



REPORTE EXTRAORDINARIO:

El Niño 2023,
Evolución, situación actual y pronósticos

Octubre, 2023



REPORTE EXTRAORDINARIO:

El Niño 2023,
Evolución, situación actual y pronósticos

Octubre, 2023

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Director Ejecutivo

Gonzalo Pereira Puchy

Jefe División Investigación Pesquera

Dr. Carlos Montenegro Silva

AUTORES

Dr. Jaime Letelier

Hernán Reyes

Adrián Bustamante

Carola Hernández

Francisco Leiva

Graciela Pérez

Dr. Bryan Burlarz

Fernando Espíndola

Camilo Torres

Andrea Araya

Elizabeth Palta

Hernán Padilla



RESUMEN

Los modelos concuerdan que con un 95% de probabilidad el evento El Niño 2023 continúe hasta diciembre de 2023 y se proyecte todo el periodo estival en el hemisferio sur. Las observaciones recogidas a lo largo de la costa de Chile muestran que las condiciones permanecen estables y similares a los meses anteriores. Temperaturas de 1,5°C por sobre el promedio se mantienen a lo largo de la costa norte de Chile, sin surgencias costeras evidentes. Aunque entre Coquimbo y Valparaíso las tendencias negativas muestran un debilitamiento local del Evento. La columna de agua con temperaturas mayores a lo normal hasta los 50 m de profundidad se observó entre Arica y Mejillones. Entre Arica y Valparaíso, se observa una caída en las concentraciones de Clorofila. En la región de los Lagos y la región de Aysén no se observan perturbaciones en los parámetros monitoreados que puedan adjudicarse a El Niño.



1. INTRODUCCIÓN

A partir de 2020, se desarrolló un extenso y fluctuante evento La Niña que se extendió prácticamente 3 años. Posterior a su término, y a partir de febrero de 2023, las aguas costeras de Ecuador y Perú comenzaron a presentar un aumento de temperatura significativo en intensidad y cobertura, llegando hasta $+7^{\circ}\text{C}$ por sobre el promedio (S.A.P.O, 2023). A pesar de lo anterior, la banda ecuatorial permaneció en condiciones normales, definiendo un intenso El Niño Costero. Solamente a partir de mayo, se empezó a generar un aumento anormal de la temperatura en la banda ecuatorial, detectado por el sistema S.A.P.O (S.A.P.O, 2023) y por la NOAA. El panel “Discusión Diagnóstica del El Niño/Oscilación del Sur” de la NOAA recién en el informe del 8 de junio declaró la presencia de las condiciones de El Niño en el Ecuador (“Advertencia de El Niño”) (NOAA, 2023).

El Niño 2023 ha sido singular e intenso, cuyo inicio partió en las costas de Perú y Ecuador, para posteriormente evolucionar hacia una condición El Niño tradicional en la banda Ecuatorial, aunque persisten las condiciones de El Niño Costero que están afectando la costa norte de Chile. Los registros obtenidos en estaciones oceanográficas entre Arica y Mejillones en junio de 2023, muestran en la banda costera un aumento de temperatura por sobre 3°C , e incluso 4°C , en los primeros 50 m de la columna de agua, aunque esas perturbaciones no alcanzaron a evidenciarse al sur de la región del Biobío.

Las alteraciones del ambiente, con esta intensidad y cobertura, están generando una incerteza en la estabilidad de los ciclos de vida, distribución y abundancia e incluso disponibilidad de otros organismos que sustentan la actividad pesquera de la zona norte, incluyendo la pelágica y bentónica, afectando también a los recursos de las áreas de manejo.

El presente documento pretende analizar las condiciones actuales y escenarios posibles del evento climático El Niño 2023 en desarrollo con sus potenciales efectos en la pesquería nacional basados en eventos históricos.



2. ANTECEDENTES AMBIENTALES

El cambio climático forzado por el incremento exponencial de CO₂ en la atmósfera y el aumento de temperatura en el sistema Atmósfera-Tierra-Océano (Roemmich et al., 2015), es un proceso científicamente documentado que está alterando los patrones naturales de variabilidad de los ecosistemas (Ayón P. et al., 2011; Laffoley & Baxter, 2016) e incrementando la incerteza sobre la sostenibilidad y disponibilidad de recursos pesqueros y la viabilidad de los ambientes acuáticos para el desarrollo de la acuicultura. Evidencias científicas han mostrado que el aumento de temperatura en la atmósfera y el océano (Laffoley & Baxter, 2016) está generando el incremento en la intensidad y frecuencia de los eventos El Niño y La Niña (Cai et al., 2014) modificando los ecosistemas marinos y los hábitats de los organismos que lo componen, generando adaptación, reemplazo, mortandad y desplazamiento de las poblaciones (Barange et al., 2018; Cochrane et al., 2012; IPCC, 2018, 2021, 2022; Yáñez et al., 2017).

El Niño

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) consiste en la oscilación extrema de un patrón climático que involucra una perturbación de los vientos hacia el este a lo largo de la banda ecuatorial. Estos vientos que forman parte de la celda de Walker ecuatorial, mantienen un desnivel del océano entre Australia y América, más alto y cálido, por un lado y más bajos y frío por el otro (Condición Normal) (**Fig.1**). Este patrón mantiene una poza caliente en el lado este del océano ecuatorial. Eventualmente estos vientos se intensifican, dando lugar a intensas surgencias ecuatoriales bajando la temperatura en todo el Océano Pacífico Oriental, esto se conoce como La Niña. Una situación inversa ocurre con El Niño (canónico), los vientos se debilitan o invierten permitiendo que la poza caliente se mueva hacia el oeste en forma de ondas.

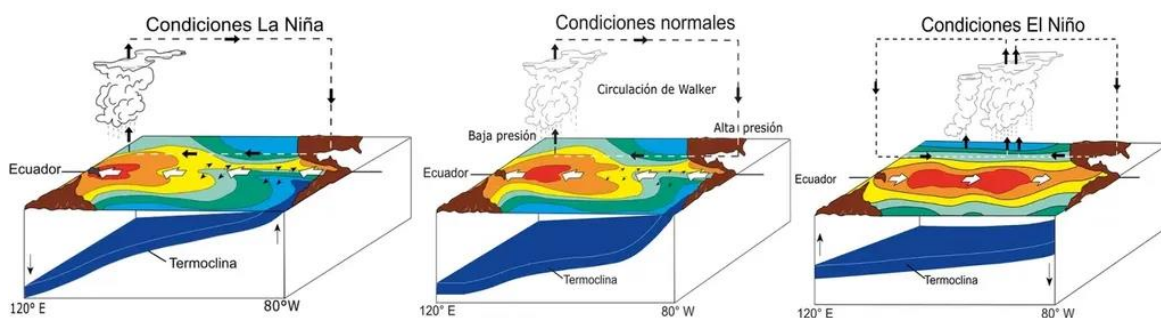


Figura 1. Esquema de la circulación y condiciones atmosféricas y Oceanográficas durante La Niña, Normales (o de transición) y El Niño. (Fuente: Laboratorio Ambiental Marino del Pacífico (PMEL), Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA)).

Además, se han identificado un par de variantes del Evento, El Niño Modoki y El Niño Costero, con sus fases frías correspondientes.



