

El Niño 1997-1998: Sus efectos en el sector pesquero industrial de la zona norte de Chile.

El Niño 1997-1998: Effects on the industrial fishing sector in the northern Chile.

JOSÉ R. CAÑÓN C.
CORPESCA S.A.

El Golf 150, Santiago, Chile
jcanon@corpesca.cl

RESUMEN

Los efectos que el evento El Niño 1997-1998 produjo en la pesquería industrial de la zona norte de Chile son revisados, analizando los desembarques industriales de los principales recursos pelágicos. Para evaluar los efectos del ambiente se usó la serie de datos oceanográficos obtenida durante cruceros efectuados en la zona en dicho período y especialmente datos derivados del monitoreo mensual de las condiciones ambientales que rutinariamente las empresas pesqueras de la zona llevan a cabo. Se concluye que el mayor efecto de este evento se tradujo en una drástica caída en la abundancia de la anchoveta, lo que precipitó una completa reestructuración del sector pesquero industrial de la zona norte.

ABSTRACT

The effects that El Niño event 97-98 produce in the industrial fishery of the northern zone of Chile are reviewed analyzing the industrial landings of the main pelagic resources. In order to evaluate the effects of the environment in the main resources series of oceanographic data obtained during

cruises conducted in the zone in this period related with sea surface temperature and its anomaly and those data derived from monthly monitoring of the environmental conditions performed by the fishing industry are used. The study concludes that the major effect of this event was observed in a drastic fall in the abundance of the anchoveta, who precipitated one complete rearrangement of the industrial fishing sector in the Northern zone of Chile.

INTRODUCCIÓN

La estrecha dependencia que existe entre los factores ambientales y la pesca de especies pelágicas, está bien documentada en la literatura científica respecto de varias pesquerías alrededor del mundo y, muy en especial, en las pesquerías existentes en el área del océano Pacífico oriental tropical (Sharp, 1981; Barber & Chávez, 1983; Sharp & Csirke, 1983; Serra, 1983; Zuta & Tsukayama, 1983; Martínez *et al.*, 1985; Arntz *et al.*, 1985; Cañón, 1986a & 1986b; Bernal, 1990; Jordán, 1991; Yáñez *et al.*, 1994). Dentro de estos factores ambientales, aquellos relacionados con el fenómeno El Niño aparecen como los más relevantes a la hora de explicar los cambios

Palabras claves: El Niño, anchoveta, variabilidad ambiental, pesquerías, monitoreo.

Key words: El Niño, anchovy, environmental variations, fisheries, monitoring.

en abundancia, vulnerabilidad y distribución de los recursos pelágicos en esta región, de la cual la zona norte de Chile es parte integral.

El Niño es un fenómeno de ocurrencia normal en esta parte del océano Pacífico (Zuta & Guillén, 1970; Wyrki, 1975; Quinn & Burt, 1978; Quinn & Neal, 1982; Rasmussen & Wallace, 1983; Roplewski & Halpert, 1987; Enfield, 1989), que corresponde a la fase cálida de un ciclo que tiene también una fase fría, denominado La Niña, que se alternan oscilando el sistema en ciclos de alrededor de 11 años (Glantz, 1980). Actualmente, se reconoce que este fenómeno tiene alcances globales y que sus repercusiones se hacen sentir en gran parte del planeta, produciendo variados efectos no sólo en la biota marina, sino también en el clima y en especial en los regímenes pluviométricos (Kiladis & Díaz, 1989; Glantz *et al.*, 1991).

A través de varios programas de investigación multinacionales y en especial bajo el alero del programa TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere), se ha logrado un conocimiento más acabado de la variabilidad estacional e interanual del océano Pacífico y sus efectos en el clima, y en el océano en varias regiones de la Tierra. El mayor resultado obtenido ha sido el reconocimiento de que el clima en la Tierra es un sistema acoplado que comprende la atmósfera global, los océanos mundiales, los procesos en la tierra y, lo más importante, que existe una estrecha interacción entre estas componentes.

A partir de mediados de la década del cincuenta comienza a desarrollarse una intensa actividad pesquera, tanto en Perú como en la zona norte de Chile, basada principalmente en la captura de la anchoveta (*Engraulis ringens*), la cual se extiende hasta nuestros días (Cañón, 1978).

En este lapso se ha podido observar que los efectos de El Niño en el ecosistema pelágico del océano Pacífico oriental no han sido siempre iguales, dependiendo en gran medida de la intensidad y duración del even-

to, de la época de ocurrencia, del período de máxima intensidad y en especial de la composición faunística presente en el ecosistema al tiempo de su ocurrencia (Zebiak, 1999).

Asimismo, se ha podido apreciar en esta región, en los últimos cuarenta años, la ocurrencia de cambios de más largo plazo en la composición porcentual de especies, pasando de períodos en que la anchoveta es la especie dominante en la comunidad pelágica, a períodos en que la especie dominante es la sardina (*Sardinops sagax*) (Yáñez *et al.*, 1992; Chávez *et al.*, 2003).

El Niño 1997-1998 a nivel global ha sido ampliamente estudiado por diversos autores e instituciones (NOAA, 1997; IMARPE, 1999; Mac Phaden, 1999). De estos trabajos se desprende que a lo largo del ecuador, este evento se caracteriza por un calentamiento anómalo de la capa subsuperficial del mar que lentamente deriva hacia la costa sudamericana desde fines de 1996 y comienzos de 1997, cuando se observan anomalías térmicas positivas en esta región.

El hundimiento de la termoclina frente a Ecuador se intensificó a partir de mediados de 1997, culminando en una fase madura de este evento con máximas anomalías de la temperatura superficial del mar en los meses de noviembre y diciembre. A partir de entonces, el evento comienza a declinar gradualmente, hasta conectarse con el inicio del período de La Niña, el cual se observa a partir de julio de 1998.

Una vez que las ondas Kelvin comienzan a hacer su arribo a la costa sudamericana, continúan su tránsito en dirección polar en ambos hemisferios como ondas costeras atrapadas, produciendo entonces un hundimiento de la termoclina con déficits de nutrientes y su correspondiente impacto en el ecosistema. Esta propagación de ondas fue más intensa en el ramal hacia el sur del Ecuador, alcanzando hasta la zona centro sur de Chile con anomalías positivas de más de 2 °C.

Al norte del Ecuador la propagación de estas ondas costeras atrapadas fue discontinua, con descenso de las anomalías al sur de los 20° N y un aumento de las anomalías al norte de este punto, pero con considerables espacios de tiempo respecto a lo que ocurrió frente a las costas chilenas (Enfield, 2000).

