeros. Finalmente, puesto que la presión parcial del CO₂ atmosférico sobre el océano, se encuentra en aumento, el mar se constituye en el sumidero más importante de este gas, contribuyendo a su acidificación a través de su conversión a ácido carbónico. En consecuencia, las pesquerías podrían afectarse por varias razones, entre ellas: temperaturas inadecuadas para la reproducción, emigración, reducción de la biomasa de plancton, dificultades para encontrar alimento, desarrollo de patógenos y parásitos favorecidos por el incremento de temperatura, disminución en la abundancia de larvas de peces, etc.

4.2 Variabilidad Climática, Cambio climático y Pesca

Un aspecto fundamental de la dinámica poblacional es el Stock (existencia) o subconjunto de una especie factible de ser explotado. El Stock mantiene su nivel en respuesta a la interacción de varios factores de incremento y reducción. Entre los factores de incremento se encuentran el Reclutamiento, o ingreso de nuevas cohortes al Stock, y el Crecimiento, incremento de la biomasa por crecimiento de los reclutas. Mientras que el factor reductor es la Mortalidad Natural.

Cuando el Stock está sometido a un esfuerzo pesquero, su biomasa disminuye por la Mortalidad por Pesca y se estabiliza a un nivel inferior. La interacción de estos factores de mortalidad adquiere características sinérgicas en un ambiente de variabilidad climática y puede conducir al colapso de una pesquería. En consecuencia, la introducción de un factor de estrés múltiple como el Cambio Climático, podría llevar a algunas especies en explotación a un peligro aun mayor en ausencia de una administración pesquera adecuada.

Una de las pesquerías ecuatorianas mejor documentadas es la de pelágicos pequeños, capturados por la flota pesquera sardinera. Como ejemplo se analiza los desembarques (INP, 2007) de Sardina Peruana (*Sardinops sagax*) en aguas ecuatorianas presentados en la Figura 1, los que han mostrado un dramático descenso desde sus máximos históricos reportados en 1985, en que se superó el 1'000.000 de TM. En este caso, se ha producido una fuerte interacción entre la variabilidad climática y el esfuerzo pesquero, consecuentemente, la reducción del Stock puede ser atribuida a la sinergia de los dos factores. Los círculos rojos (celestes) expresan la ocurrencia de eventos cálidos El Niño (fríos La Niña). Los ascensos en las capturas han estado asociados a la presencia de aguas frías, los descensos a la presencia de aguas cálidas.

Desembarques de Sardina Peruana

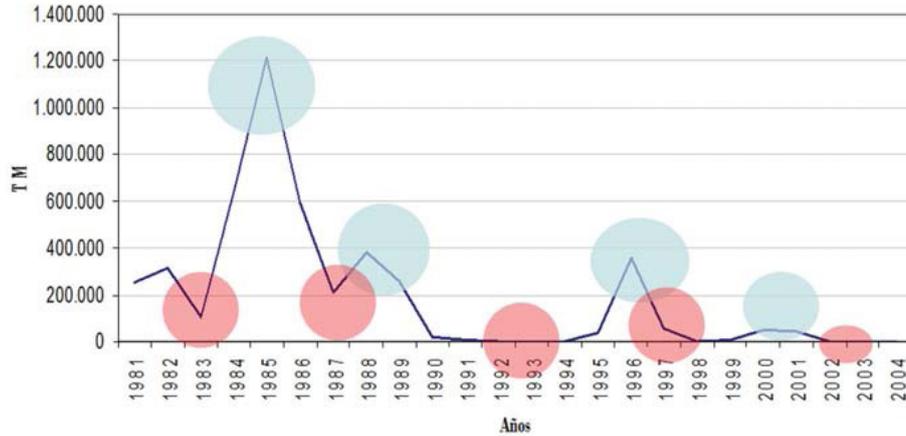


Figura 1. Desembarques Sardina Peruana (*Sardinops sagax*) en aguas ecuatoriana y ocurrencia de eventos ENSO.