EL Ni1o Modoki, concentra el aumento de la temperatura en el dentro de la banda Ecuatorial del Pacifico (**Fig. 2**)

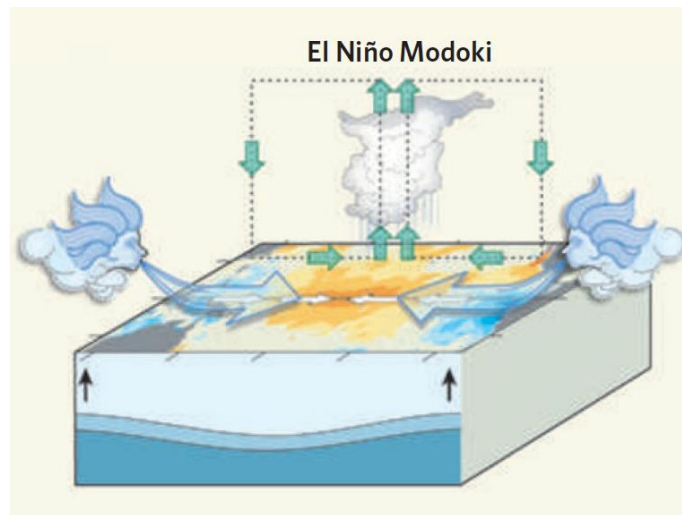


Figura 2. Esquema de la circulaci3n en un El Ni1o Modoki (Fuente: Ashok y Yamagata, 2009)

Por otro lado, y con mayor impacto se da El Ni1o Costero, como el 2023, que afecta la costa sudamericana, principalmente Ecuador y Per1, con temperaturas significativamente sobre lo normal y que eventualmente puede abarcar toda la cuenca del Pacifico en un El Ni1o Tradicional.

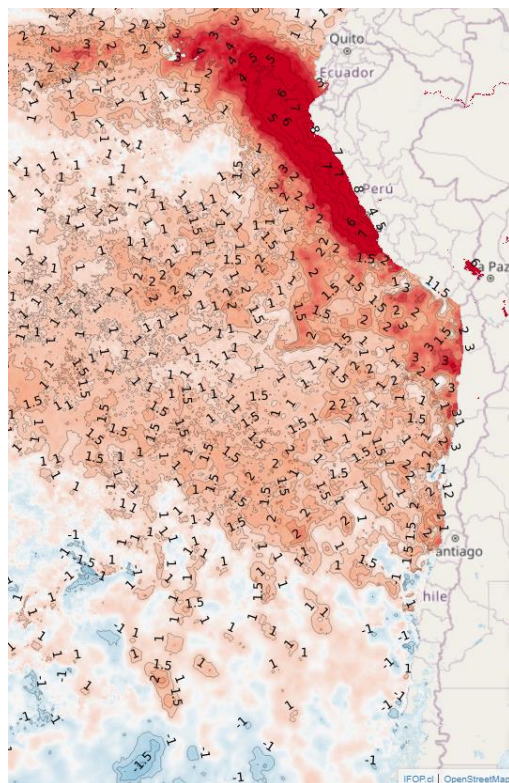


Figura 3. Esquema de las anomalías de temperatura superficial del océano en abril de 2023, en el desarrollo de El Niño Costero (Fuente: S.A.P.O. Chile)



3. LA ANCHOVETA Y EL NIÑO

Las subpoblaciones de anchoveta parecen ser muy fluctuantes y se ven rápidamente afectadas por cambios en las condiciones del medio donde habitan. Estas variaciones tienen diferentes escalas espacio- temporales, desde fenómenos locales y estacionales, hasta eventos interanuales como los ciclos ENOS (El Niño – La Niña) o inter-decadales como El Viejo y La Vieja (Yañez et al., 2001; Chávez et al., 2003; Parada et al., 2013). Como consecuencia, de estas variaciones los niveles de captura se ven afectados mostrando a lo largo de la historia una gran variabilidad (**Fig. 4**). Los puntos más bajos se han asociado a años en donde han ocurrido eventos El Niño 1972–73, 1982–83 y 1997–98. Por ejemplo, en 1997-98, el ENOS produjo pérdidas en los sectores pesqueros que resultaron en una escasez mundial de harina y aceite de pescado (FAO, 1998). En contraste, los niveles más altos se observaron durante los periodos asociados al fenómeno de la Niña (Hernández- Santoro, et al., 2018).

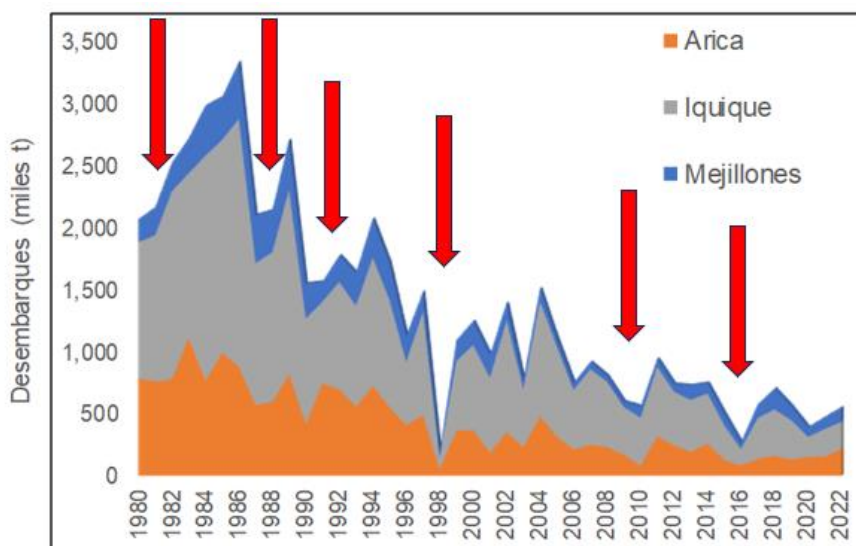


Figura 4. Serie histórica de los desembarques de las principales especies pelágicas en la zona norte, 1980-2022, por puerto. Las flechas rojas indican eventos El Niño Intensos.

Diversos estudios han demostrado cambios en la distribución de la anchoveta producto de los Eventos El Niño. La llegada de aguas cálidas subtropicales a la costa del sur de Perú – norte de Chile provoca un acercamiento del recurso hacia la costa y un desplazamiento hacia el sur (Yañez et al., 2001; Bertrand et al., 2004). Al mismo tiempo la profundización del límite superior de la capa de Mínima Concentración de Oxígeno aumenta el hábitat disponible para la anchoveta permitiendo que se profundice alcanzando incluso a los 90 m de profundidad (Gutiérrez, 1999). Los cambios reportados en la distribución vertical y horizontal de la anchoveta traen consecuencias en las tasas de captura del



recurso. Al inicio de este tipo de evento se produce un aumento en la disponibilidad del recurso para la pesca, debido a la concentración hacia la costa. Posteriormente, queda inaccesible a las artes de pesca artesanal al profundizarse en las millas cercanas a la costa (Yañez et al., 1995; Ñiquen et al., 1999; Bertrand et al., 2004). En Chile, durante El Niño 1997-98 se observó un incremento de las capturas en la zona norte al inicio del evento, para posteriormente decrecer abruptamente. En el caso de Perú, se observó una situación similar con desembarques iniciales históricos, seguido de una caída significativa debido a la profundización de la anchoveta (Gutiérrez et al., 1997).