El Niño 1997-1998 se presentó en la costa norte de Chile con una secuencia en el tiempo y en su intensidad diferente a la de eventos anteriores, con características únicas, las que aquí son analizadas en especial el efecto presentado en los cambios temporales en la temperatura superficial del mar y en las anomalías de temperatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información procedente de los cruceros oceanográficos estacionales (MOBIO), realizados en la zona norte de Chile en el marco del Proyecto de Monitoreo Biológico Oceanográfico en la zona norte de Chile, durante 1997 y 1998 (Braun *et al.*, 1998 y 1999), para ver como evolucionó la temperatura superficial del mar desde que se inició el evento en nuestra costa, hasta que comenzó su declinación, basándose en el cálculo de las anomalías de la temperatura superficial del mar en las diferentes estaciones de los años 1997 y 1998. (Figs. 1 y 2).

Adicionalmente, se utilizó la información de temperatura superficial del mar obtenida en los cruceros de CORPESCA S.A., en los meses en los cuales no se realizaron cruceros MOBIO, para detectar anomalías de menor espectro de tiempo, complementándose con información de satélites NOAA que entregan temperatura superficial del mar diaria. La información satelital se ha resumido en cartas mensuales de la TSM para este período (Figs. 3 y 4).

La información de capturas mensuales durante los años 1997 y 1998 se ha obtenido de los Anuarios Estadísticos del Servicio Na-

cional de Pesca (Sernapesca, 1997 y 1998), para los puertos de Arica, Iquique, Tocopilla y Mejillones, que es de donde se realizan los desembarques de la flota pesquera industrial que opera en la zona norte de Chile.

Información complementaria sobre el esfuerzo pesquero y sobre áreas de pesca, se han obtenido de las propias empresas pesqueras de la zona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consistente con lo que ocurría a escala global en el océano Pacífico oriental a fines de marzo de 1997, en gran parte de la zona costera frente a Chile, y en especial en la franja de las primeras 15 millas de la costa, se presentaban anomalías térmicas positivas de hasta +2 °C, mientras que las aguas oceánicas presentaban en dicho período condiciones normales (Fig. 1).

En mayo de 1997, la condición anómala se había extendido más allá de las 100 millas de la costa con anomalías de +2 °C, con excepción de la parte oceánica frente a Arica que presentaba anomalías menores entre +0,5 a +1 °C, mientras que la zona frente a Antofagasta presenta anomalías positivas mayores de +3 °C.

De agosto a diciembre de 1997, el efecto de El Niño frente a la costa norte de Chile se hace sentir con mayor intensidad, llegando a observarse en diciembre anomalías de hasta +4 °C en la zona costera entre Pisagua e Iquique. Este es el período en el cual El Niño se presenta con mayor intensidad en la zona norte de Chile y donde efectivamente se puede apreciar su efecto en la pesquería pelágica industrial.

La condición ambiental cálida se mantiene fuertemente alterada en los dos primeros meses de 1998, para comenzar a debilitarse sólo a partir de marzo de este año, aunque aún persisten en esa época en la zona costera áreas con anomalías de +2 °C formando verdaderos bolsones de agua cálida.

En mayo de 1998, el sistema se ha recuperado, y se encuentra una condición bastante cercana a lo normal. Es a partir de entonces que se comienza a observar un rápido tránsito a la condición inversa, es decir a una fase fría, lo cual desembocará en los meses venideros en un nuevo evento La Niña (Fig. 2).

Esta secuencia de amplias zonas con temperaturas cálidas y salinas en la zona norte, formando una verdadera cuña durante los primeros meses de 1998, hasta su tránsito a condiciones diametralmente opuestas a mediados del año, queda muy en claro al revisar imágenes compuestas por meses de temperaturas obtenidas mediante satélite (Figs. 3 y 4).

Así entonces se tiene que el mayor efecto de la condición cálida en la zona norte de Chile se produce a partir de marzo de 1997, con un período más intenso entre noviembre de 1997 a febrero de 1998, para debilitarse por completo desde fines de mayo de 1998.

Se puede decir que El Niño estuvo presente en la costa norte de Chile en diferentes grados de intensidad durante el lapso de quince meses, de los cuales solamente cinco de ellos fueron de real intensidad y, por ende, afectaron efectivamente la distribución, abundancia y comportamiento de la fauna pelágica en la zona.

Determinada la secuencia en el tiempo de este evento y sus diferentes intensidades frente a la costa norte de Chile, se verá ahora cuál fue la respuesta exhibida por los diferentes recursos pelágicos que sustentan la actividad pesquera industrial en la zona, en estos distintos escenarios ambientales derivados de El Niño 1997-1998.

ANCHOVETA (*Engraulis ringens*)

El recurso anchoveta presenta un desarrollo normal en su pesquería industrial hasta el comienzo del calentamiento, desplazándose los cardúmenes hacia la costa y elevando transitoriamente las capturas al inicio del evento por un aumento en la dis-

ponibilidad, llegándose a capturas en junio de 1997 a 350 mil toneladas (Fig. 5).

A partir de julio, cuando las anomalías positivas de la TSM se incrementan, la anchoveta se repliega hacia la costa y se profundiza observándose en agosto un comportamiento netamente demersal.

Esta situación se mantiene durante el último trimestre del año 97 y durante todo el 98, período en que las capturas de anchoveta son mínimas, decretándose una veda en los últimos meses del 98 que coincide con una baja en la disponibilidad del recurso. A pesar de la normalización en el ambiente, reflejado en anomalías térmicas pequeñas, las capturas se mantienen bajas. La presencia de anchoveta se renueva sólo a partir de febrero de 1999, al término de la veda de reclutamiento, con un comportamiento del recurso completamente normalizado.

En la zona norte de Chile, en el período 1957-2000, los eventos El Niño han tenido de parte de la anchoveta una respuesta similar, con excepción del evento de 1992-1993, en que el recurso no fue mayormente afectado a pesar de su intensidad (Blanco *et al.*, 2002).

En todos los demás eventos, la respuesta de la anchoveta al calentamiento se ha reflejado en una baja sustancial de las capturas, pero una vez finalizado los niveles de captura éstos se recuperan sustancialmente, a excepción del evento 1972-1973, en el cual luego de éste, la sardina reemplazó por un período largo a la anchoveta (Fig. 6). A partir de 1986, luego de la declinación de la sardina en la zona norte, comienza un nuevo período de predominio de la anchoveta en respuesta a un cambio en la condición ambiental. Desde entonces ocurren tres eventos El Niño, dos de los cuales —el del año 1987 y el de 1997-1998— producen las mayores bajas en las capturas. Es claro, además, que el nivel de capturas de este período es superior al del período 60 al 72, donde las bajas en las capturas aparecen menos espectaculares (Fig. 6).

De los Niños que han afectado mayormente la pesquería industrial de la anchoveta en la zona norte de Chile, el de 1972-73 y el de 1997-98 han sido los más catastróficos, superando este último al primero, produciendo la mayor caída histórica en los desembarques de anchoveta los que durante el año 1998, sólo alcanzan alrededor de 220 mil toneladas.