Por otra parte, en la Figura 2 se presenta una comparación de las pesquerías de Macarela (*Scomber japonicus*) y Sardina Peruana (*Sardinops sagax*). Se destaca que, al igual que en los desembarques de Sardina, las capturas de Macarela están influenciadas por la variabilidad ENSO (únicamente se ha destacado la ocurrencia de eventos cálidos). No obstante, una interpretación errónea de la información podría indicar que en el año 1997, durante la ocurrencia de uno de los eventos más fuertes de El Niño registrados el siglo pasado; en que se presentó un repunte en las capturas de Macarela, podría estar asociado a una mejoría en el estado del Stock, lo que no fue así. El gráfico refleja un incremento en los desembarques asociados al acercamiento del Stock a la costa en una acción desesperada del recurso por mantenerse en la reducida franja de aguas menos calientes que aun quedaban frente al Ecuador, lo que ubicó al recurso en una posición vulnerable ante la flota pesquera, generando una falsa imagen de abundancia. Por otra parte, los círculos rojos abiertos, indican períodos con reportes de sobreexplotación por crecimiento, asociados a la captura de juveniles que no habían tenido la oportunidad de reproducirse, afectando los futuros reclutamientos y consecuentemente al Stock, el cual se encuentra en estado crítico. Este análisis refuerza lo expresado anteriormente sobre los efectos conjuntos de la extracción y la variabilidad climática.

Desembarques de Macarela y Sardina

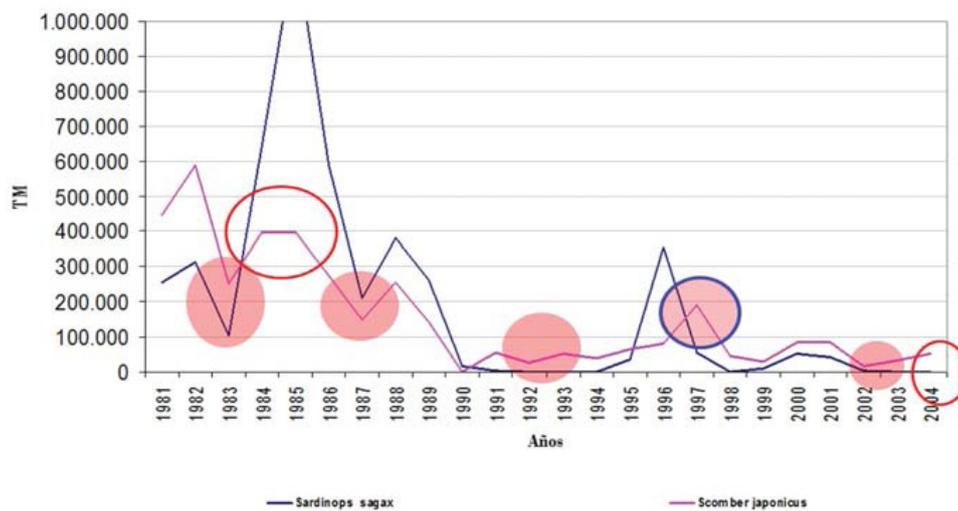


Figura 2. Comparación de los desembarques de Macarela (*Scomber japonicus*) y Sardina Peruana (*Sardinops sagax*) en aguas ecuatorianas en relación a la ocurrencia de eventos ENSO y factores de sobreexplotación (círculos rojos vacíos).

La interpretación de las series de tiempo no permite discriminar el efecto del cambio climático sobre estos recursos, no obstante un análisis de las condiciones oceanográficas actuales expresan que, a nivel marino, frente a las costas ecuatorianas, las características actuales del clima son favorables para los recursos, sin embargo el descenso histórico de los Stocks no ha permitido a estas especies recuperar espacios aprovechando las condiciones presentes, moduladas por la fase fría de la PDO. En la Figura 3 se presenta una representación gráfica elaborada por el PECC del Índice de la PDO.