Por otro lado, el aumento de temperatura durante estos eventos, provoca un aumento de tasa de crecimiento y/o sobrevivencia, que repercute en una mayor presencia de juveniles justo después de los eventos cálidos intensos y de larga duración (El Niño 1997-1998 y 2015-2016), lo que ha sido observado en Perú (Ñiquen & Bouchon, 2004) y Baja California (Nieto et al., 2014). Al mismo tiempo, se observó mayor mortalidad en los adultos debido al estrés metabólico que produce el aumento de temperatura y la mayor concentración en el sector costero, como también la reducción del tamaño del alimento, generando menor energía disponible. En términos reproductivos se observa un descenso del Índice Gonadosomático, durante y después de la ocurrencia de un evento El Niño (Hernández-Santoro et al., 2018). Lo anterior puede ser causado por la mayor abundancia de individuos de menor tamaño participando en el proceso reproductivo, debido al aumento de la tasa de maduración gonadal a menor talla, aunque también se observó que estas hembras más pequeñas, que desovan por primera vez, lo hacen antes y por menos tiempo ya que la energía destinada para reproducción no es la óptima (Cubillos & Claramunt, 2009). Todo lo anterior repercute en una menor disponibilidad de organismos de tallas mayores y un reclutamiento mayor al año siguiente a la finalización del evento.

Los registros acústicos históricos muestran que durante El Niño 2015, la anchoveta del norte se encontró principalmente dentro de las 4 mn, con presencia de cardúmenes hasta los 100 m de profundidad cuando la profundidad promedio es de 20 a 30 m, con una biomasa similar al promedio, pero una abundancia (N° de individuos) el doble del promedio histórico donde predominaron los ejemplares juveniles (93%).

El análisis de la evaluación de stock de la anchoveta norte mostró que para El Niño 1986/87, 1992/93, 2008/09 y 2015/16, los reclutamientos cayeron fuerte en el primer semestre de los eventos, para posteriormente, luego que las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar comienza a disminuir, los reclutamientos vuelven a incrementarse significativamente, tal como lo evidencian los datos y las observaciones, pasando de una condición del stock de anchoveta límite a una condición de subexplotado (Espíndola, 2023). Dada la rápida historia de vida de la anchoveta (Cerna y Plaza, 2015), donde el reclutamiento es el conductor de la pesquería, el modelo de evaluación de stock está limitado más bien a un diagnóstico que a un pronóstico de uno o dos años, por lo que el acercamiento a la evolución anual de la población del organismo debería basarse en las observaciones directas más frecuentes del recurso (como es el caso peruano), que permiten adquirir más pistas sobre la salud del ecosistema donde se desarrolla.

En términos económicos la anchoveta representa entre el 97 y 99% del desembarque en la zona entre Arica y Antofagasta. Durante El Niño 2016, el desembarque regional y nacional se contrajo los meses de febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, evidenciando diferencias significativas respecto



de los mismos meses en otros años (**Tabla 1**). A pesar de lo anterior, a nivel regional, entre las Regiones de Valparaíso y la región de Los lagos los desembarques anuales se incrementaron, lo que implica un significativo descenso en el norte de Chile.

Tabla 1. Desembarque artesanal e industrial de anchoveta, por zona y tipo de flota.

Macrozonas	Tipo de flota	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Arica y Parinacota - Antofagasta	Artesanal (t)	146.803	114.339	87.283	164.114	195.885	170.680	216.223	282.323	392.647
	Industrial (t)	582.710	343.448	152.165	388.155	553.702	353.433	56.514	100.577	62.873
Atacama - Coquimbo	Artesanal (t)	32.997	20.099	20.982	16.568	38.926	60.536	59.825	48.859	67.171
	Industrial (t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valparaíso – Los Lagos	Artesanal (t)	52.879	60.095	68.589	54.005	60.285	157.506	167.355	175.200	217.837
	Industrial (t)	4.570	4.082	5.288	3.271	1.396	664	1.794	0	934
Total		819.960	542.062	334.308	626.113	850.194	742.819	501.711	606.959	741.462

En la zona norte de Chile, junto a la reducción del desembarque se observó una reducción en el número de naves operativas y por lo tanto una reducción del empleo en los meses afectados (febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre), aunque este efecto no influyó significativamente a escala anual (**Tabla 2a y 2b**).

Tabla 2a. Evolución del número de embarcaciones operativas y del empleo en la flota artesanal

Macrozonas	ítem	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Arica y Parinacota - Antofagasta	Embarcaciones (n°)	81	74	76	67	74	70	76	83	95
	Empleo (n°)	580	520	516	452	520	508	532	572	624
Atacama - Coquimbo	Embarcaciones (n°)	52	44	43	40	41	52	49	60	60
	Empleo (n°)	348	316	296	280	304	364	340	388	372

Fuente: SERNAPESCA e IFOP.

**Tabla 2b.** Evolución del número de naves operativas y del empleo en la flota industrial.

Regiones	ítem	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Arica y Parinacota - Antofagasta	Naves (n°)	65	60	59	57	49	48	45	30	25
	Empleo (n°)	780	720	708	684	588	576	540	360	300

Fuente: SERNAPESCA e IFOP.

La baja en los desembarques de anchoveta, también generó una disminución en la producción de harina de pescado ente Arica y Valparaíso (**Tabla 3**), aunque no influyo en el empleo reportado por las plantas, probablemente compensado por el aumento de la producción de Valparaíso hacia el sur.

Tabla 3. Producción (t) de harina de anchoveta, por región, 2018-2022.

Región	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
AYP	58.880	28.253	17.807	31.839	38.657	29.532	32.339	34.331	51.771
TPCA	87.215	55.883	23.869	67.599	88.447	61.303	16.305	30.754	26.538
ANTOF	18.901	16.668	9.651	20.112	39.340	23.607	12.335	18.436	22.549
ATCMA	740	2.169	3.875	1.074	5.987	7.541	7.956	4.417	8.075
COQ	4.281	1.952	278	2.529	2.738	4.964	5.635	5.919	5.935
VALPO	695	554	339	775	377	677	52		
BBIO	10.381	12.193	13.411	9.555	11.002	31.491	32.901	33.124	42.186
RIOS	214	145	1.020	439	944	1.357	1.657	1.972	2.878
LAGOS	28	71	240	229	58	223	435	802	342
AYSEN								1	
Total	181.335	117.890	70.490	134.151	187.549	160.696	109.615	129.756	160.275

Fuente: SERNAPESCA.



4. El Niño 2023

A partir de febrero del 2023 se detectaron aguas más cálidas de lo normal, con anomalías positivas de temperatura a lo largo de toda la costa Pacífico sur oriental (S.A.P.O., 2023), con una gran cobertura espacial, con valores de $+5^{\circ}$ y $+7^{\circ}\text{C}$ entre Ecuador y sur de Perú, que han persistido durante el invierno austral, abarcando desde la costa hasta los 500 y 250 km, respectivamente. Este aumento anormal de temperatura es consistente con la presencia de un evento El Niño Costero (Hu et al., 2019).