Una situación similar ocurrió en el Perú. A partir de marzo de 1997, en el norte, se observó un repliegue de la anchoveta hacia la costa concentrándose este recurso en las primeras veinte millas, haciéndola más accesible y vulnerable a la flota pesquera (Espino, 1999; Bouchon *et al.*, 2002). Gradualmente, este corrimiento se extendió al sur, entre los 11° y los 14° S, entre mayo y junio, con predominio de las capturas en los 13° S siendo Tambo de Mora, Pisco e Ilo los principales puertos de desembarque de esta especie. En julio, se aplicó una veda en Perú, dejando libre la operación de la flota en la zona al sur del paralelo 16° S, lo que en parte explica los mayores desembarques de anchoveta en esa área.

Al igual que en otros eventos El Niño, en el Perú se observó una migración de esta especie desde la zona norte hacia la zona sur del Perú y norte de Chile y se reporta, al igual que en la zona norte de Chile, el hundimiento de los cardúmenes en la medida que la termoclina se va profundizando, llegando durante diciembre y enero de 1998 a observarse la anchoveta distribuida por debajo de los cien metros de profundidad (Espino, 1999; Bouchon *et al.*, 2002) Entonces los niveles de capturas bajan, como resultado directo de esta acción, registrándose las más bajas capturas de la década.

SARDINA (*Sardinops Sagax*)

Esta especie tuvo un ciclo de abundancia en la zona norte de Chile entre 1978 y 1991, como resultado de condiciones ambientales favorables para su reproducción, coincidiendo con un período decadal más cálido en la región, con un máximo de capturas en Chile durante 1984 de 2,6 millones de toneladas. A partir de 1992, comienza una declinación de su abundancia, la cual se prolonga hasta nues-

tros días, donde nuevamente la anchoveta ha sido la especie predominante en la región (Cañón, 1986a & 1990; Chávez *et al.*, 2003).

Durante el período de mayor intensidad de este evento El Niño, los desembarques de esta especie se incrementaron levemente, sin ser relevantes en las capturas totales. Algo similar ocurre a fines del 98, sin que por ello medie el efecto El Niño (Fig. 7).

Esta especie, al igual que el jurel, se ve favorecida por períodos cálidos prolongados. Pero, en respuesta a los calentamientos de corto período como los asociados a El Niño, esta especie presenta un incremento en sus capturas, ya que el frente cálido que se genera actúa como barrera concentrando la población en la zona costera. Ello ocurrió en los eventos El Niño anteriores, cuando esta especie era la dominante en el ecosistema de la zona norte (Cañón, 1990).

JUREL (*Trachurus Symmetricus*)

La abundancia del jurel en el norte de Chile depende, al igual que en el Perú, de factores oceanográficos más que de los efectos de pesca; en ambas zonas el esfuerzo aplicado a este recurso ha sido en los últimos años marginal.

Entre estos efectos, el más importante es la presencia de aguas subtropicales superficiales (ASS), que se hacen presente en el Perú y norte de Chile por una parte, y del fortalecimiento o debilitamiento del flujo de la Corriente de Humboldt. Mientras mayor es el aporte de ASS en esta zona, más densa son las concentraciones del jurel y, por ende, su biomasa se incrementa notoriamente (Espino, 1999).

Es así como, en períodos cálidos, el jurel tiende a acercarse a la costa peruana y norte chilena, y se aleja en períodos fríos (Dioses, Davalos & Espino, 2000).

Otro hecho vinculado a esta especie en períodos El Niño es su estructura de tallas, la cual presenta una marcada juvenili-

zación con tallas medias de entre 21 a 22 cm longitud horquilla (LH). Esta presencia de ejemplares de baja talla se genera como resultado de la entrada a la pesquería de grupos de edad generados en períodos El Niño anteriores, los que ingresan a la pesquería en edades + 2 y + 3.

Ello ocurre también en El Niño 1997-1998, produciéndose un aumento en su biomasa como resultado de una condición favorable para el éxito de su desove y supervivencia larvaria, lo que da como resultado en períodos posteriores a una gran presencia de jureles de edad +2 y +3 en las capturas, tanto de Perú como en la zona norte de Chile.

Arcos, Cubillos & Núñez (2001) postulan profundos cambios generados en todo el litoral chileno por los efectos de El Niño 1997-1998, que alteraron las áreas de cría y de alimentación del jurel, afectando su comportamiento y modificando sus vías de migración. Sin embargo, estos autores señalan que estos cambios habrían afectado mayormente al jurel distribuido al sur del paralelo 30° S, donde esta especie es más abundante.

Las intrusiones de aguas cálidas al sur de los 30° S, y hasta los 40° S habrían desplazado el área de abundancia de este recurso más al sur que su hábitat natural, produciendo entonces una baja en los desembarques de la zona centro sur chilena y una mayor presencia también de ejemplares juveniles.

Así entonces, tenemos que durante los años 97 al 99 las capturas de jurel presentan una juvenilización en todo el litoral chileno, tanto en la zona norte como en la zona centro sur, observándose, sin embargo, que en la zona centro sur, los ejemplares presentan una talla modal mayor que en la zona norte de Chile.

Este comportamiento diferente del jurel en la zona centro sur de Chile y del norte de Chile y del Perú estaría indicando que ambos stocks son ecológicamente diferentes. (Cañón, 2001).

El comportamiento que tuvieron los desembarques de jurel durante este período en la zona norte indica que tan sólo en noviembre de 1997, las capturas se elevan, manteniéndose el resto del período en niveles bajos (Fig. 8)

CABALLA (*Scomber Japonicus*)

Esta especie aparece de modo esporádico en las capturas de la zona norte de Chile, sin llega a constituir un recurso estable que permita el desarrollo de una actividad industrial con sus capturas, diferente a su actual empleo como materia prima para la producción de harina de pescado, aunque sus niveles de abundancia parecieran estar aumentando en el último tiempo.

En efecto, en la primera fase de El Niño no se observa ningún cambio respecto a lo observado normalmente. Sin embargo, a partir de octubre de 1997, y sobretodo en noviembre y diciembre de ese año las capturas alcanzan máximos históricos. A partir de enero de 1998, comienzan las capturas a declinar abruptamente, para prácticamente desaparecer desde mayo en adelante (Fig. 9),

CONCLUSIONES

De la información ambiental obtenida de los cruceros efectuados durante el período que abarcó el evento El Niño 1997-1998 y de los monitoreos mensuales efectuados en la zona norte y de los registros satelitales por una parte y por otra, de los registros de desembarques pesqueros industriales separados por especies, es posible concluir que este evento afectó mayormente la abundancia de la anchoveta en la zona norte de Chile. Al comienzo del evento esta especie presentó una alta disponibilidad, lo cual se tradujo en un incremento de sus desembarques.

Sin embargo, cuando éste se había desarrollado plenamente en nuestras costas se produce una baja en la disponibilidad de la anchoveta debido a un cambio de su comportamiento pelá-

gico a uno más bien bento demersal, con la consiguiente baja en las capturas.

Durante el período de mayor intensidad del evento, se vio afectado el potencial reproductivo de la anchoveta, lo que se reflejó en una baja en su índice gonadosomático.

El reclutamiento de la anchoveta se vio afectado también, ya que no se observó como en años anteriores una masiva intrusión de juveniles durante el verano de 1998.

Respecto a las demás especies que constituyen la base de la actividad pesquera industrial en la zona norte el jurel, resultó favorecido, tal como ha ocurrido en anteriores El Niño, lo que ha creado condiciones favorables de pesca en los años posteriores al evento aunque con una mayor presencia de ejemplares juveniles.

La sardina se presentó más cercana a la costa, con una mayor disponibilidad para la pesca. Sin embargo, dada la actual condición de su biomasa, sus desembarques no fueron significativamente importantes.

En general, se puede concluir que en el corto plazo, el evento El Niño 1997-1998 produjo en la pesquería pelágica industrial de la zona norte de Chile un profundo efecto negativo en los desembarques de materia prima para la industria de harina y aceite de pescado, ya que esta actividad está sustentada en la actualidad, básicamente, por la captura de anchoveta.

Como resultado de ello el sector industrial se vio enfrentado a tomar drásticas decisiones, que habían sido postergadas en el tiempo, las que implicaron una completa reestructuración de las empresas, dando paso a la fusión de varias de ellas, a la reducción drástica del número de naves en operación y al cierre temporal de algunas plantas reductoras, todo lo cual produjo un gran impacto económico y social en la zona norte.

El nuevo, escenario industrial pesquero que se generó a partir de El Niño 1997-1998

en la zona norte de Chile, responde entonces de mejor manera a la actual realidad de los recursos en esta zona y por lo tanto garantiza su sustentabilidad futura.

REFERENCIAS

- Arcos D., L. Cubillos & S. Núñez. 2001. The jack mackerel fishery and the El Niño 1997-98 effects off Chile. In: McKinell *et al.* (ed.). Pacific climate variability and marine ecosystem impacts from the tropics to the Arctic. Progress in Oceanography, vol. 2002.
- Arntz W., A. Landa & J. Tarazona (ed.). 1985. El Niño. Su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar. Perú-Callao, 222 pp.
- Barber R. T. & F. P. Chávez. 1983. Biological consequences of El Niño. Science, 222: 1.203-1.210.
- Battisti D. S. & E. S. Sarachi. 1995. Understanding and predicting ENSO. Rev. Geophysics, vol. 33 Amer. Geophys. Union.
- Bernal, P., F. Robles & O. Rojas. 1982. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. En: Monografías Biológicas, 2: 75-100.
- Bergman J. W., H. H. Hendon & K.M. Weickman. 2000. Intraseasonal air sea interaction of El Niño 1997-98 Journ. Climate, 14: 1.702-1.719.
- Blanco J. L., P. Barría, J. Castillo & L. P. Atkinson. (2002). Response of anchovy (*E. Ringens*) off northern Chile to the 1997-1999 El Niño-La Niña sequence. En. Inv. Marinas, vol. 30 (1): 107-108.
- Bouchon M., E. Díaz, S. Cahuín & M. Ochoa. 2002. Effects of El Niño 1997-98 on the schooling behaviour of the peruvian anchovy (*Engraulis ringens*). En Inv. Marinas, vol. 30 (1): 182-183.

- Braun M. J. L. Blanco, J. Osses & J. Castillo. (1998). Monitoreo mensual de las condiciones biooceanográficas en la I y II Regiones. Informe Final FIP 96-07. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile) 128 p. + tablas y figuras.
- Braun M., J. L. Blanco, J. Osses & J. Castillo. (1999) Monitoreo biooceanográfico estacional de los recursos pelágicos en la I y II Regiones. Informe Final Proyecto FIP 97/02 Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile), 212 p.
- Braun M., J. L. Blanco, J. Osses, J. Castillo & H. Miles. (1999). Monitoreo biooceanográfico estacional de los recursos pelágicos en la I y II Regiones. Informe Final Proyecto FIP 98-08, Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile).
- Cañón J. R. (1978). Distribución de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en el norte de Chile en relación a determinadas condiciones oceanográficas en: IFOP. Serie Inv. Pesq. Núm. 30, 122 pp.
- Cañón J. R. (1985). La variabilidad ambiental en la zona norte de Chile y su influencia en la pesquería pelágica durante el Niño 1982-1983 en Inv. Pesq. (Chile), 32: 119-128.
- Cañón J. R. (1986a). Sea surface temperature and salinity variations off Northern Chile during the El Niño in relation to fish fluctuations en: AGU-IOC-WMO-CPPS Chapman Conference: An International Symposium on El Niño Unesco- IOC. Workshop Report No. 49: 83 p.
- Cañón J. R. (1986b). Variabilidad ambiental en relación con la pesquería nerítica de la zona Norte de Chile. En: La Pesca en Chile. P. Arana (ed.) Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 195-205.
- Cañón J. R. (2001). Estado actual del conocimiento sobre el jurel en Chile. Rev. Chile Pesquero Núm. 121: 24-27.
- Chávez, F. P., Ryan, J., Lluch-Cota, S., Ñiquen, M. (2003). From anchovies to saardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. Science 299: 217-221.
- Cubillos L. & R. Fuenzalida. (1990). El período cálido 1976-1984 y sus efectos en los desembarques de algunos peces de importancia comercial de la zona Norte de Chile. Cienc. y Tec. del Mar, CONA, 14: 3-19.
- Csirke, J. & G.D Sharp (ed) (1985). Informes de la Consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos. FAO Inf. Pesca, vol. 291 (1-2).
- Enfield D. B. (1989). El Niño, past and present. Review of Geophysics, 27 (2): 159-187.
- Enfield D. B. (1980). El Niño. Pacific Eastern Boudary Response to interannual forcing. En: Resource Management and environmental uncertainty. John Wiley & Sons Inc.
- Enfield D. B. (2000). Evolution and historical perspective of the 1997-1998 El Niño southern Oscillation event, Bull of Marine Science 2000.
- Espino M. (1999). El Niño 1997-1998: Su impacto sobre los recursos pesqueros y sus pesquerías. En: Forum El Fenómeno El Niño 1997-98 IMARPE.
- Glantz M., R. W. Kats & N. Nicholls (editores) (1991) Teleconexions linking worldwide climate anomalies. Cambridge University Press. Cambridge.
- IMARPE (1999). Forum El Fenómeno de El Niño 1997-1998. Evolución, Pronóstico y Mitigación. Publicación Especial IMARPE Perú.
- Jordán R. (1991). Impact of ENSO events on the Southern Pacific regions with special reference to the interaction of fishing and climate variability. En Teleconnections linking worldwide climate anomalies M.

- Glantz *et al.*, editors Cambridge University Press, 401-430.
- Kiladis G. N. & H. F. Díaz. (1989). Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. En *J. Climate* 2: 1.069-1.090.
 - Mac Phaden M. (1999). Genesis and evolution of the 1997-1998 El Niño. *Science*, 283: 950-954.
 - Martínez C. *et al.*, Efectos de El Niño 1982-83 sobre los recursos pelágicos en ecosistemas de la I región. En: *Inv. Pesq. (Chile)*, 32: 199-206.
 - NOAA. (1997). Climatic conditions associated with the el Niño 1997-98: Impacts and outlook. En: *Special Climate Summary 97/03*.
 - Quinn W. H. & V. T. Neal. (1982). The southern oscillation and climatic changes along the west coast of South America. *Procc. Seven Ann. Clim. Diag. Workshop. U.S. Dept. of Commerce Wash D.C.*, 326-339.
 - Rasmussen E. M. & J. M. Wallace. (1983) Meteorological aspects of the El Niño Southern Oscillation *Science*, 222: 1.195-1.202.
 - Robles F., E. Alarcón & A. Ulloa. (1976). Las masas de agua en la región Norte de Chile y sus variaciones en períodos fríos (1967) y cálidos (1969, 71-73). En *Reunión de Trabajo sobre el Fenómeno de El Niño COI UNESCO Guayaquil FAO. Inf. Pesca Núm. 185*.
 - Ropelewski C. F. & M. S. Halpern. (1987) Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño Southern Oscillation. *Mon. Weather Rev.*, 114: 2.352-2.362.
 - Serra J. R. (1983). Changes in the abundance of pelagics resources along the chilean coast. En: *FAO Fisheries Report Nº 291. Vol. 2 Roma, Italia*.
 - Wyrski K. (1975). El Niño - The dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. En: *Journal of Physical Oceanography Vol. 5 (4) 572-584*.
 - Yáñez E. & M. A. Barbieri. (1988). Principal pelagic resources exploited in northern Chile and their relationship to environmental variations en: *Long term marine fish populations T. Waitt & H. G. Larrañeta (eds.) Ins. Invest. Mar. Vigo, España, 197-219*.
 - Yáñez E., M. A. Barbieri & L. Santillán. (1992). Long term environmental variability and pelagic fisheries in Talcahuano, Chile. En *Payne et al., Editors. Benguela Trophic Functioning. S. Afr. J. Mar. Sci.* 12, 175-188.
 - Yáñez E., M. García & M. A. Barbieri (1994). Pelagic fish stocks and environmental changes in the South east Pacific en *First Int. CEOS Meeting, Monterey, California USA*.
 - Yáñez E. *et al.* (1994). Sea surface thermal structure associated to the pelagic fish resources distribution in northern Chile. En: *Remote sensing for marine and coastal environments, ERIM Michigan, USA. II, 149-162*.
 - Yáñez E. *et al.* (2001). Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Progress in Oceanography*, 49: 581-596.
 - Zebiak S. (1999). El Niño and the science of climate prediction en *Consequences Vol. 5 Num. 2: 3-15*.
 - Zuta S. & Guillen O. (1970). Oceanografía de las aguas del Perú Bol. Inst. Mar Perú, Callao. Vol. 2 Núm. 5: 157-324.
 - Zuta S. & H. Santander (1974). El ambiente oceánico y su relación con los organismos marinos en: *Primer Seminario Nacional de Sistemas Ecológicos, Lima, Perú*.
 - Zuta S., I. Tsukayama & R. Villanueva (1983). El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas en la costa peruana. *FAO Fisheries Report Nº 291 Vol. 2, Roma, Italia*.

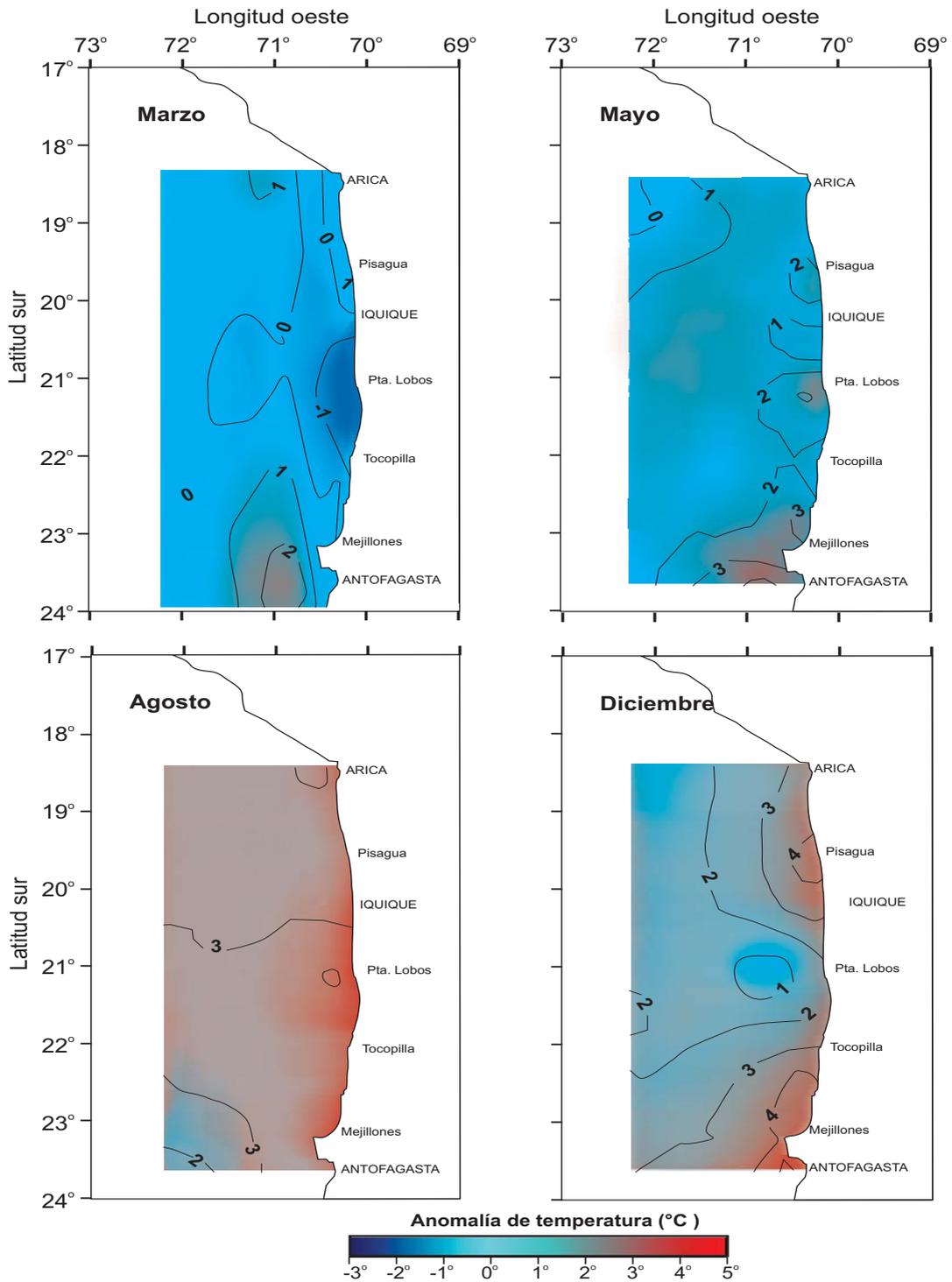


Fig. 1: Anomalías estacionales de la temperatura superficial del mar en 1997) (Braun *et al.*, 1998).

Fig. 1: Seasonal sea surface temperature anomalies in 1997) (Braun *et al.*, 1998).

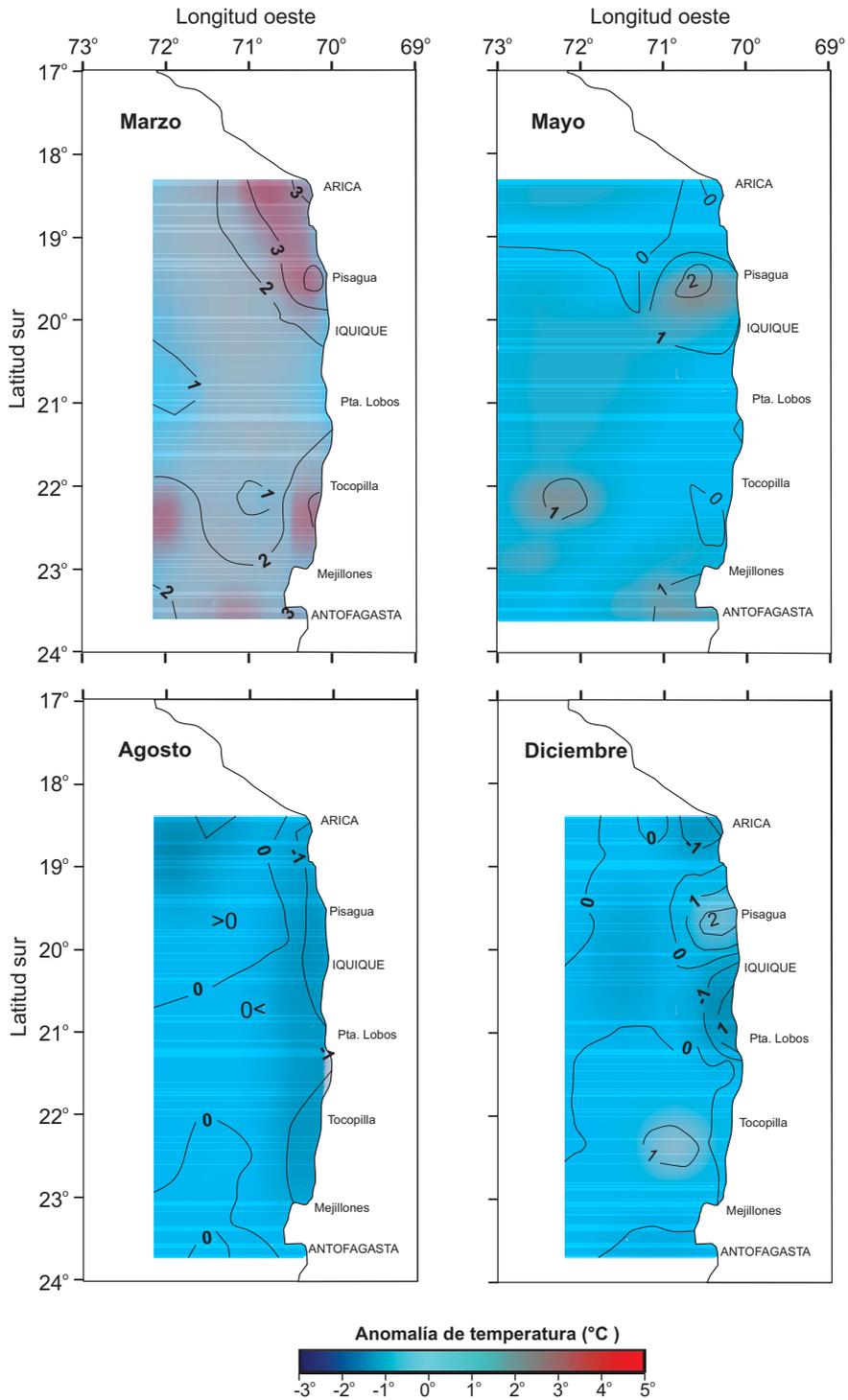


Fig. 2: Anomalías estacionales de la temperatura superficial del mar en 1998 (Braun *et al.*, 1999).

Fig. 2: Seasonal sea surface temperature anomalies in 1998) (Braun *et al.*, 1999)

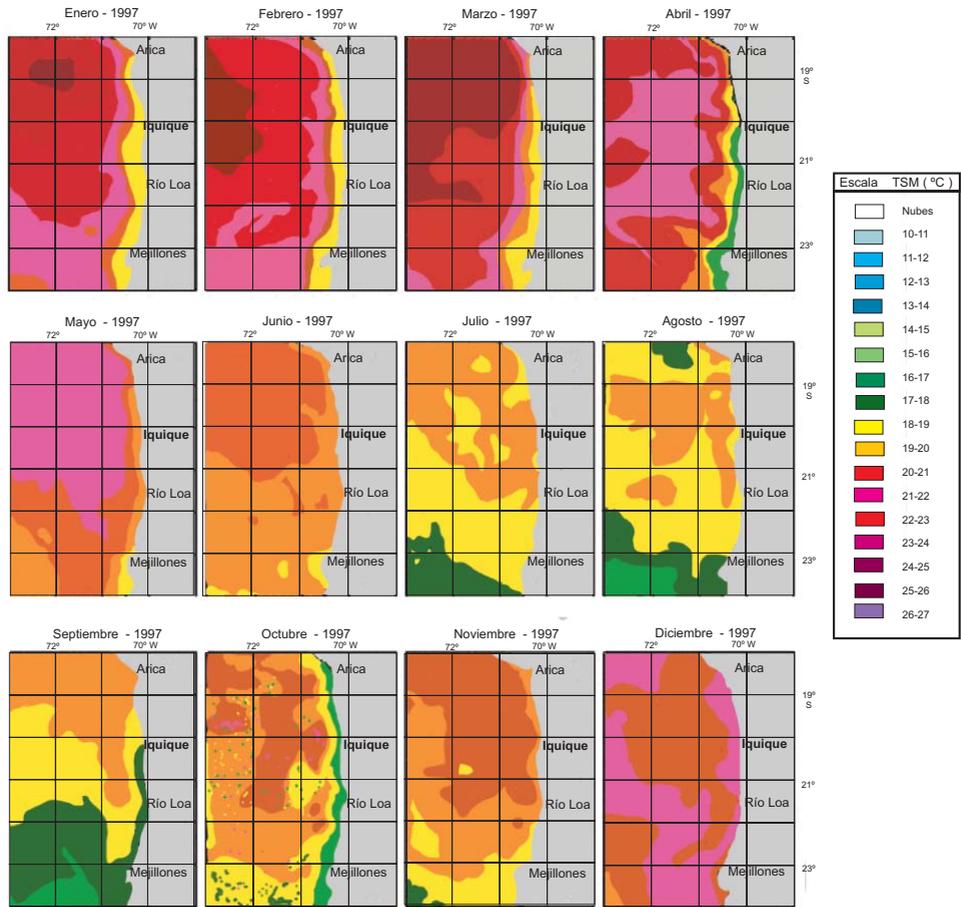


Fig. 3: Imágenes mensuales de temperatura superficial del mar (satélites NOAA), de enero a diciembre de 1997 (Braun *et al.*, 1998).

Fig. 3: Monthly images of sea surface temperature (NOAA satellites) from January to December 1997 (Braun *et al.*, 1998).

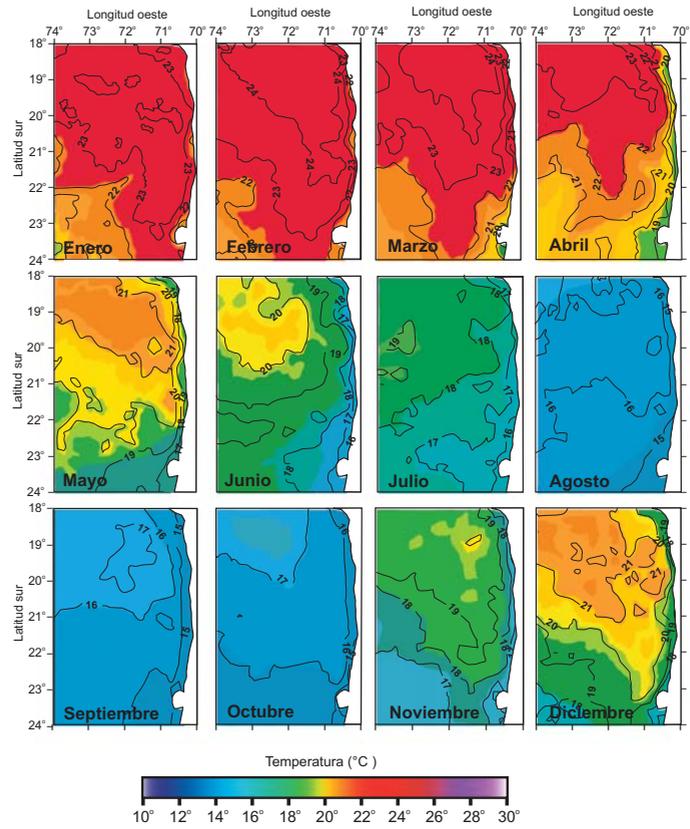


Fig. 4: Imágenes mensuales de temperatura superficial del mar (satélites NOAA), de enero a diciembre 1998 (Braun *et al.*, 1998).

Fig. 4: Monthly images of sea surface temperature (NOAA satellites) from January to December 1998 (Braun *et al.*, 1998).

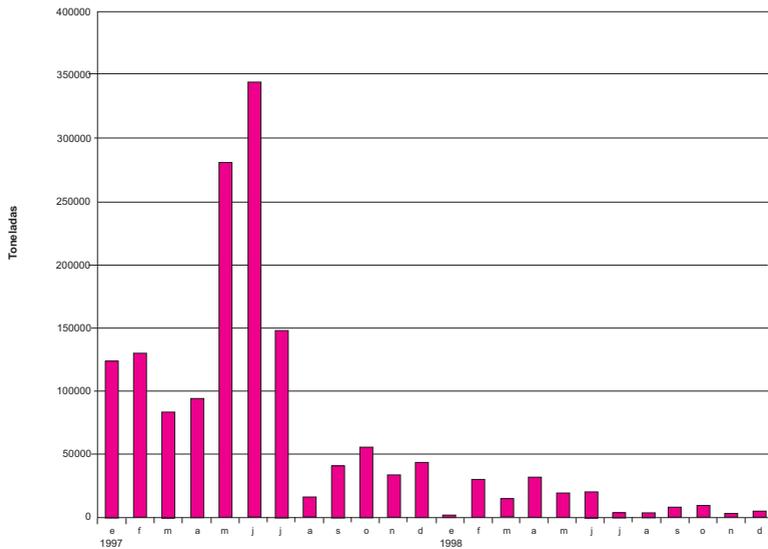


Fig. 5: Desembarques mensuales de anchoveta en la zona norte de Chile (enero 1997 - diciembre 1998).

Fig. 5: Anchovy monthly landings in northern Chile (January 1997 - December 1998).

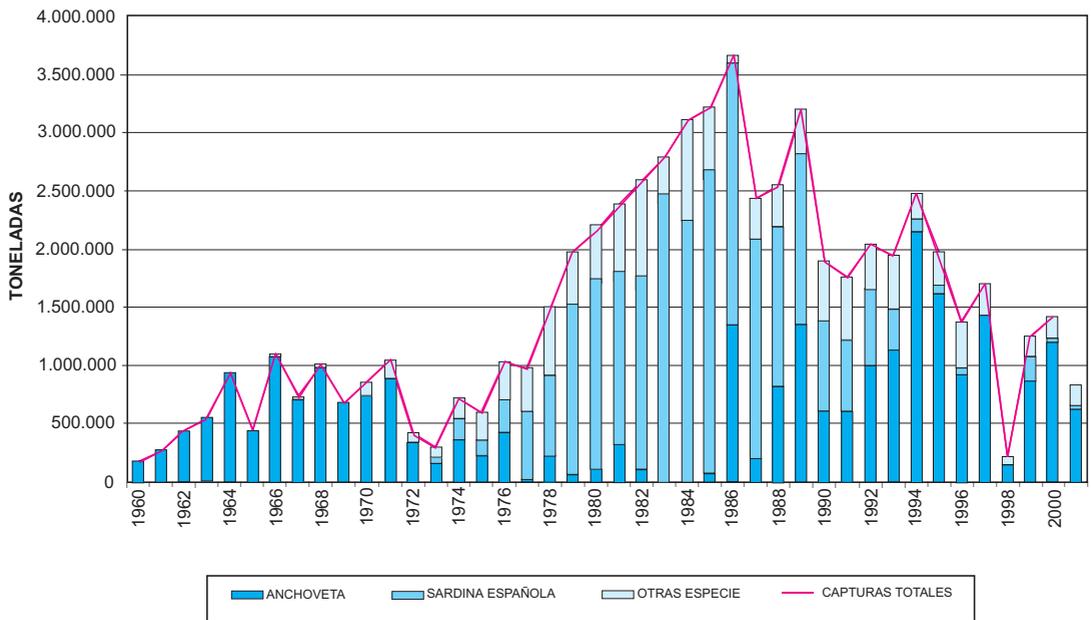


Fig. 6: Desembarque industrial en la zona norte de Chile, por especie y total (1960-2001).

Fig. 6: Industrial fisheries landing in northern Chile by species and total (1960-2001).

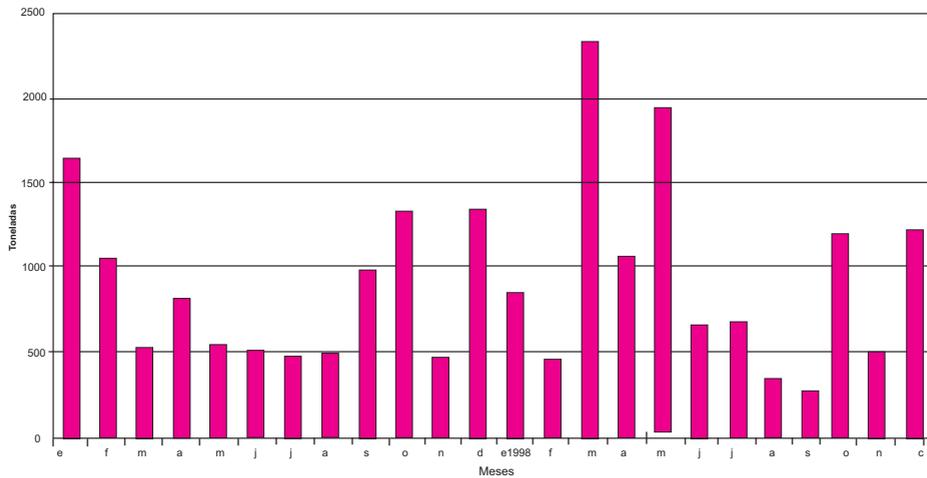


Fig. 7: Desembarques mensuales de sardina española en la zona norte de Chile (enero 1997 a diciembre de 1998).

Fig. 7: Spanish sardine monthly landings in northern Chile (January 1997 to December 1998).

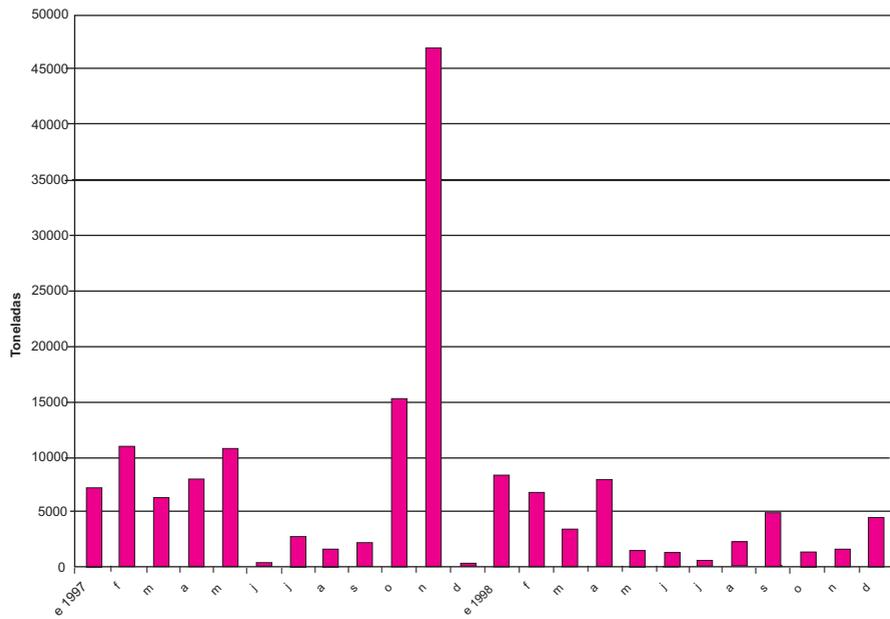


Fig. 8: Desembarques de jurel en el norte de Chile (enero 1997 a diciembre 1998).

Fig. 8: Jack mackerel landings in northern Chile (January 1997 to December 1998).

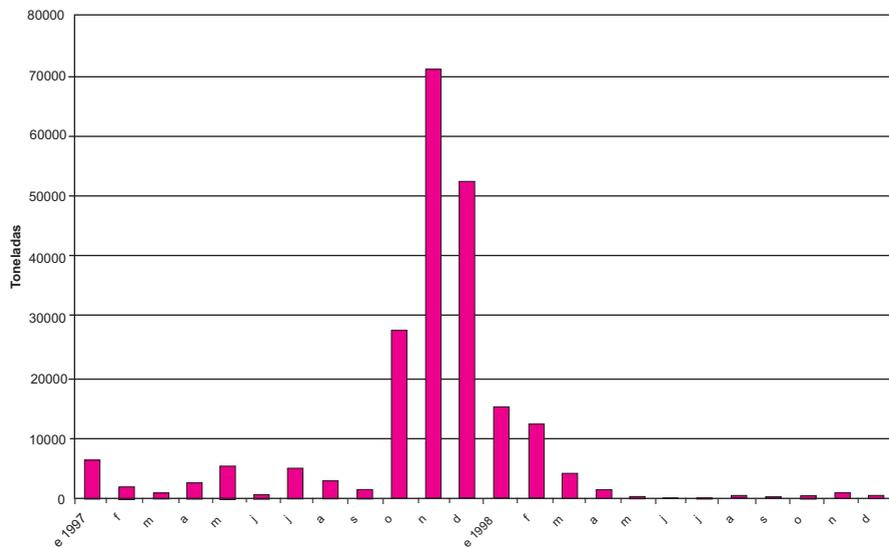


Fig. 9: Desembarques mensuales de caballa en el norte de Chile (enero de 1997 a diciembre 1998).

Fig. 9: Candle mackerel landings in northern Chile (January 1997 to December 1998).