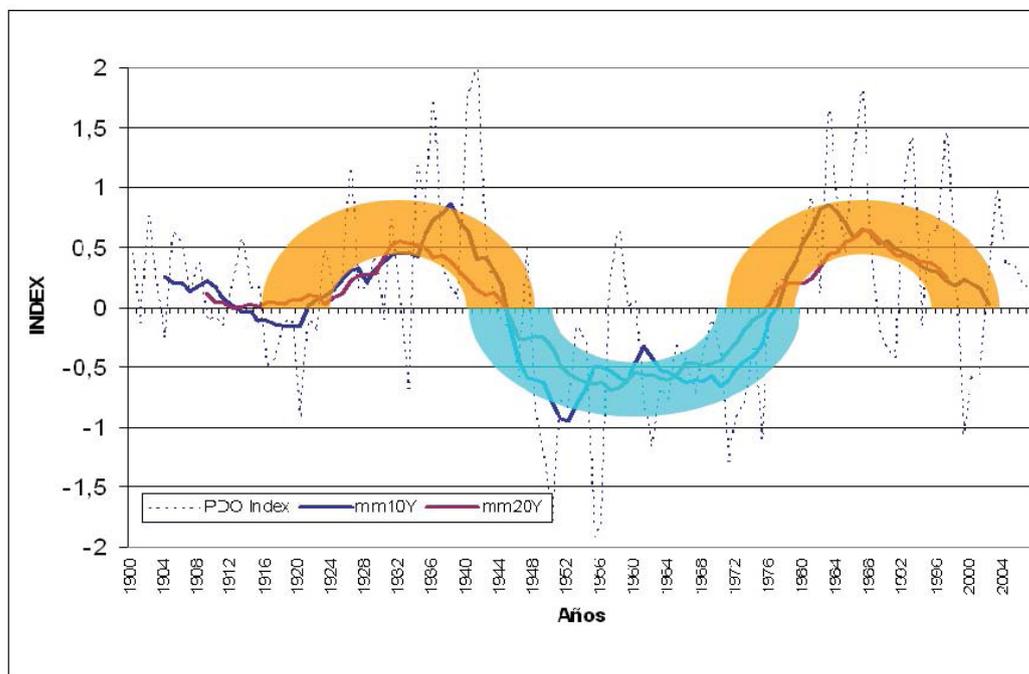


Figura 3. Serie de tiempo mostrando el comportamiento del Índice de la PDO con varios filtros numéricos.

Las líneas gruesas de la Figura 3 representan el Índice de la PDO para medias móviles de 10 años (línea azul) y 20 años (línea roja). Las franjas gruesas sobre la línea media expresan la ocurrencia recurrente de eventos cálidos (sucesivos El Niño) durante largos períodos, e.g. los El Niño 1982-83, 1987, 1992 y 1997-98. La franja gruesa bajo la línea indica la ocurrencia recurrente de eventos fríos (sucesivas La Niña) durante períodos extensos. La proyección hacia el estado actual es de una posición media hacia la fase fría, corroborada por la ausencia total de eventos El Niño durante el período 1998 - 2010. Se espera que esta fase se mantenga durante buena parte de la presente década. No obstante, al entrar en fase de ascenso coincidiendo con la señal de cambio climático podría acelerarse el retorno de los El Niño a partir de finales de la presente década y principalmente durante la década de los 20s.

4.3 Variabilidad climática y acuicultura

La variabilidad climática ejerce también influencia sobre los sistemas acuícolas, siendo una de las variables a considerar en el manejo. Chavarría y Bayot (2007), en la Figura 4, establecen relaciones entre el clima y la producción de camarón en granjas en la costa ecuatoriana.

Como se observa en la figura, los períodos de ocurrencia de El Niño han estado asociados a incrementos en la producción del camarón, mientras que los años con descenso de temperatura han representado caídas en las exportaciones.

La presencia de La Niña ha estado relacionada en general a la ocurrencia de epidemias. El caso más dramático fue la presencia de la Enfermedad de la Mancha Blanca producida por WSSV durante el largo período de La Niña 1998 – 2001. En el período Pre-Mancha Blanca se aprecia una fuerte correlación entre la producción camaronesa nacional y la temperatura superficial del mar en la Estación Oceanográfica El Pelado, mientras que, en el período posterior, las acciones de manejo acuícola han contribuido a resistir y enfrentar de mejor manera el forzamiento climático.