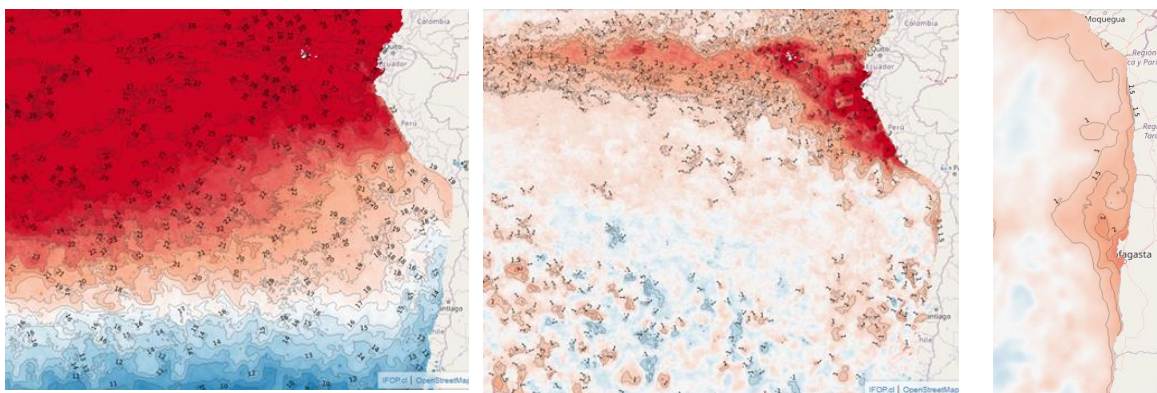


Figura 5. Temperatura Superficial del Océano (Izq.) su Anomalía (Medio) y Anomalía Local (Der.), 20 Junio 2023 (Fuente S.A.P.O, 2023).

En este sentido, en marzo de 2023 se detectaron agregaciones de anchoveta más profundas a lo habitual frente a Arica (80 m) y frente a Valparaíso a 50 m en junio de 2023 (**Fig. 6**), disminuyendo significativamente la accesibilidad a las artes de pesca.

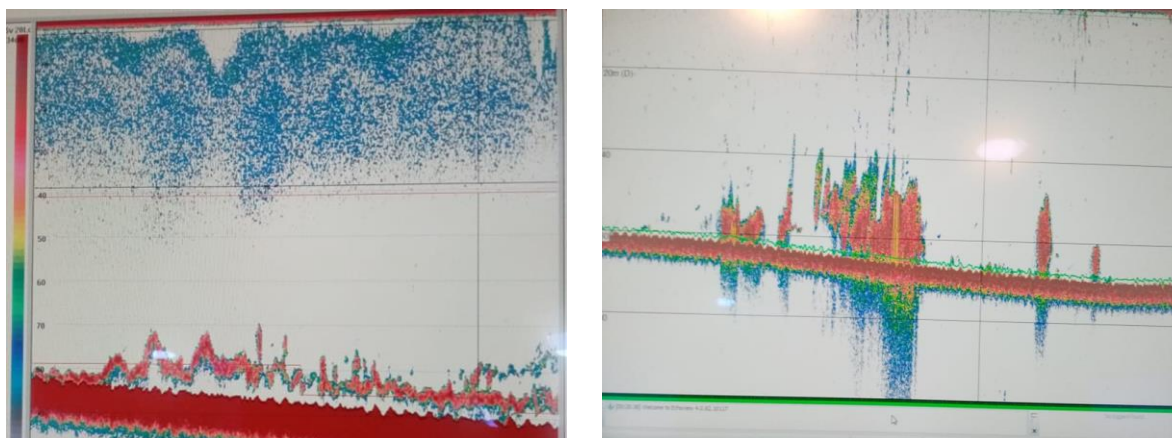


Figura 6. Cardúmenes de anchoveta frente a Arica en marzo 2023 (Izq) y frente a Valparaíso en junio 2023(Der.) (Fuente: Cruceros acústicos Jurel Norte y Centro Sur).



En el norte de Chile, las aguas c3lidas se presentaron reci3n desde abril y persisten con valores an3malos de +3°C a nivel superficial entre la costa y los 300 Km. A partir de junio (**Fig. 5**), cuando El Ni3o Tradicional se desarroll3 en la banda ecuatorial, las aguas del norte de Chile (Arica-Coquimbo) registraron un aumento de temperatura (+3°C a +4°C) que abarc3 la columna hasta los 50 m de profundidad, evidenciando el impacto local del evento regional (**Fig. 7**).

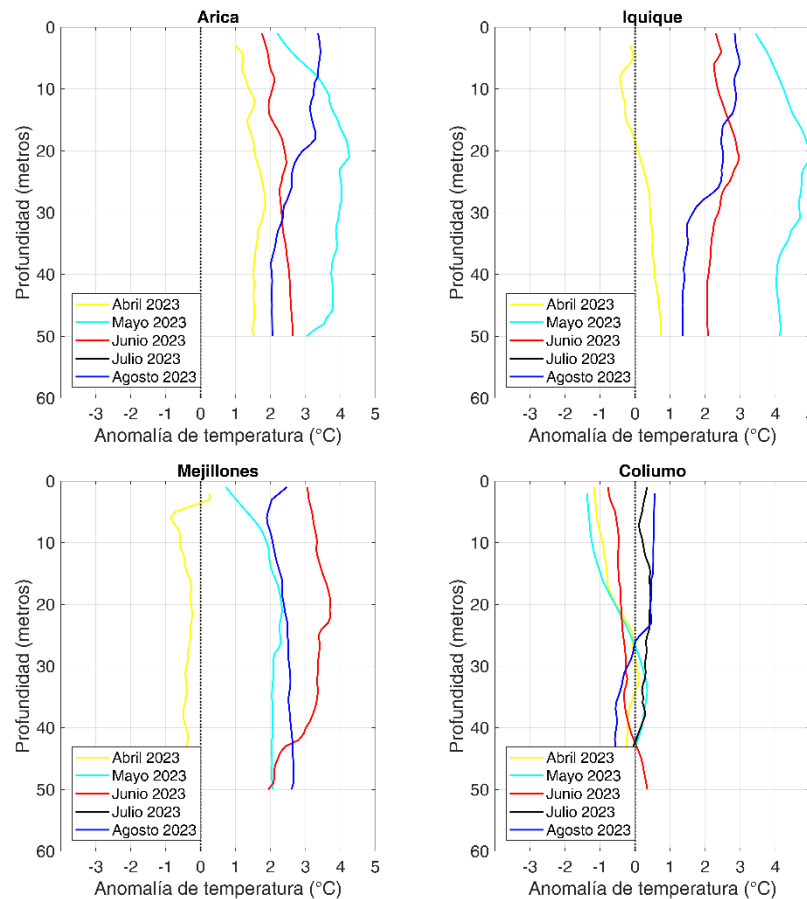


Figura 7. Datos hidrogr3ficos de estaciones costeras mensuales que realiza IFOP en Arica, Iquique, Mejillones y Coliumo. El cero marca la temperatura normal para la zona.

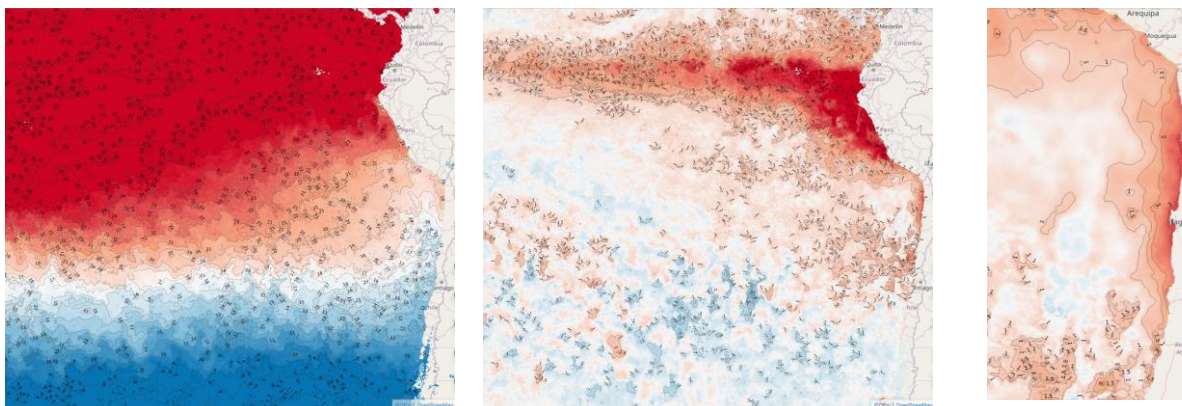


Figura 8. Temperatura Superficial del Océano (Izq.), su Anomalía (medio) y Anomalía Local (Der.) 10 Julio 2023. (Fuente S.A.P.O, 2023).

A partir de la primera quincena de julio, mostrada en el sistema de monitoreo de IFOP, se evidenció como hasta la fecha se ha generado un incremento de la intensidad y cobertura del evento a nivel de la banda ecuatorial llegando a sobrepasar los 5000 km, con núcleos de con anomalías de hasta $+5^{\circ}\text{C}$ (**Fig. 8**). A nivel local, entre Arica y Coquimbo las anomalías positivas mayores a $+2^{\circ}\text{C}$ están posicionadas en los primeros 100 km desde la costa.

JULIO-AGOSTO

Los datos de CTD, actualizados hasta agosto de 2023 mostraron que la columna de agua por influencia de El Niño aún sigue con temperaturas mayores al promedio de la zona al menos entre Arica y Mejillones, mientras que Coliumo al sur no ha sido afectado (**Fig. 7**).

Durante julio se realizó un crucero de prospección dentro de un proyecto del Gobierno Regional de Atacama “Incorporación del monitoreo de anchoveta asociado a la flota pesquera artesanal de la Región de Atacama” donde se realizaron 19 transectas de prospección acústicas perpendiculares a la costa junto con prospecciones costeras intensivas, completando más de 750 millas náuticas de prospección efectiva. Los resultados mostraron que la anchoveta se distribuyó entre Chañaral ($26^{\circ}20'S$) y el norte del puerto de Huasco ($28^{\circ}20'S$), con agregaciones de baja densidad y un foco principal de alta energía localizado entre el puerto de Carrizal ($28^{\circ}05'S$) y Huasco ($28^{\circ}20'S$). La distribución batimétrica de las agregaciones de anchoveta mostró un rango entre los 7 y 107 m de profundidad, con una mayor concentración (52%) en el estrato entre los 10 y 15 m y un segundo máximo (37%) entre los 30 y 40 m. El recurso se concentró entre la primera y segunda milla de costa. La abundancia total de anchoveta resultante fue de un 72,3% respecto de lo estimado en la misma zona en el mes de febrero de 2023 (Leiva et al, 2023). Este tipo de cambios abruptos en las abundancias, biomasa y estructuras demográficas y patrones de distribución ya han sido descrito para pequeños pelágicos y responden principalmente a cambios ambientales (Parada et al., 2013). En relación a la biomasa en julio de 2023 fue de un estimado de 71 mil toneladas mientras que en 2022 fue de 180 mil.



En agosto de 2023, se realizó el crucero de evaluación hidroacústica de merluza común y mostró que el recurso se encuentra distribuida en toda la zona estudiada (29°10' a 40°S), sin embargo, las mayores densidades se localizan en profundidades superiores a 250 m, en paralelo a análisis oceanográficos preliminares que mostraron la intrusión de núcleos de aguas cálidas en los sectores costeros entre Coquimbo y Valparaíso y que se disipan hacia el sur de la latitud 33° sur.

SEPTIEMBRE-OCTUBRE

En el mes de septiembre de 2023, el evento continuo intenso abarcando la banda ecuatorial y grandes extensiones frente a Ecuador y Perú, con anomalías de +3 o +4°C asociadas a temperaturas entre 22° a 24°C, aunque con una franja pegada a la costa con aguas más cercanas al promedio de la zona, asociadas a surgencias locales claramente diferenciables por las lenguas y filamentos de más de 100km de largo que se forman (Letelier, 2009) (**Fig. 9**). Esta franja costera muestra temperaturas menores a 21° C con anomalías de entre +1,5° a +2°C. El aumento de temperatura producida por El Niño en Ecuador y Perú está siendo amortiguado por surgencias costeras locales intensas.

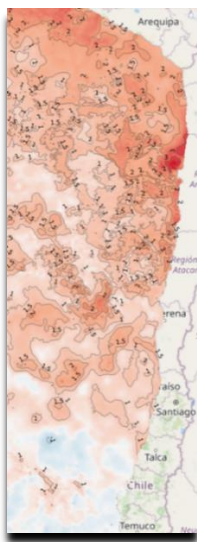
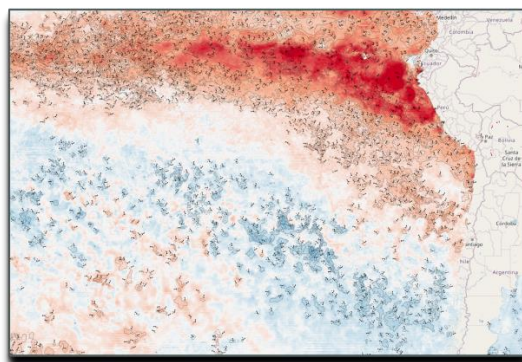


Figura 9. Anomalia de la Temperatura Superficial del Océano (Arriba) y la Anomalia Local (Abajo), 3 de octubre de 2023. (Fuente S.A.P.O, 2023).



A lo largo de la costa norte de Chile, de Arica a Coquimbo las temperaturas se mantienen entre 14° y 20°C, con anomalías positivas de entre 1° a 2°C, sin presencia de surgencias costeras locales evidentes (Fig. 9).