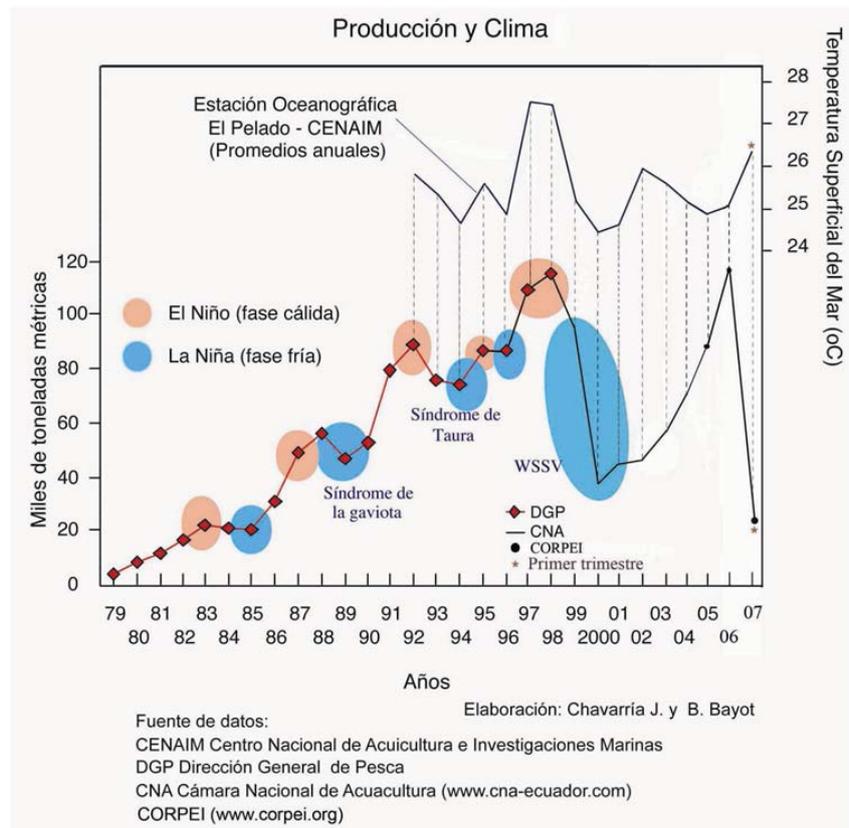


Figura 4. Relación entre la variabilidad climática ENSO y la producción de camarón de exportación en el Ecuador.

5 CONCLUSIONES

. La variabilidad climática es la norma y sus efectos son de alcance planetario. Las pesquerías, al presentar distintos grados de movilidad, deben interpretarse bajo un esquema de larga escala climática espacial y temporal.

. Los recursos pesqueros nacionales y la acuicultura costera responden a la variabilidad climática, principalmente a las Oscilaciones ENSO y PDO, las cuales ejercen una acción sinérgica con las acciones extractivas humanas.

. La actual situación climática está siendo modulada principalmente por la fase negativa de la PDO, lo que impide evidenciar el efecto de la señal del Cambio Climático en el Pacífico Sudeste.

. A finales de la presente década, la acción conjunta de una PDO ascendiendo a la fase positiva sumada al efecto Cambio Climático, podría presentar fuertes efectos sobre las pesquerías al regresar a la recurrencia de eventos El Niño en un nuevo escenario más cálido.

. Los resultados obtenidos de la interpretación libre de la información climática y pesquera son de interés para los docentes y estudiantes de Ciencias del Mar y Ciencias Agrarias, así como para los integrantes del Centro de Estudios Integrales del Ambiente, y en un sentido más amplio para los interesados en las Ciencias Económicas y Sociales por las repercusiones en esos ámbitos que se observarán en las próximas décadas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Espacial Europea (ESA). 2007. Rutas navegables en el Ártico. <http://esamultimedia.esa.int/images/EarthObservation/Envisat/Acot>, P. 2005. Historia del Clima, Desde el Big Bang a las Catástrofes Climáticas. Primera Edición. Buenos Aires. El Ateneo, 272p.

Chavarría J. y Bayot, B. 2007. La influencia del Clima en la Producción camaronera. Producción y Clima. ACUICLI-

MA-CENAIM. <http://www.cenaim.espol.edu.ec/acuiclim/clima.html>

Sharp, G. D. 2004. Cambio climático y pesquerías regionales en el futuro: análisis en colaboración. FAO: Documento Técnico de Pesca No 452. Roma, FAO. 84p.

Skvarca, P. y De Angelis, H. 2002. Desintegración de la barrera de hielo Larsen B en la Península Antártica. Conferencia de Prensa en DNA-IAA. Disponible en <http://www.dna.gov.ar/DIVULGAC/LARSEN2.HTML>

Icaza, P. y Burbano, L. 2007. Monitoreo de Glaciares, Isla Greenwich - Antártida. Ecuador Antártico. Instituto Antártico Ecuatoriano. Año 2, No.3. 15p.

Instituto Nacional de Pesca. 2007. Estadísticas de desembarques. Disponibles en <http://www.inp.gov.ec>.

IPCC. 2001. Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Marine Fish. UNEP/WMO.

National Geographic Society. 2007. Clima Cambiante/Tierra Invernadero. Revista National Geographic. Edición de octubre de 2007.