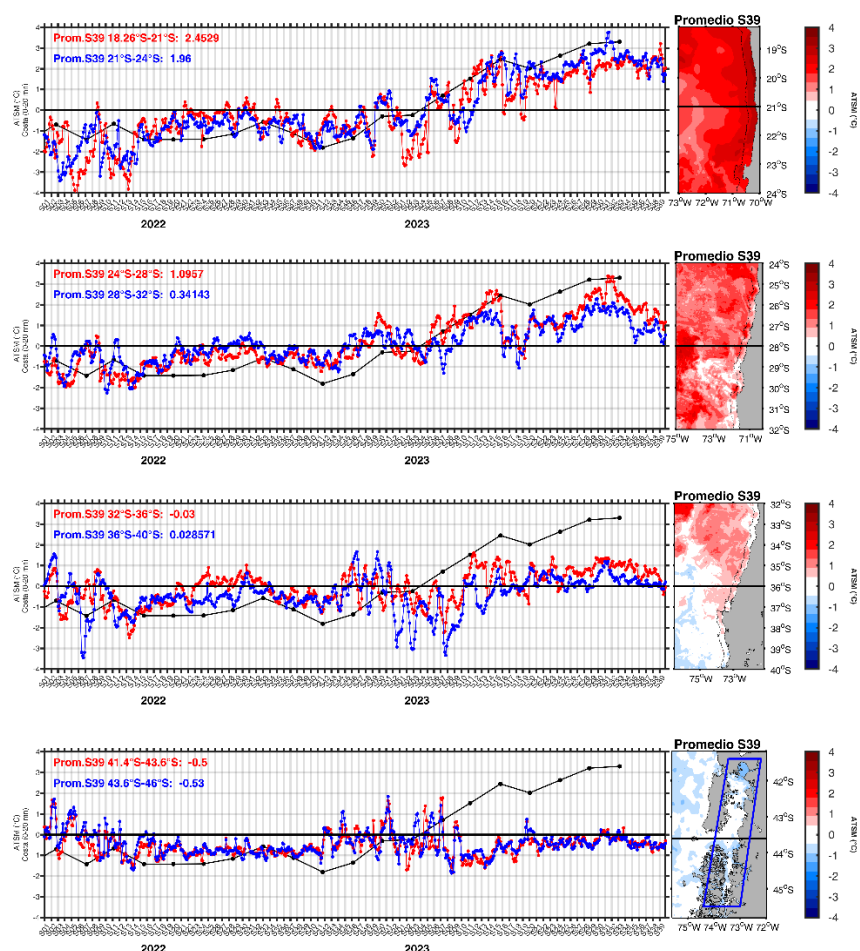


Figura 10. Evolución de la Anomalía de la temperatura superficial del mar en 4 Macrozonas de Chile (18.26°-24°S; 24°-32°S; 32°-40°S; 41.4°-46°S) (Actualizada Semana 39, 25 septiembre a 1 octubre de 2023).

La evolución de las anomalías a lo largo de la costa de Chile (Fig. 10) revela que el evento sigue afectando, al menos en términos de alza de temperatura entre Arica y la región del Biobío.

Al norte de Antofagasta se estabilizó el ascenso y la temperatura permanece relativamente constante



con al menos 2°C por sobre el promedio.

Entre Antofagasta y Coquimbo, las anomalías positivas han mostrado una tendencia negativa indicando un descenso de las temperaturas promedio hacia la semana 39.

Entre Valparaíso y Valdivia, las anomalías permanecen relativamente constantes con valores entre 0,5 y 1° por sobre el promedio con una pendiente negativa entre la semana 38 y 39. Mientras que, hacia la región de Los Lagos y la región de Aysén, los valores de temperatura permanecen neutrales, si efecto evidente de El Niño en las aguas del Mar Interior de Chiloé

Respecto a la evolución de la concentración de clorofila (**Fig. 11**), entre Arica y Antofagasta se mantiene en valores más bajos que el 2022, desde que se inició el evento El Niño Costero. Entre Antofagasta y Coquimbo, se observa un pico de incremento en la semana 34, asociado temporalmente al mínimo observado en las anomalías de temperatura. Posterior a esto, entre semana 35 y 36, las clorofilas vuelven a descender a valores cercanos a cero.

Entre Valparaíso y Valdivia, las concentraciones se mantienen variables, aunque con una leve tendencia al aumento. En la región de Los Lagos y la región de Aysén, los valores tienen menos fluctuación que los meses anteriores y las concentraciones promedio se mantienen cercanas a 1 mg m⁻³.

Respecto a los parámetros Biopesqueros, en la zona norte a la fecha se han capturado un total de 160 mil t de pelágicos en la zona norte (Arica y Parinacota a Antofagasta) donde la anchoveta representa un 31% con 50 mil t., destacando entre 29 de mayo al 3 de septiembre, escasas las capturas reportando solo 13 mil t en total de pelágicos con un 9% de anchoveta (1200 t). A partir del 25 de agosto comenzó a regir una veda reproductiva de la anchoveta por 45 días consecutivos. Al respecto, la escasa información disponible obtenida entre 21 y 24 de agosto (semanas 33 y 34), dan cuenta que los indicadores reproductivos se sustentan mayormente en ejemplares baja longitud con más del 80% bajo 12,0 cm provenientes de muestreos costeros frente al puerto de Arica. Prácticamente la totalidad de las hembras se encontraron en desarrollo del proceso reproductivo, no obstante, con valores de actividad (IGS) y de desove (IAD) permanecen bajo los patrones históricos, sin alcanzar los umbrales (IGS: 6%; IAD: 25%). Los valores de actividad ovárica (IGS) y de desove (IAD) muestran relativa concordancia con el comportamiento observado durante el evento El Niño 2015, que reflejaron el periodo con un desfase en su inicio y de menor intensidad de desove.

En la zona centro sur de Chile, la veda partió el 01 de julio entre Valparaíso-Los Ríos. En la evolución del proceso reproductivo no se han evidenciado alteraciones importantes en comparación a 2022. Respecto a las tallas de sardina común, en el primer semestre de 2023 los aportes de ejemplares bajo la talla de referencia (8,5 cm LT) y BTMM incrementaron respecto al primer semestre 2022. Jurel de la zona centro sur, no mostró diferencias respecto a la estructura reportada en 2022, no obstante, entre Arica-Antofagasta; se observó una merma de juveniles respecto a la recuperación declarada en 2021 y 2022. Durante el monitoreo reproductivo las capturas han sido escasas debido a las condiciones climáticas y a la profundización del recurso.

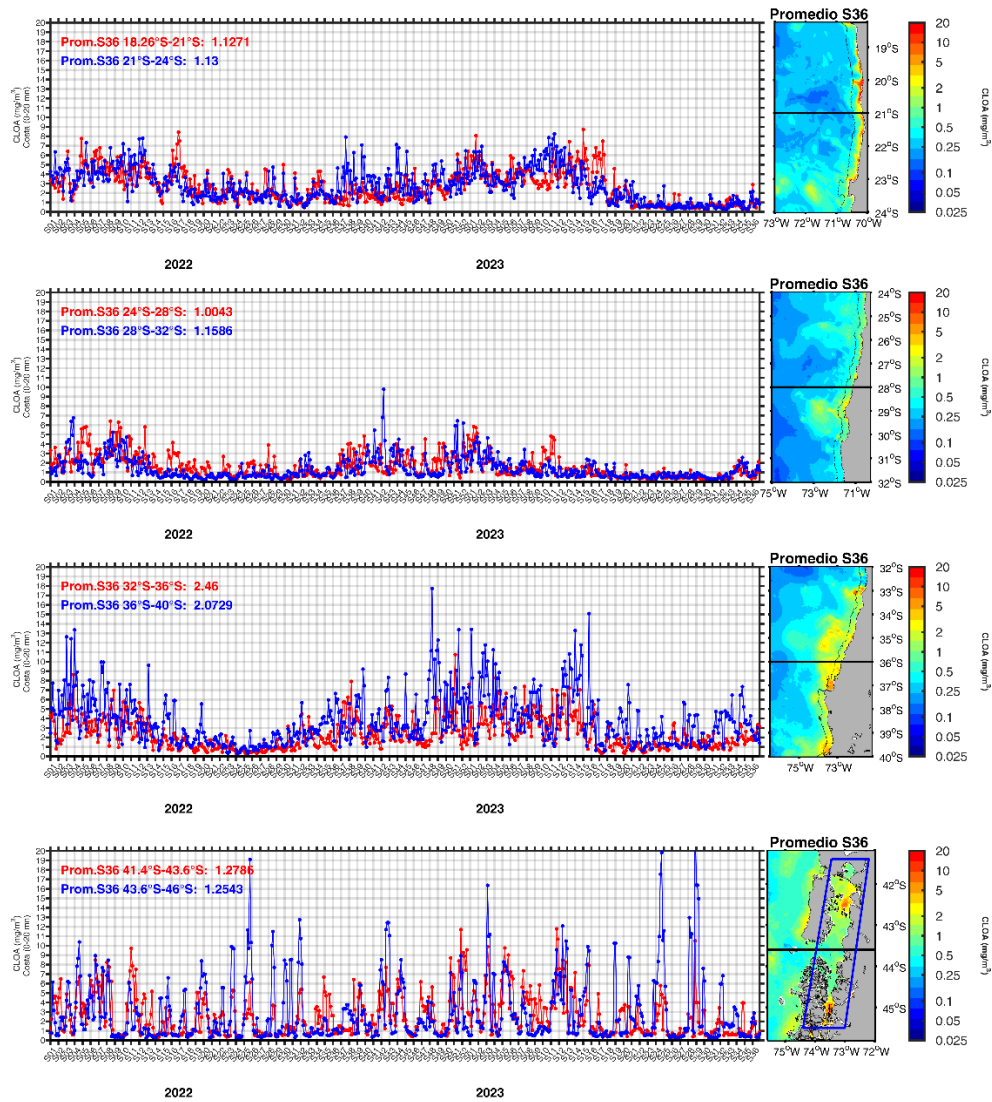


Figura 11. Evolución de la Concentración de Clorofila en 4 Macrozonas de Chile (18.26°-24°S; 24°-32°S; 32°-40°S; 41.4°-46°S) (Actualizada Semana 36, 4 al 10 de septiembre de 2023).

Los modelos y el panel de diagnóstico de la NOAA, en la publicación del 10 de agosto, señalan que se anticipa que El Niño continuará durante hasta el verano del hemisferio sur (con una probabilidad mayor a 95% hasta diciembre 2023-febrero 2024). (NOAA, 2023: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov>).



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashok, K. and Yamagata, T. (2009) Climate Change: The El Niño with a Difference. *Nature*, 461, 481-484. <http://dx.doi.org/10.1038/461481a>
- Ayón P., Swartzman G., Espinoza P., & A., B. (2011). Long-term changes in zooplankton size distribution in the Peruvian Humboldt Current System: conditions favouring sardine or anchovy. *Journal Marine Ecology Progress (MEPS)*, 422, 211-222.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S., & Poulain, F. (2018). Impactos del cambio climático sobre la pesca y la acuicultura: Síntesis de los conocimientos y las opciones de adaptación y mitigación actuales. In *Resumen del Documento Técnico de Pesca y Acuicultura de la FAO no. 627* (pp. 48): FAO.
- Bertrand, A., Segura, M., Gutiérrez, M., & Vásquez, L. (2004). From small- scale habitat loopholes to decadal cycles: A habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and Fisheries*, 5: 296–316. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2679.2004.00165.x>
- Bularz, B., M. Fernández, M. D. Subida, E. A. Wieters, A. Pérez-Matus. (2022). Effects of harvesting on subtidal kelp forests (*Lessonia trabeculata*) in central Chile.
- Buschmann, A. H., J. A. Vásquez, P. Osorio, E. Reyes, L. Fil N, M. C. Hernández-González, and A. Vega. (2004). The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis* spp. (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. *Marine Biology* 145:849-862.
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., Rensch, P. v., Collins, M., Vecchi, G., et al. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, 4, 111-116. <http://pmel.noaa.gov/featured-publication/frequency-extreme-el-ninos-double-21st-century>
- Cerna, Francisco & Plaza, Guido. (2016). Daily growth patterns of juveniles and adults of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) in northern Chile. *Marine and Freshwater Research*. 67. 10.1071/MF15032.
- Chavez, F. P., Ryan, J., Lluch-Cota, S. E., & Niquen, M. (2003). From anchovies to sardines and back: Multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science*, 299: 217–221. <https://doi.org/10.1126/science.1075880>
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D., & Bahri, T. (2012). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. *Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. In *Documento Técnico de Pesca y Acuicultura*. N° 530 (pp. 246). Roma: FAO.
- De Bettignies, T., T. Wernberg, and C. F. D. Gurgel. (2018). Exploring the Influence of Temperature on Aspects of the Reproductive Phenology of Temperate Seaweeds. *Frontiers in Marine Science* 5: 218.



- NOAA, (2023). Discusión Diagnóstica de El Niño/Oscilación del Sur. Centro de Predicciones Climáticas/NCEP/NWS. Informe 8 de junio de 2023, <https://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- Espíndola, F. (2023). Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de anchoveta y sardina española, Región de Arica y Parinacota a la Región de Antofagasta, CBA al año 2023. Subsecretaría de Economía y EMT, marzo del 2023. IFOP, 123 pp.
- FAO (1998). Fishery and Aquaculture Statistics yearbook, Rome.
- Gutierrez, M. (1997). Aplicación de software de interpolación en la evaluación hidroacústica de la biomasa y distribución de recursos pelágicos. Instituto del Mar de Perú, 67:21-30.
- Gutiérrez, M., N. Herrera & D. Marín. (1999). Distribución y abundancia de anchoveta y otras especies pelágicas entre los eventos El Niño de 1982- 83 y 1997-98. Boletín Instituto del Mar de Perú, 18(1-2): 77-88.
- Hernández-Santoro, C., Landaeta, M. F., & Castillo Pizarro, J. (2018). Effect of ENSO on the distribution and concentration of catches and reproductive activity of anchovy *Engraulis ringens* in northern Chile. Fisheries Oceanography, 28(3): 241-255.
- Hu, ZZ., Huang, B., Zhu, J. et al. On the variety of coastal El Niño events. Clim Dyn 52, 7537–7552 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4290-4>
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield Eds.). UK and New York: Cambridge University Press,.
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. UK and New York: Cambridge University Press, Cambridge.
- Laffoley, D., & Baxter, J. M. (2016). Explaining ocean warming : causes, scale, effects and consequences.
- Leiva, F., L. La Cruz y C. Henríquez. 2023. Informe de Crucero Invierno 2023. Incorporación del monitoreo de anchoveta asociado a la flota pesquera artesanal de la Región de Atacama. Documento técnico Gobierno Regional de Atacama. 82 pp. <http://www.ifop.cl>.



- Letelier, J., O. Pizarro & S. Nuñez 2009. Seasonal variability of coastal upwelling and the upwelling front off central Chile. *Journal of Geophysical Research*. doi:10.1029/2008JC005171.
- Martinez, E. A., L. Cardenas, and R. Pinto. (2003). Recovery and genetic diversity of the intertidal kelp *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae) 20 years after EL NIÑO 1982/83. *Journal of Phycology* 39:504-508.
- Nieto, K., McClatchie, S., Weber, E., & Lennert-Cody, C. (2014). Effect of mesoscale eddies and streamers on sardine spawning habitat and recruitment success off southern and central California. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 119, 1–10.
- Ñiquen, M., Bouchon, M., & Cahuin, S. (1999). Efectos del Fenómeno EL Niño 1997-98 sobre los principales recursos pelágicos en la costa peruana. *Revista Peruana de Biología* (Vol. Extraordinario). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 85–96
- Parada, C., Yannicelli, B., Hormazábal, S., Vásquez, S., Porobić, J., Ernst, B., Gatica, C., Arteaga, M., Montecinos, A., Núñez, S. & Gretchina, A. (2013). Variabilidad ambiental y recursos pesqueros en el Pacífico suroriental: Estado de la investigación y desafíos para el manejo pesquero. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41: 1–28. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue1-fulltext-1>
- S.A.P.O, (2023). Sistema de Alerta, Predicción y Observación (S.A.P.O. Chile) para la resiliencia de las pesquerías en un escenario de Cambio Climático. Instituto de Fomento Pesquero.
- SERNAP. (2022). <https://anuario.sernapesca.dataobservatory.net/general/reglamento>.
- Roemmich, D., Church, J., Gilson, J., Monselesan, D., Sutton, P., & Wijffels, S. (2015). Unabated planetary warming and its ocean structure since 2006. *Nature Climate Change*, 5, 240-245. <http://scripps.scholars.ucsd.edu/droemmich/content/unabated-planetary-warming-and-its-ocean-structure-2006>.
- Tala, F., M. Edding, and J. Vásquez. (2004). Aspects of the reproductive phenology of *Lessonia trabeculata* (Laminariales: Phaeophyceae) from three populations in northern Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 38:255-266.
- Vásquez, J. A, J. M. A. Vega, and A. H. Buschmann. (2008). Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997-98 ENSO. *Eighteenth international seaweed symposium*: 279-293.
- Vega, J. M. A., J. Vásquez, and A. H. Buschmann. (2005). Population biology of the subtidal kelps *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: interannual variability and El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural* 78:33-50.



- Yáñez, E., González, A., & Barbieri, M. A. (1995). Estructura térmica superficial de la mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Investigaciones Marinas*, 23: 123–147.
- Yáñez, E., Barbieri, M. A., Silva, C., Nieto, K., & Espíndola, F. (2001). Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Progress in Oceanography*, 49: 581–596
- Yáñez, E., Lagos, N., Norambuena, R., Silva, C., Letelier, J., Muck, K. P., et al. (2017). Impacts of Climate Change on Marine Fisheries and Aquaculture in Chile In B. Phillips & M. Pérez-Ramírez (Eds.), *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture: A Global Analysis* (pp. 1048).

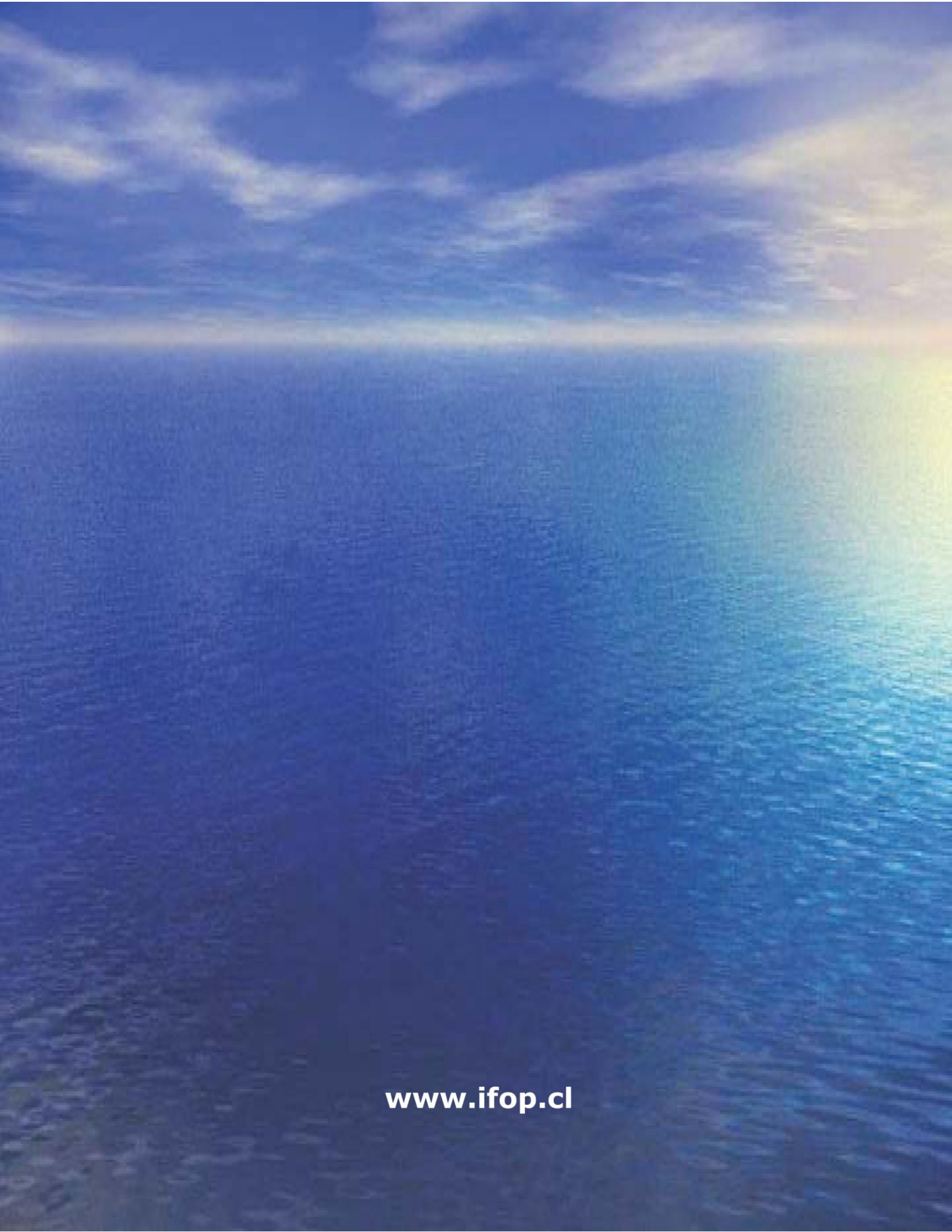


INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Blanco 839, Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl