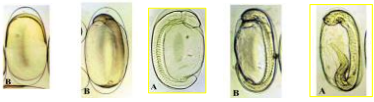
COD: 19.IN-09.50.02

REPORTE N° 53

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) CON ENFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS

MARZO - 2019

REPORTE N° 53



Seguimiento Mensual de la Condición del Recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con Enfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y Larvas

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Carlos Merino Pinochet
Director Científico: Jorge Oliva Lopez

Autores: **Mauricio Braun Alegría**
Liliana Herrera Campos
Colaborador: Ariel Martinez Muñoz

• Marzo 2019 •

SEGUIMIENTO MENSUAL DE LA CONDICIÓN DEL RECURSO ANCHOVETA CON ÉNFASIS EN LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE HUEVOS Y LARVAS

Reporte N° 53

RESUMEN EJECUTIVO

Metodológicamente, se realizó el muestreo bio-oceanográfico entre el 11 y el 14 de febrero de 2019, a bordo de las lanchas de servicio de Corpesca S.A. "Río Loa III" y "Albatros" para los puertos de desembarque de Iquique y Mejillones, respectivamente. Cabe mencionar qué debido a las condiciones meteorológicas imperantes en la zona norte de Chile, debido al invierno altiplánico, se produjeron inusuales desbordes de ríos producto de las intensas lluvias, las que ocasionaron trastornos viales, razón por la cual las estaciones correspondientes al puerto de desembarque de Arica durante este mes no fue posible realizarlas. Las estaciones costeras de frecuencia de observación mensual, se localizaron a 1, 3 y 5 mn de la costa frente a Iquique y Mejillones, con el fin de recabar los datos oceanográficos y biológico-pesqueros; y posteriormente, procesar y analizar la información para determinar y evaluar las condiciones bio-oceanográficas correspondientes al mes de febrero de 2019 en la zona norte del país.

Los principales resultados del muestreo bio-oceanográfico realizado durante febrero de 2019 en la zona norte, son los siguientes:

En comparación a la campaña de enero, se registró un incremento de la TSM en Iquique, el cual estuvo asociado a una profundización de la isoterma de 15°C, que se localizó por debajo de los 20 m de profundidad.

Por otra parte, valores de salinidad superiores a 34,8 ups, que pueden asociarse a la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperificial (**AESS**), se restringieron a las 5 mn y a un estrato que no superó los 30 m de profundidad, mientras que en el resto de la columna de agua, las salinidades (<34,8) evidenciaron la dominancia del Agua Subantártica (**ASAA**) especialmente en el sector sur.

Estas condiciones sugieren una baja influencia de los eventos de surgencia, lo que quedó evidenciado, además, por la profundidad de localización del LS_ZMO (> 40 m) y por el incremento en el valor promedio de oxígeno disuelto, acompañado de valores de biomasa fitoplanctónica inferiores a los del mes anterior.

En Mejillones también la **TSM** fue mayor respecto de enero, sin embargo, la isoterma de 15°C se mantuvo sobre los 10 m de profundidad y la salinidad exhibió un leve aumento, sugiriendo una mayor participación del **AESS** y de los procesos de afloramiento. De igual manera el LS_ZMO

exhibió una posición somera (< 15 m), y el promedio de oxígeno disuelto disminuyó al igual que la biomasa fitoplanctónica, aunque, considerando su distribución, notoriamente los valores de oxígeno fueron producto de la actividad autotrófica.

El aumento en las temperaturas podría responder al incremento en las anomalías de la TSM que se registraron en la región EL Niño $_{1+2}$ a fines de enero, como respuesta a una nueva onda cálida que comenzó a desplazarse hacia el este a inicios del mes, coincidiendo con las predicciones globales para el período febrero-marzo-abril de 2019, las que pronostican qué en las costas frente a Sudamérica, la TSM continuará presentando valores superiores a lo normal (Boletín CIIFEN, Febrero 2019).

Por otra parte, tomando en cuenta que los valores promedio del transporte Ekman indicaron surgencia activa en las dos localidades, incluso más intensa que en el mes de enero, probablemente el paso de la onda cálida influyó en la efectividad de los procesos de afloramiento.

Los valores estimados de biomasa zooplanctónica fluctuaron entre 50 y 141 ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona de 76 (DS = 30,21), cifra 20% y 75% menor, respecto a la obtenida durante enero de 2019 y febrero de 2018, respectivamente.

Se observa una clara dominancia de valores categorizados entre 34-100, los que representaron un 82% de la biomasa total, exhibiendo ésta, una clara tendencia a incrementarse hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial. Las mayores biomasas promedio se observaron frente al puerto de Mejillones (87), exhibiendo Iquique valores promedio de 67 ml de zooplancton/1.000 m^3.

Con respecto al mes de enero de 2019, los puertos de desembarque de Iquique y Mejillones, exhiben una tasa de cambio negativa en sus valores promedio de producción secundaria de 30% y 6%, respectivamente. En relación al mes de febrero de 2018, se observa una disminución aún mayor en los tres puertos de desembarque de 82% y 58% para las respectivas localidades.

Las muestras de zooplancton, estuvieron constituidas mayoritariamente por el grupo de los copépodos, decápodos, escasos quetognatos frente a Iquique y presencia de langostino pelágico. Frente a Mejillones se consigna la presencia un pez luna de gran tamaño, delfines, lobos y aves.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, meses de febrero 2002 a 2019, las biomasas estimadas frente a las localidades de Iquique y Mejillones, muestran una disminución en sus valores de producción secundaria, respecto al mismo mes del año 2018, de 85% y 55%, respectivamente; constituyéndose febrero de 2019, en el tercero de los registros más bajo de la serie analizada.

El análisis y procesamiento de las 11 muestras de zooplancton recolectadas durante febrero de 2019, frente a los puertos de Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de

943 huevos y ausencia de larvas, cifra 73% menor, respecto a la obtenida durante el mes de enero para el estadio de huevos. De este total, 260 huevos correspondieron a la especie objetivo del estudio, no registrándose la presencia de estadios tempranos de sardina española.

Se reconoció una estación positiva para huevos en la cual se colectaron 260 huevos, cifra referida a un área de superficie de mar de $10m^2$, señalando una muy baja actividad reproductiva en la zona explorada. La estación con presencia de huevos de anchoveta se localizó al norte del puerto de Iquique y a una distancia de 5 mn de la costa.

Con respecto al número de huevos, febrero de 2019, presentó con respecto al mes de enero, un decremento de 73% en sus niveles de abundancia, constituyéndose en el registro más bajos, en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie analizada (serie **CIAM** octubre 2014 – febrero 2019).

La abundancia promedio de huevos de anchoveta obtenida durante febrero de 2019, muestra respecto a la reportada en enero de 2019, que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta una tendencia decreciente exhibiendo una tasa de cambio de -88%.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad del desove, exhiben con respecto al mes anterior, un decremento de 45% para el estadio de huevos.

Las densidades expresadas en la serie de abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el periodo octubre 2014 – febrero 2019, reflejan que la postura ha sido permanente a través del tiempo, con alzas importantes en las épocas de pick primario y secundario de desove y una tendencia a la baja desde diciembre de 2018 a la fecha, exhibiendo un muy buen ajuste entre el IGS y las densidades de huevos de la especie, desde junio a diciembre de 2018.

El resultado de lo anterior, se vio reflejado en la abundancia de huevos de anchoveta estimada en febrero de 2019, la cual es, 99%, 100%, 759% y 97% menor, respecto al mes de febrero de 2018, 2017, 2016 y 2015, respectivamente. Por otra parte, y como se menciono con anterioridad durante febrero de 2019, no hubo presencia de larvas de anchoveta en la zona explorada.

INTRODUCCIÓN

El presente reporte contiene los resultados obtenidos de la realización del monitoreo mensual de la condición del recurso Anchoveta con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas de peces, efectuado entre el 11 y el 14 de febrero de 2019, frente a los puertos de Iquique y Mejillones.

OBJETIVO GENERAL

Conocer las variaciones mensuales en la zona costera de la abundancia y distribución espacial de los estadios tempranos de peces.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas correspondiente al mes de febrero de 2019, abarcó la zona marítima de la Primera y Segunda regiones, comprendida entre Iquique (20°11'S) y Mejillones (23°04'S), donde se establecieron para los dos puertos, dos transectas perpendiculares a la costa equidistantes cada 2 mn con estaciones programadas a 1, 3 y 5 mn (**Figuras 1, 2 y 3**).

Plataforma de trabajo y programación de estaciones in situ

Para el desarrollo de esta actividad, se utilizó como plataforma de trabajo las lanchas de servicio de Corpesca S.A. "Río Loa III" y "Albatros" para los puertos de desembarque de Iquique y Mejillones. En el **Cuadro 1**, se consigna el número total de transectas y estaciones realizadas, el rango latitudinal y las fechas de inicio y término de esta actividad.

Cuadro 1

Programación de estaciones *in situ* realizadas durante febrero de 2019.

Número de Transectas	N° Estaciones	Duración en días	Rango latitudinal	Fecha Inicio y Término
4	11	4	20°11' – 23°04' LS	11 al 14 Febrero 2019

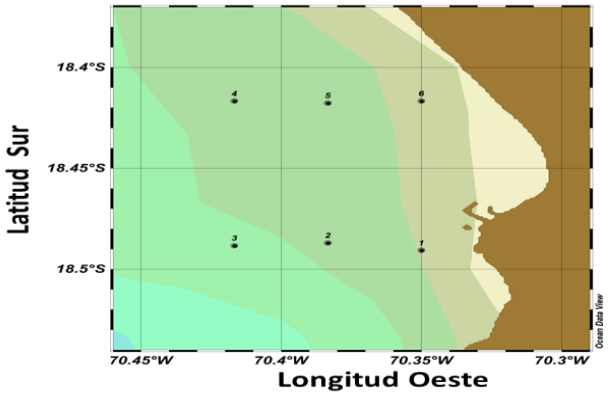


Figura 1. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Arica.**

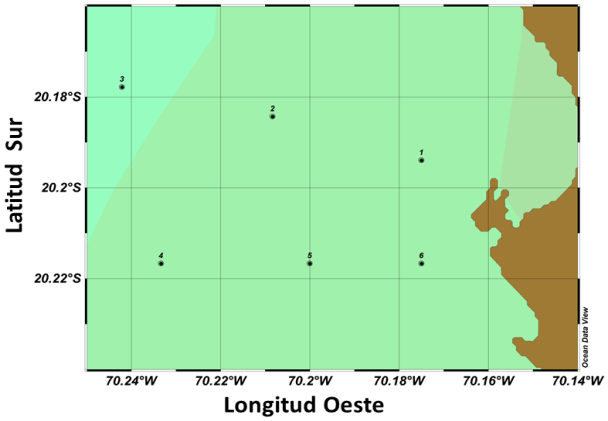


Figura 2. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Iquique.**

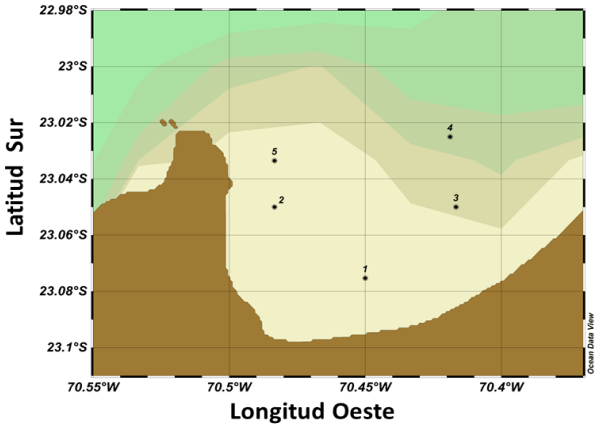


Figura 3. **Área de estudio y localización de las estaciones de muestreo en Mejillones.**

Recolección de muestras y registro de datos

En cada estación y para las localidades de Arica, Iquique y Mejillones, (**Figuras 1, 2 y 3**) mediante botellas oceanográficas Niskin de 1,5 L, se obtuvieron muestras de agua desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad, las que fueron destinadas a la determinación del contenido de oxígeno disuelto y biomasa fitoplanctónica.

La concentración de oxígeno disuelto se determinó por el método Winkler modificado por Carritt y Carpenter (1966) (Parsons et al., 1984), y la biomasa fitoplanctónica, expresada como la concentración de clorofila-a, se estimó siguiendo la metodología fluorométrica de Yentsch y Menzel (1963) descrita por Parsons et al. (1984).

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas mediante la utilización de una red cilindro-cónica modelo WP-2 (Sameoto ***et al.***, 2000) modificada, la cual tiene una abertura de 40 cm (0,1257 m^2 de área de boca) y un largo total de 161 cm, confeccionada con malla sintética monofilamento de 300 µm de abertura, complementando su boca con un medidor de flujo TSK calibrado, el cual permitio cuantificar el volumen de agua filtrado en cada lance.

Las muestras se recolectaron mediante arrastres verticales desde profundidades medias de 33 m (mínima: 16 m; máxima 40 m), hasta la superficie, o desde 5 m sobre el fondo, en el caso de registros batimétricos menores a la profundidad límite de muestreo, con velocidades de calado e izado de la red iguales a 0,8 m/s y a 0,6 m/s, respectivamente.

El ángulo del cable con respecto a la vertical, se controló mediante un clinómetro manual, inmediantamente antes del izado de la red, después de un período de estabilización de 1 minuto a máxima profundidad. En febrero de 2019, el ángulo fluctuó entre 2° y 44° con una media igual a 26°.

Durante la realización de cada uno de los lances zooplanctónicos, se registró en planillas especialmente diseñadas los siguientes datos de carácter básico: código de puerto, número de estación, duración del lance, posición geográfica, tipo de red y de pesca, número de revoluciones del flujómetro, lecturas del clinómetro y cable arriado.

Tratamiento de las muestras a bordo

Las muestras obtenidas fueron preservadas con una solución de formalina en agua de mar al 5%, tamponada con tetraborato de sodio, almacenándose éstas en frascos plásticos de 250 cc, de alta densidad debidamente rotulados. El proceso de fijación se realizó tan pronto como éstas fueron extraídas del copo recolector, evitando de esta manera un posible deterioro de los ejemplares provocado por autolisis.

El procesamiento de las muestras en laboratorio en tierra, contempló la extracción de la totalidad de los huevos y larvas de peces, de cada una de las muestras recolectadas; la

identificación taxonómica de huevos y larvas de anchoveta y otros pelágicos; la cuantificación de huevos y larvas de la(s) especie(s) objetivo y la enumeración y agrupación del resto del ictioplancton, bajo la denominación de "otras especies".

Basado en los valores cuantitativos del análisis y con el propósito de contar con antecedentes comparativos entre las fases de desarrollo de la especie objetivo, se determinaron algunos parámetros tales como el poblacional, densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas y los comunitarios, constancia y dominancia numérica.

La constancia se calculó estableciendo la relación porcentual, existente entre el número de muestras en que se encuentren huevos o larvas de la especie y el total de muestras colectadas. La dominancia numérica se determinó de la relación porcentual entre el número de huevos y/o larvas de la especie, respecto al total de especímenes recolectados.

Para la confección de mapas de distribución, abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de anchoveta y otras especies, se utilizó la escala geométrica de Frontier (1966) modificada y un software **ad hoc** SURFER 8.0.

Estimación de la abundancia y distribución de la biomasa zooplanctónica en la zona de estudio

La determinación del volumen del zooplancton se realizó con posterioridad a la extracción de los estadíos tempranos de peces, a objeto de evitar posibles daños a los huevos y larvas, que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación. Para la medición de los biovolúmenes se utilizó el método volumétrico de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel ***et al***., 2000). El volumen se determinó dos veces para cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excedía los 5 ml.

RESULTADOS

CONDICIÓN OCEANOGRÁFICA FRENTE A LA COSTA NORTE DE CHILE FEBRERO 2019

1. Información Satelital

Se presenta la evolución de cuatro variables oceanográficas medidas por satélite entre el paralelo 17° y 25° LS, entre la costa y el meridiano 75° LW, durante el mes de febrero de 2019.

1.1 Temperatura superficial del mar (TSM °C)

En comparación al mes de enero las TSM tanto de Arica como de Iquique y Mejillones registraron un incremento, el que podria responder al incremento en las anomalias de la TSM que se registraron en la region Niño $_{1+2}$ a fines de enero, como respuesta a una nueva onda cálida que comenzo a desplazarse hacia el este, a inicios del mes **(Figura 4**).

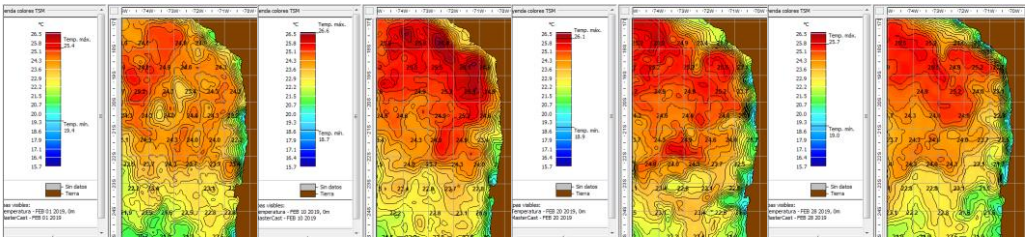


Figura 4. Temperatura superficial del mar (°C) para los días 1, 10, 20 y 28 de febrero de 2019. (Fuente: Servicio de cartas satelitales de GeoEye/ Seastar, USA).

1.2 Salinidad superficial del mar (ups)

Los valores de salinidad superiores a 34,8 ups pueden asociarse a la presencia del agua ecuatorial subsuperficial (**AESS)** y a un estrato que no superó los 30 m de profundidad, mientras que en el resto de la columna de agua las salinidades menores a 34,8 ups evidenciaron la dominancia del agua subantártica (**ASAA**)

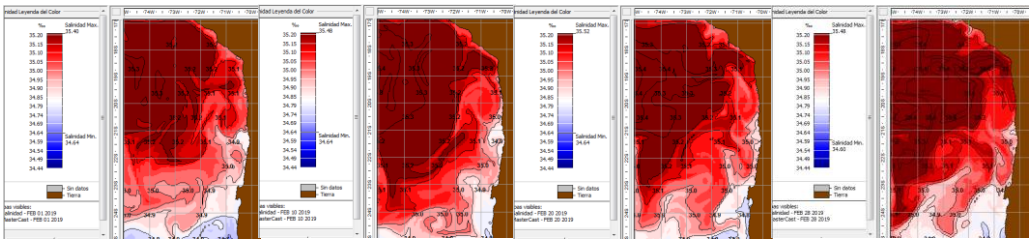


Figura 5. Salinidad superficial del mar (ups) para los días 1, 10, 20 y 28 de febrero de 2019. (Fuente: Programa GeoEye, USA).

1.3 Clorofila *a* superficial (mg/m^3)

Durante febrero de 2019, se observaron valores de biomasa fitoplanctónica inferiores con respecto al mes anterior, lo que sugiere una baja influencia de los eventos de surgencia en la región.

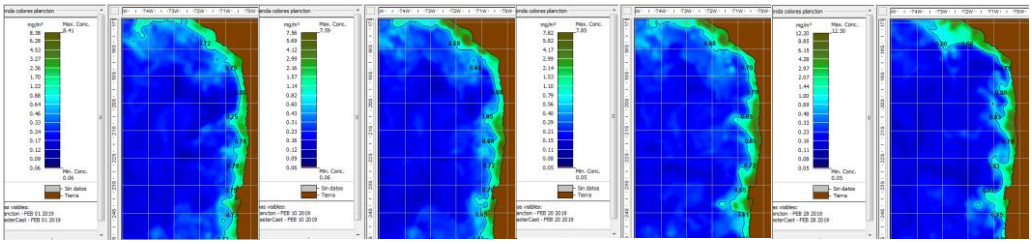


Figura 6. Clorofila superficial del mar (mg/m^3) para los días 1, 10, 20, y 28 de febrero de 2019. (Fuente: Programa GeoEye, USA).

1.4 Altura dinámica del mar

Hacia fines de mes los núcleos de altimetrías negativas se observan prácticamente en toda la franja costera, situación que es favorable para la presencia de cardúmenes de anchoveta.

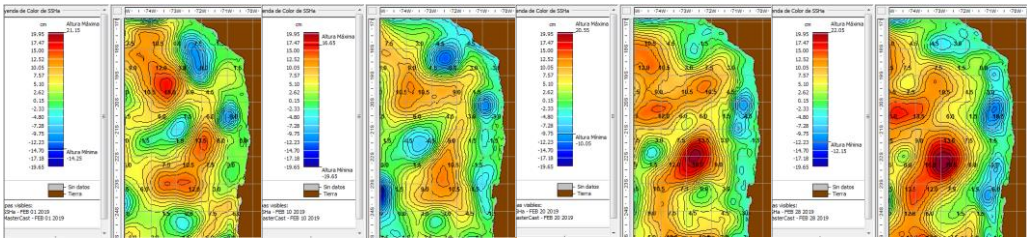


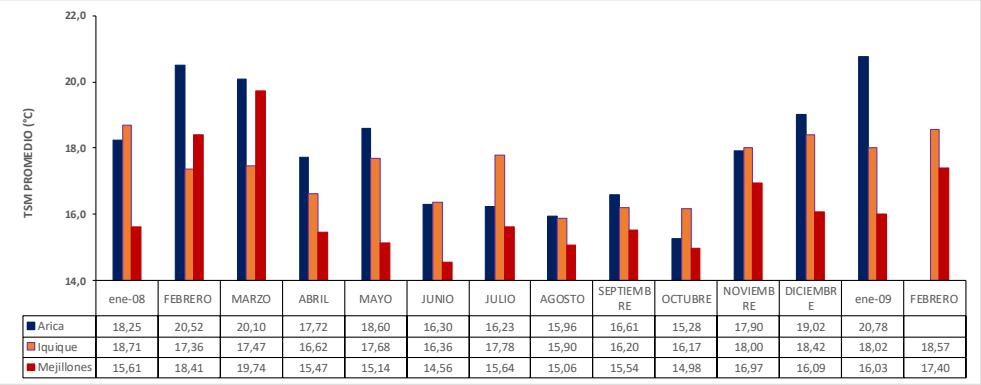
Figura 7. Altura dinámica del mar para los días 1, 10, 20 y 28 de febrero de 2019. (Fuente: Programa GeoEye, USA).

2. Condiciones físicas, químicas y biomasa fitoplanctónica

Durante febrero de 2019, la temperatura superficial del mar (**TSM**) en la zona comprendida entre Iquique y Mejillones fluctuó entre 16,695°C localizado a 5 mn al sur de punta Angamos y 18,894°C registrado a 5 mn al norte de Iquique, con un promedio general para la zona de 18,037°C ± 0,857; temperatura 0,37°C menor respecto a la registrada durante el mes de enero.

Al oeste de los puertos de desembarque de Iquique y Mejillones, la temperatura superficial promedio fue 0,55°C y 1,37°C mayor respecto a la registrada en durante el mes de enero de 2019 para las respectivas localidades (**Figuras 8 y 9, Tabla 1**).

En la zona de estudio, la salinidad superficial no superó los 35,0 ups, fluctuando entre 34,742 y 34,919 ups, con un promedio general para la zona de 34,815 ups ± 0,059, registrándose la mínima salina a 3 mn al sur de Mejillones y la máxima, a 1 mn al norte de Iquique, respectivamente (**Tabla 1**).



	ene-08	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ene-09	FEBRERO
Arica	18,25	20,52	20,10	17,72	18,60	16,30	16,23	15,96	16,61	15,28	17,90	19,02	20,78	
Iquique	18,71	17,36	17,47	16,62	17,68	16,36	17,78	15,90	16,20	16,17	18,00	18,42	18,02	18,57
Mejillones	15,61	18,41	19,74	15,47	15,14	14,56	15,64	15,06	15,54	14,98	16,97	16,09	16,03	17,40

Figura 8. **Temperatura superficial promedio (°C) para los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Enero 2018 – febrero de 2019.**

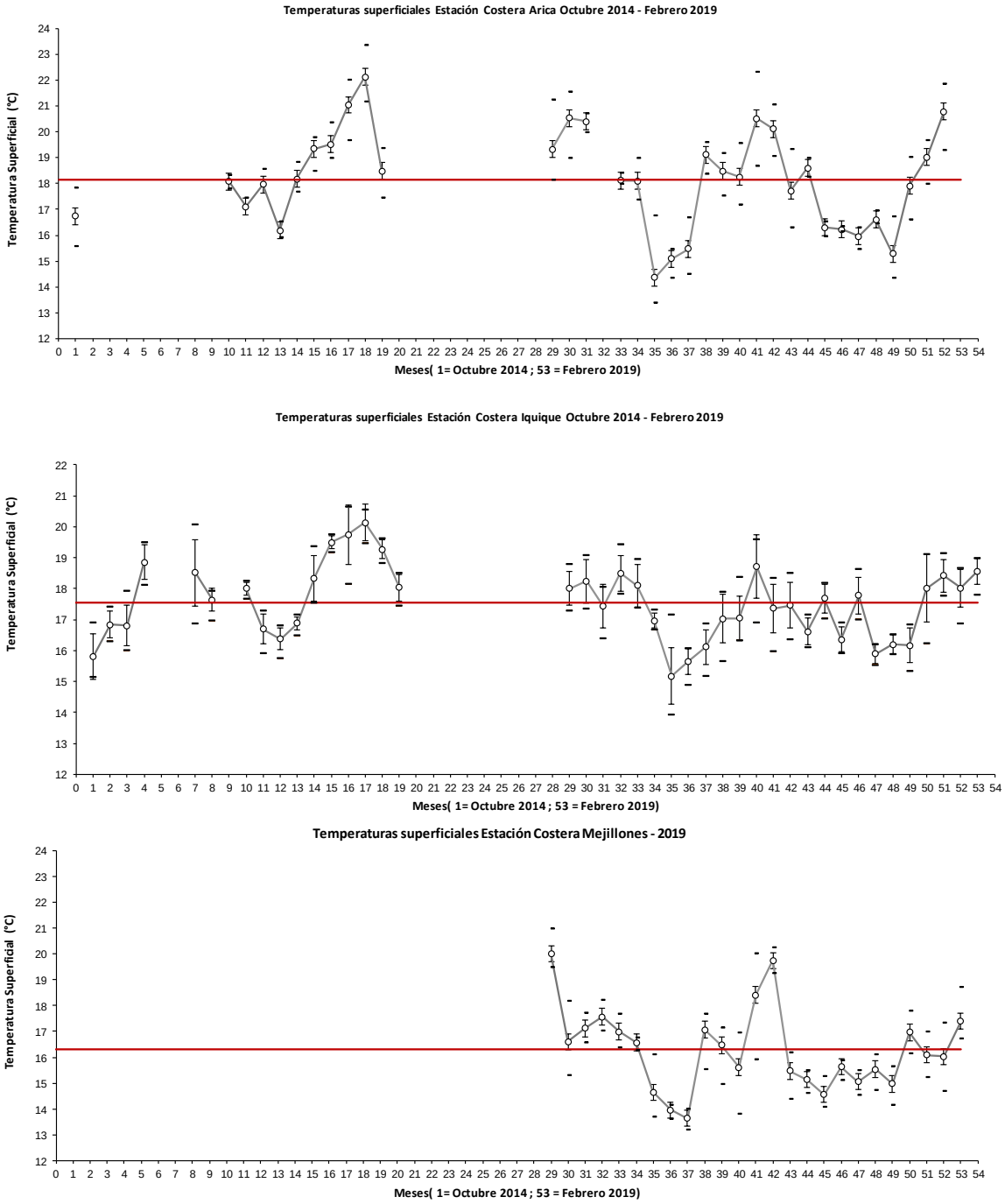


Figura 9. Distribución superficial de la temperatura del mar (°C) para las estaciones de Iquique, Arica y Mejillones. Octubre 2014- febrero 2019. (Línea vertical es DS, línea horizontal son valores máximos y mínimos, línea roja es promedio).

Tabla 1. Estadisticos básicos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m^3) superficial (0m) frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante febrero de 2019.

0 m	T (°C)	S (ups)	D (Kg/m^3)
Global			
Promedio	18,037	34,815	25,122
Min	16,695	34,742	24,918
Max	18,984	34,919	25,399
DS	0,857	0,059	0,186
Arica			
Promedio	S/I	S/I	S/I
Min	S/I	S/I	S/I
Max	S/I	S/I	S/I
DS	S/I	S/I	S/I
Iquique			
Promedio	18,569	34,863	25,029
Min	17,794	34,841	24,918
Max	18,984	34,919	25,265
DS	0,414	0,028	0,122
Mejillones			
Promedio	17,398	34,758	25,234
Min	16,695	34,742	24,925
Max	18,684	34,775	25,399
DS	0,829	0,013	0,198
* S/I: Sin Información			

En comparación a la campaña de enero, se registró un incremento de la TSM en Iquique, el cual estuvo asociado a una profundización de la isoterma de 15°C, que se localizó por debajo de los 20 m de profundidad. Por otra parte, valores de salinidad superiores a 34,8 ups, que pueden asociarse a la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperificial (**AESS**), se restringieron a las 5 mn y a un estrato que no superó los 30 m de profundidad, mientras que en el resto de la columna de agua las salinidades (<34,8) evidenciaron la dominancia del Agua Subantártica (**ASAA**) especialmente en el sector sur (**Figura 10**). Estas condiciones sugieren una baja influencia de los eventos de surgencia, lo que quedó evidenciado, además, por la profundidad de localización del LS_ZMO (>40 m) y por el incremento en el valor promedio de oxígeno disuelto, acompañado de valores de biomasa fitoplanctónica inferiores a los del mes anterior (**Figura 12**).

En Mejillones también la TSM fue mayor respecto de enero, sin embargo, la isoterma de 15°C se mantuvo sobre los 10 m de profundidad y la salinidad exhibió un leve aumento, sugiriendo una mayor participación del **AESS** y de los procesos de afloramiento (**Figura 11**). De igual manera el LS_ZMO exhibió una posición somera (<15 m), y el promedio de oxígeno disuelto disminuyó al igual que la biomasa fitoplanctónica, aunque, considerando su distribución, notoriamente los valores de oxígeno fueron producto de la actividad autotrófica (**Figura 12**).

El aumento en las temperaturas puede responder al incremento en las anomalías de la TSM que se registraron en la región EL Niño $_{1+2}$ a fines de enero, como respuesta a una nueva onda cálida que comenzó a desplazarse hacia el este a inicios del mes, coincidiendo con las predicciones globales para el período febrero-marzo-abril de 2019, las que pronostican qué en las costas frente a Sudamérica, la TSM continuará presentando valores superiores a lo normal (Boletín CIIFEN Febrero 2019). Por otra parte, tomando en cuenta que los valores promedio del transporte Ekman indicaron surgencia activa en las dos localidades, incluso más intensa que en el mes de enero (**Figura 13**), probablemente el paso de la onda cálida influyó en la efectividad de los procesos de afloramiento.

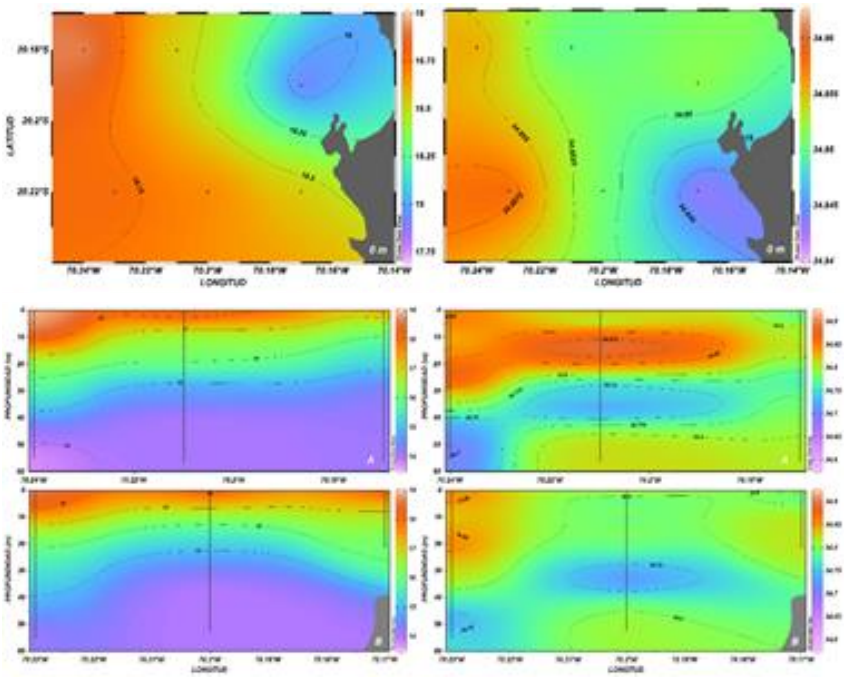


Figura 10. **Distribución superficial y vertical de temperatura (°C) (panel izquierdo) y salinidad (ups) (panel derecho) en Iquique durante febrero de 2018. A: transecta norte, B: transecta sur.**

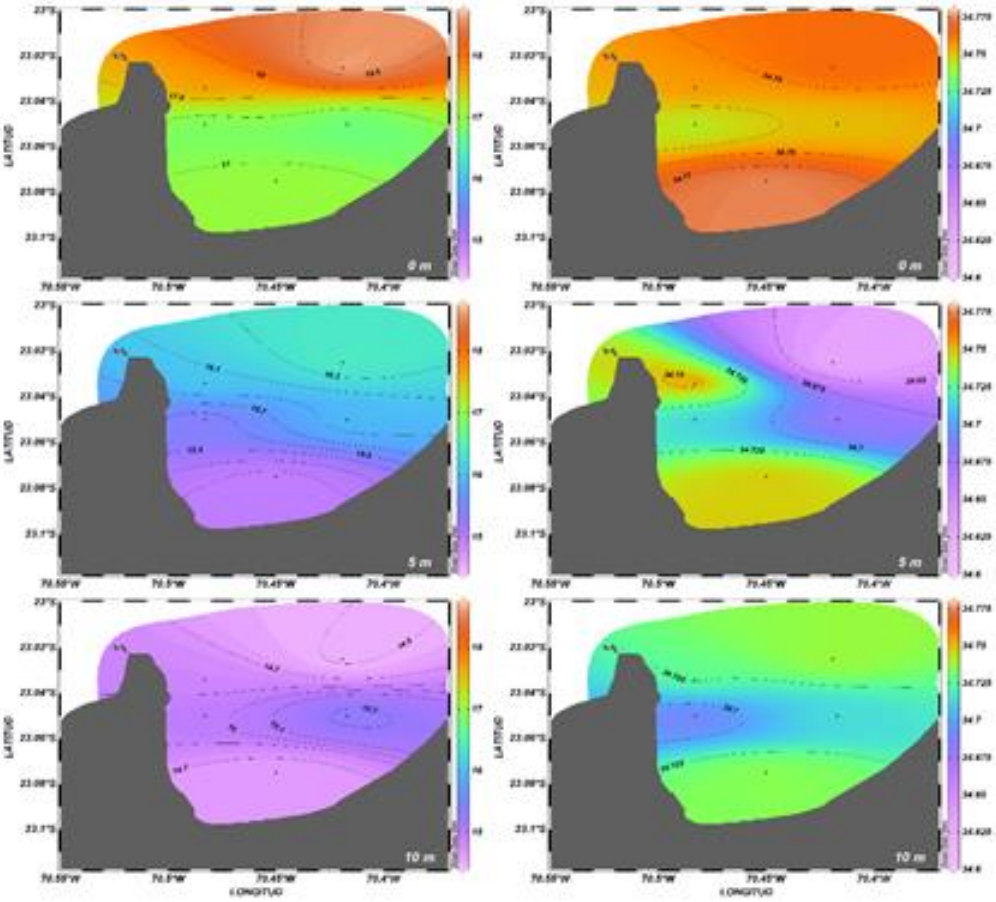


Figura 11. **Distribución de temperatura (°C) (panel izquierdo) y de salinidad (ups) (panel derecho) en Mejillones a 0, 5 y 10 m de profundidad, durante febrero de 2019.**

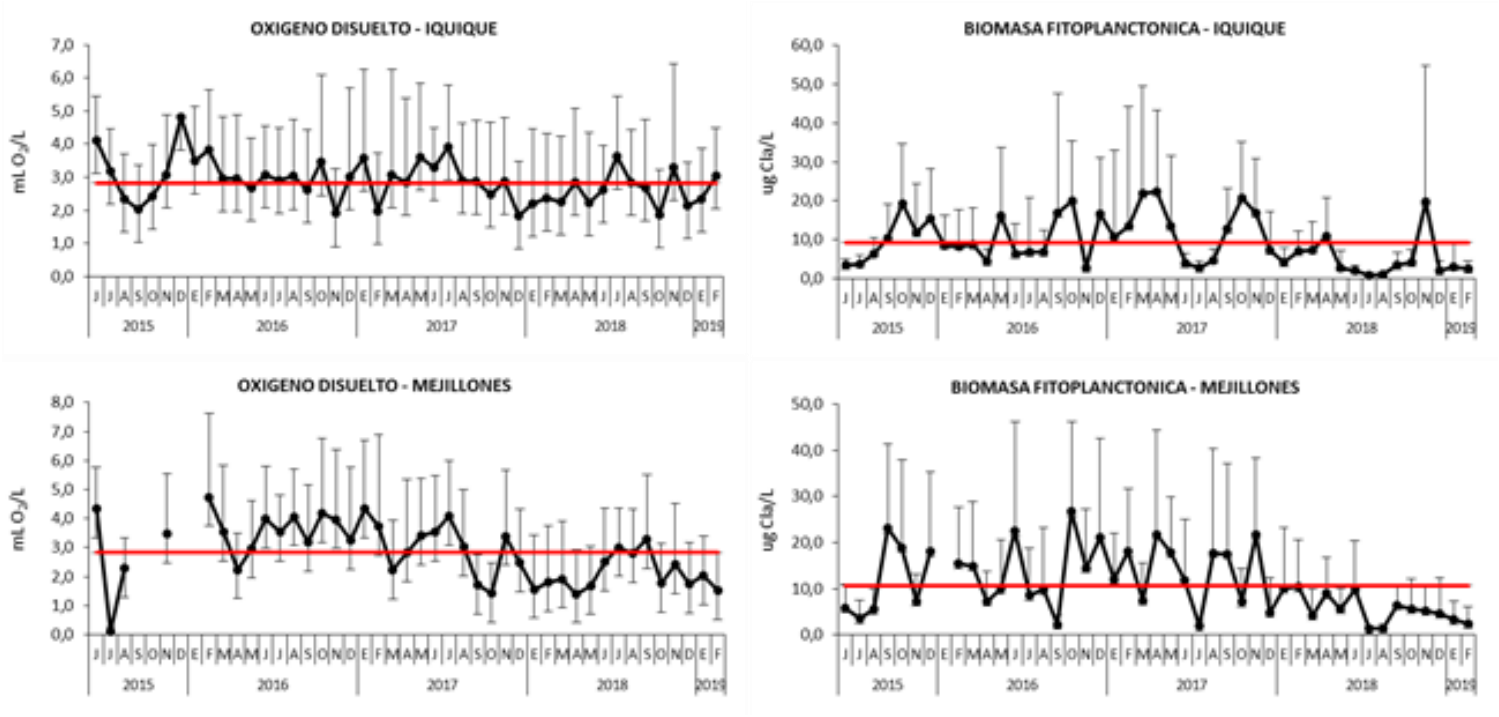


Figura 12. **Variabilidad del promedio mensual de oxígeno disuelto (mL/L) y de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique y Mejillones entre junio de 2015 y febrero de 2019.**

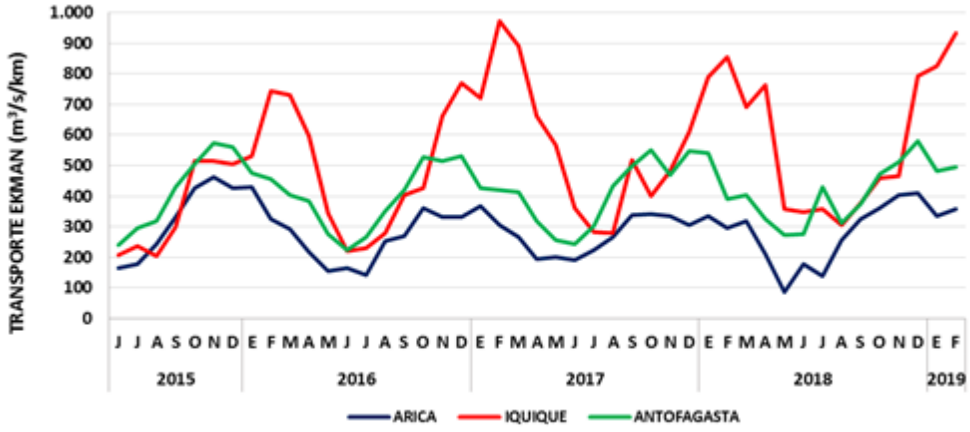


Figura 13. **Valor promedio mensual del transporte Ekman (m^3/s/km) en Arica, Iquique y Antofagasta entre junio de 2015 y febrero de 2019.**

Tabla 2. Estadisticos básicos de la temperatura (°C), salinidad (ups) y densidad (Kg/m^3) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante febrero de 2019.

Global	T (°C)	S(ups)	D kg/m^3
Mínimo	13,368	34,402	24,804
Máximo	18,984	34,977	26,432
Promedio	15,038	34,781	25,904
Desvest	1,468	0,060	0,385
Arica	**T (°C)**	**S(ups)**	**D kg/m^3**
Mínimo	s/d	s/d	s/d
Máximo	s/d	s/d	s/d
Promedio	s/d	s/d	s/d
Desvest	s/d	s/d	s/d
Iquique	**T (°C)**	**S(ups)**	**D kg/m^3**
Mínimo	13,656	34,600	24,918
Máximo	18,984	34,977	26,287
Promedio	15,627	34,801	25,788
Desvest	1,523	0,058	0,397
Mejillones	**T (°C)**	**S(ups)**	**D kg/m^3**
Mínimo	13,368	34,402	24,804
Máximo	18,684	34,812	26,432
Promedio	14,340	34,757	26,041
Desvest	1,034	0,052	0,320
s/d: sin datos			

2.1 Iquique

El oxígeno disuelto fluctuó entre 0,3 y 5,1 mL/L. La distribución superficial se caracterizó por el aumento de los valores hacia el sector más alejado de la costa, desde mínimos de 3,9 mL O_2/L registrados a 1 mn, hasta un máximo de 4,8 mL O_2/L localizado a 5 mn en el sector norte (**Figuras 14 y 15; Tabla 3**). En la componente vertical, las secciones mostraron el ascenso de las oxilíneas en la costa (1 mn) que condujeron agua de bajo contenido de oxígeno a la superficie, pero que no descendió de los 3,0 mL O_2/L. Valores superiores a 4,0 mL O_2/L ocuparon la columna de agua hasta los 10 m de profundidad a 5 mn de la costa, observándose la máxima concentración (5,1 mL O_2/L) a 5 m en el sector norte. El límite superior de la zona de mínima concentración de oxígeno (LS_ZMO) sólo se registró entre 1 y 3 mn en el norte y a 5 mn en el sur, ocupando profundidades superiores a 40 m (**Figura 16**).

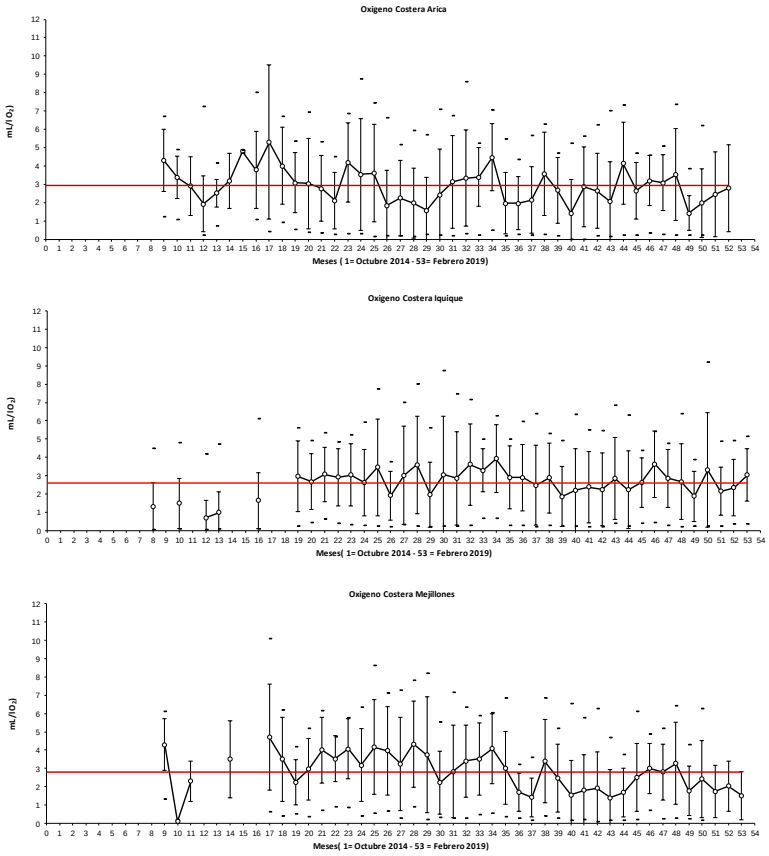


Figura 14. **Distribución temporal del oxígeno disuelto promedio (mL/L) de la columna de agua en los puertos de desembarque de Arica, Iquique y Mejillones. Serie octubre 2014 – febrero 2019. (Línea vertical es DS, línea horizontal son valores máximos y mínimos, línea roja es promedio).**

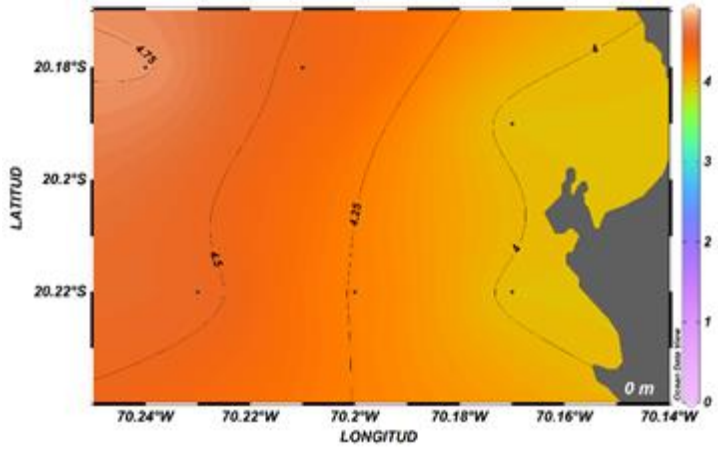


Figura 15. **Distribución superficial de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante febrero de 2019.**

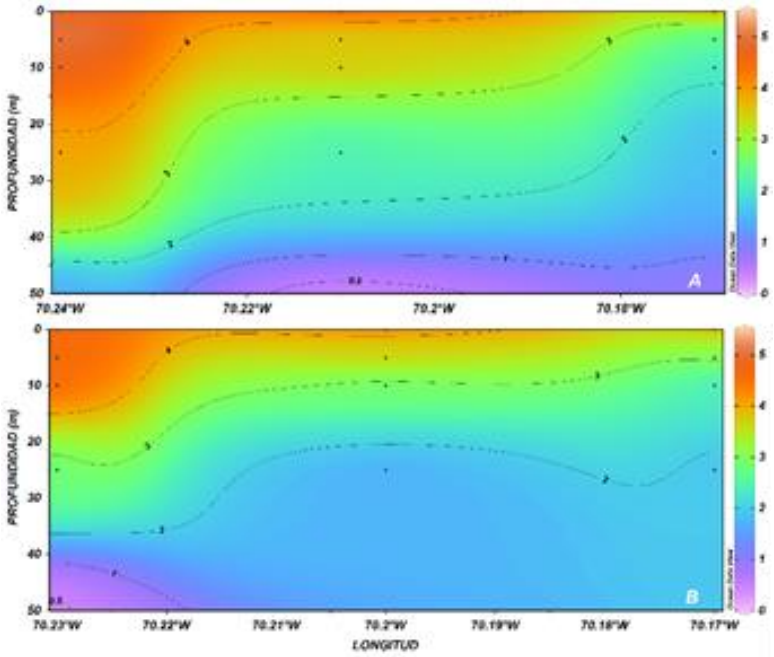


Figura 16. **Secciones verticales de oxígeno disuelto (mL/L) en Iquique durante febrero de 2019. A: transecta norte, B: transecta sur.**

La biomasa fitoplanctónica presentó valores extremos de 0,04 y 6,0 µg Cl-a/L (**Tablas 3 y 4**). En superficie la distribución mostró un mínimo costero (1 mn) de 2,1 µg Cl-a/L que se localizó en el sector norte del área, a partir del cual las concentraciones se incrementaron hasta máximos cercanos a 4,0 µg Cl-a/L registrados a 3 mn de la costa (**Figura 17**). La sección vertical del norte mostró el mínimo superficial costero (1 mn) asociado al ascenso de las isolíneas, con núcleos superiores a 4,0 µg Cl-a/L restringidos a las 3 y 5 mn en superficie y a 5 m de profundidad

respectivamente, mientras que en el resto de la columna de agua predominaron biomasas inferiores a 2,0 µg Cl-a/L. En el sur valores superiores a 4,0 µg Cl-a/L se distribuyeron entre la costa (1 mn) y las 5 mn y entre la superficie y los 5 m de profundidad, detectándose el máximo (6,0 µg Cl-a/L) asociado a un foco localizado a 10 m (**Figura 18**).

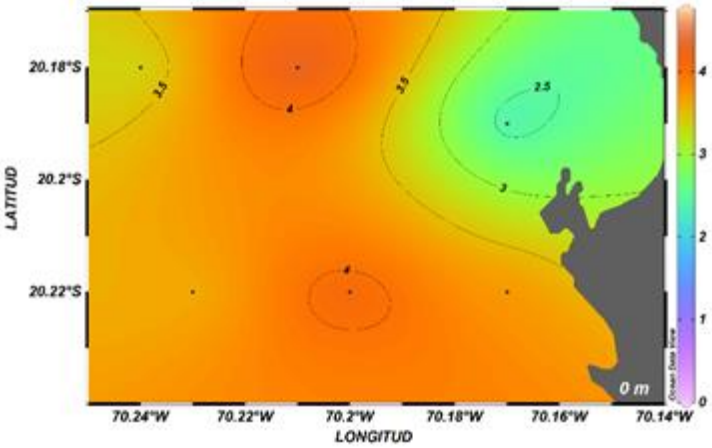


Figura 17. **Distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante febrero de 2019.**

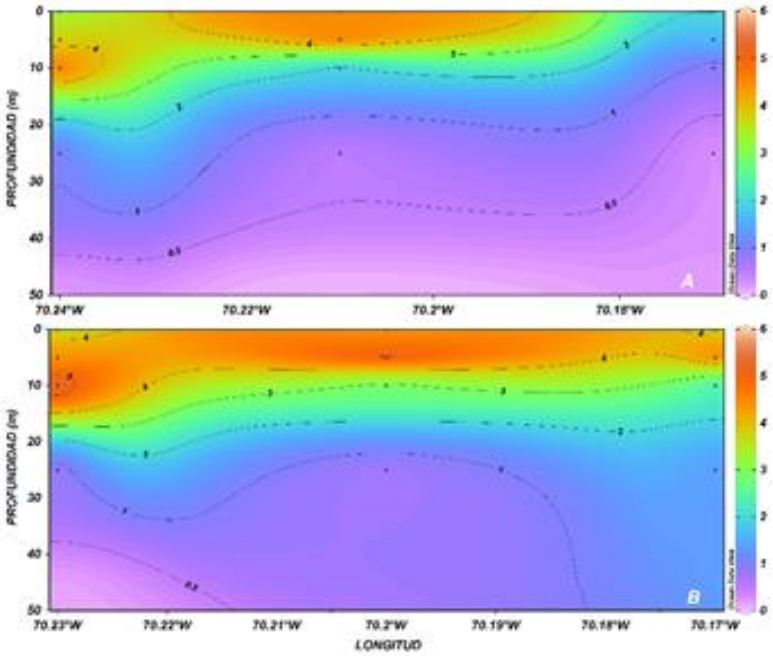


Figura 18. **Secciones verticales de biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) en Iquique durante febrero de 2019. A: transecta norte, B: transecta sur.**

Tabla 3. **Estadisticos básicos de la concentración de clorofila a (µg/L), feopigmentos (µg/L) y contenido de oxígeno disuelto (mL/L) de la columna de agua frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante febrero de 2019.**

Global	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Mínimo	0,04	0,01	0,24
Máximo	11,90	1,79	5,12
Promedio	2,44	0,39	2,32
Desvest	2,93	0,31	1,57
Arica	**Cloa (µg/L)**	**Feop (µg/L)**	**O_2(mL/L)**
Mínimo	S/I	S/I	S/I
Máximo	S/I	S/I	S/I
Promedio	S/I	S/I	S/I
Desvest	S/I	S/I	S/I
Iquique	**Cloa (µg/L)**	**Feop (µg/L)**	**O_2(mL/L)**
Mínimo	0,04	0,01	0,34
Máximo	5,98	0,98	5,12
Promedio	2,45	0,40	3,04
Desvest	2,06	0,23	1,44
Mejillones	**Cloa (µg/L)**	**Feop (µg/L)**	**O_2(mL/L)**
Mínimo	0,08	0,02	0,24
Máximo	11,90	1,79	4,97
Promedio	2,42	0,38	1,51
Desvest	3,71	0,39	1,32

S/I: Sin información

Tabla 4. **Valores de biomasa fitoplanctónica (µg/L), feopigmentos (µg/L) y oxígeno disuelto (mL/L) por transecta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones durante febrero de 2019.**

		ARICA						IQUIQUE	11-02-2019					MEJILLONES	14-02-2019		
N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)	N° Transecta	N° Estación	Z(m)	Cloa (µg/L)	Feop (µg/L)	O_2(mL/L)
Tr Sur 1mn	1	0				Tr Norte 1mn	7	0	2,05	0,01	3,91	Tr Sur 1mn	13	0	1,60	0,17	3,21
		5						5	1,90	0,12	2,30			5	0,65	0,25	1,33
		10						10	0,63	0,28	2,01			10	0,67	0,32	1,03
		15						25	0,22	0,21	1,52			25	0,21	0,27	0,79
Tr Sur 3mn	2	0						50	0,21	0,34	0,74			50	0,11	0,19	0,40
		5				Tr Norte 3mn	8	0	4,55	0,11	4,48	Tr Sur 3mn	14	0	0,81	0,02	3,26
		10						5	5,49	0,43	3,54			5	5,29	0,29	1,69
		25						10	1,14	0,47	3,63			10	2,68	0,41	1,57
		50						25	0,33	0,23	2,01			25	0,10	0,21	0,26
Tr Sur 5mn	3	0						50	0,04	0,17	0,34			50	0,08	0,24	0,26
		5				Tr Norte 5mn	9	0	3,22	0,63	4,82	Tr Sur 5mn	15	0	11,90	1,06	3,42
		10						5	3,64	0,34	5,12			5	4,90	0,33	2,32
		25						10	5,25	0,38	4,73			10	0,67	0,21	1,22
		50						25	0,55	0,37	3,85			25	0,17	0,31	0,43
Tr Norte 5mn	4	0						50	0,21	0,15	1,39			50	0,10	0,24	0,27
		5				Tr Sur 5mn	10	0	3,53	0,43	4,60	Tr Norte 5mn	16	0	9,30	0,94	4,97
		10						5	4,23	0,52	4,65			5	11,37	0,95	2,88
		25						10	5,98	0,65	4,63			10	7,33	0,18	1,11
		50						25	0,41	0,27	2,74			25	0,13	0,17	0,35
Tr Norte 3mn	5	0						50	0,11	0,13	0,42			50	0,30	0,11	0,27
		5				Tr Sur 3mn	11	0	4,30	0,57	4,24	Tr Norte 1mn	17	0	1,13	0,13	3,48
		10						5	5,90	0,59	3,80			5	0,13	1,79	1,63
		25						10	2,29	0,57	2,75			10	0,17	0,29	0,87
Tr Norte 1mn	6	0						25	0,51	0,34	1,62			25	0,51	0,18	0,49
		5						50						50	0,12	0,22	0,24
		10				Tr Sur 1mn	12	0	3,77	0,72	3,91						
								5	5,24	0,98	3,17						
								10	1,72	0,70	2,22						
	Arica: Sin Información							25	1,29	0,47	1,89						

2.2 Mejillones

El oxígeno fluctuó entre 0,2 y 5,0 mL/L. La distribución en superficie se caracterizó por el incremento de las concentraciones costa afuera, desde un mínimo de 3,2 mL O_2/L, registrado a 1 mn, al máximo de 5,0 mL O_2/L registrado a 5 mn en el sector norte. A 5 m de profundidad se observó la misma distribución, pero el máximo alcanzó sólo los 2,9 mL O_2/L. En el estrato de los 10 m se detectaron concentraciones cercanas a 1,0 mL O_2/L, con un mínimo de 0,9 mL O_2/L a 5 mn en el sector de punta Angamos (**Figura 19-panel izquierdo**). A 25 y 50 m predominaron valores inferiores a 0,5 mL O_2/L. La posición del LS_ZMO se mantuvo entre 9 y 15 m de profundidad, ocupando su posición más somera (9,1 m) a 5 mn en el sur (**Tabla 3**).

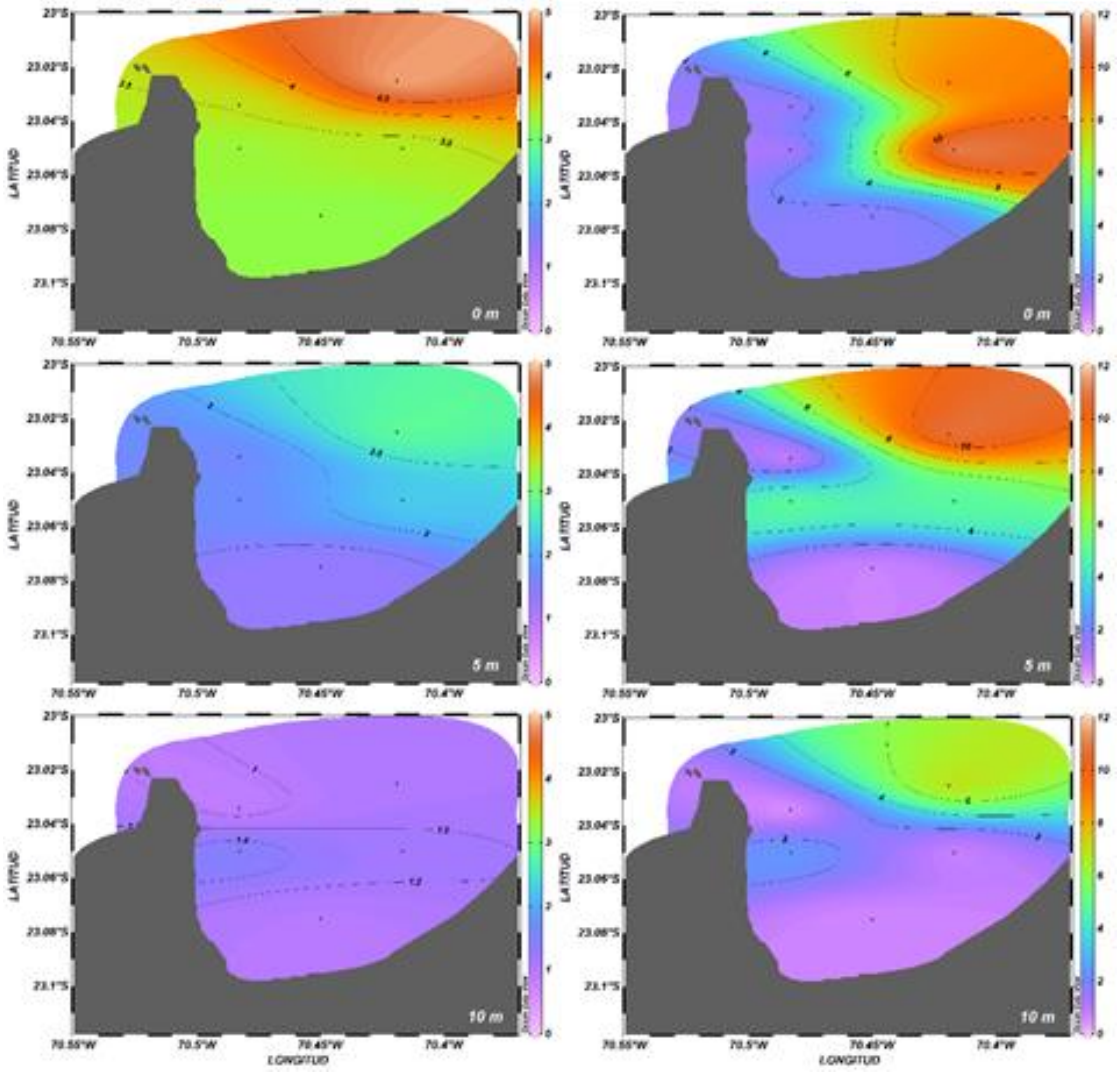


Figura 19. **Distribución del oxígeno disuelto (mL/L) (panel izquierdo) y de la biomasa fitoplanctónica (µg Cl-a/L) (panel derecho) en Mejillones a 0, 5 y 10 m de profundidad durante febrero de 2019.**

La biomasa fitoplanctónica fluctuó entre 0,1 y 11,9 µg Cl-a/L. La máxima concentración (11,9 µg Cl-a/L) se registró en superficie, asociada a un foco localizado a 3 mn en el norte del área. Hacia la costa y hacia el sur la biomasa disminuyó a valores inferiores a 2,0 µg Cl-a/L. A los 5 m de profundidad el patrón de distribución se mantuvo con un máximo de 11,4 µg Cl-a/L y un mínimo de 0,1 µg Cl-a/L registrado a 5 mn en el sector de punta Angamos. Lo mismo se observó a los 10 m, estrato en el cual la máxima alcanzó los 7,3 µg Cl-a/L, mientras que en el resto del área los valores fueron inferiores a 1,0 µg Cl-a/L (**Figura 19-panel derecho**). A 25 y 50 m hubo un predominio de biomasas menores a 0,5 µg Cl-a/L (**Tabla 4**).

3. Estimación de la biomasa zooplanctónica

Durante febrero de 2019, los valores estimados de biomasa zooplanctónica para la zona comprendida entre Iquique y Mejillones, fluctuaron entre 50 y 141 ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona de 76 (DS = 30,21), cifra 20% y 75% menor, respecto a la obtenida durante enero de 2019 y febrero de 2018, respectivamente.

Se observa una clara dominancia de valores categorizados entre 34-100, los que representaron un 82% de la biomasa total, exhibiendo ésta una clara tendencia a incrementarse hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial (**Figura 20**). Las mayores biomasas promedio se observaron frente al puerto de Mejillones (87), exhibiendo Iquique valores promedio 67 ml de zooplancton/1.000 m^3, respectivamente (**Figura 21**).

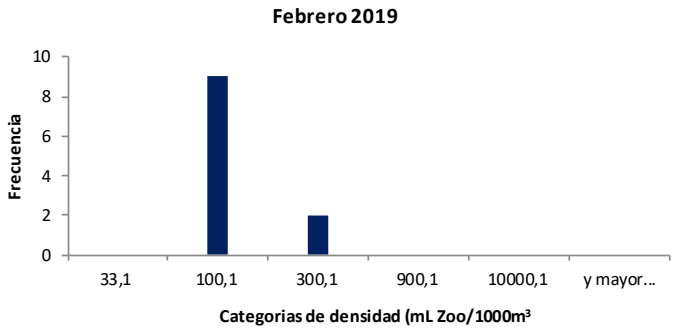


Figura 20. **Categorías de densidad de la estimación de la biomasa zooplanctónica para los puertos de Iquique y Mejillones – febrero 2019.**

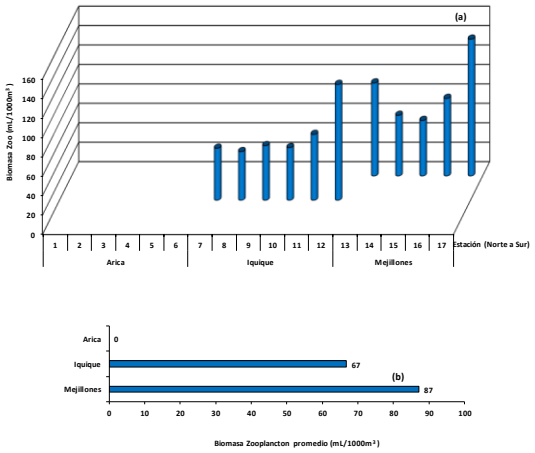
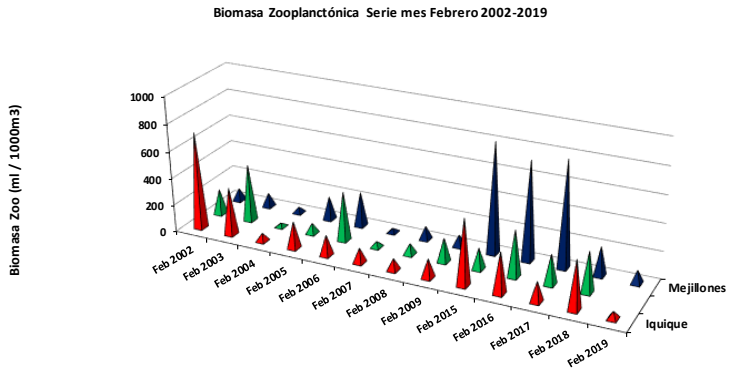


Figura 21. **Distribución y abundancia de a biomasa zooplanctónica por estación (a) y abundancia promedio por puerto (b). Febrero 2019.**

Con respecto al mes de enero de 2019, los puertos de desembarque de Iquique y Mejillones, exhiben una tasa de cambio negativa en sus valores promedio de producción secundaria de 30% y 6%, respectivamente. En relación al mes de febrero de 2018, se observa una disminución aún mayor en ambos puertos de desembarque de 82% y 58% para las respectivas localidades (**Figuras 22 y 23**).

Las muestras de zooplancton, estuvieron constituidas mayoritariamente por el grupo de los copépodos, decápodos, escasos quetognatos frente a Iquique y presencia de langostino pelágico. Frente a Mejillones se consigna la presencia de un pez luna de gran tamaño, delfines, lobos y aves.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, meses de febrero 2002 a 2019, las biomasas estimadas frente a las localidades de Iquique y Mejillones, muestran una disminución en sus valores de producción secundaria, respecto al mismo mes del año 2018, de 85% y 55%, respectivamente; constituyéndose febrero de 2019, en el tercero de los registros más bajo de la serie analizada, donde la condición del alimento, no ha resultado ser una limitante para la anchoveta, apreciándose nuevamente una comunidad dominada principalmente por organismos del mesozooplancton.



	Feb 2002	Feb 2003	Feb 2004	Feb 2005	Feb 2006	Feb 2007	Feb 2008	Feb 2009	Feb 2015	Feb 2016	Feb 2017	Feb 2018	Feb 2019
Iquique	715	350	59	197	150	108	85	139	484	300	146	358	53
Arica	187	421	25	75	362	43	80	174	154	340	220	296	
Mejillones	91	102	42	172	254	29	97	84	816	730	781	212	96

Figura 22. **Biomasa zooplanctónica frente a los puertos de Arica, Iquique y Mejillones para la serie febrero 2002 - 2019.**

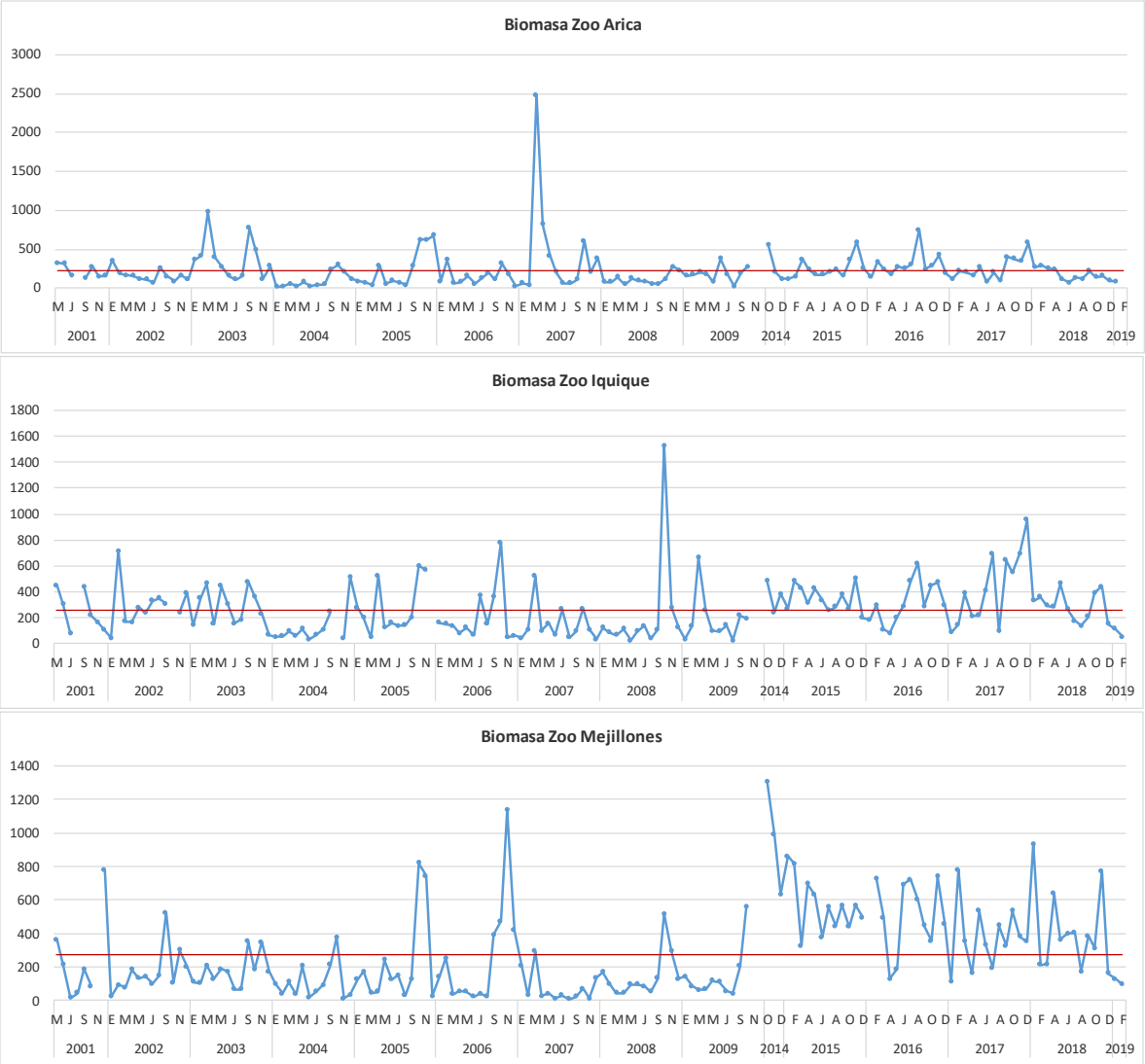


Figura 23. Variabilidad mensual de la biomasa zooplanctónica (ml de zooplancton/1.000 m^3) en Arica, Iquique y Mejillones entre mayo de 2001 y febrero de 2019.

4. Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El análisis y procesamiento de las 11 muestras de zooplancton recolectadas durante febrero de 2019, frente a los puertos de Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de 943 huevos y ausencia de larvas; cifra 73% menor, respecto a la obtenida durante el mes de enero para el estadio de huevos. De este total, 260 huevos correspondieron a la especie objetivo del estudio, no registrándose la presencia de estadios tempranos de sardina española. El detalle correspondiente a la totalidad de las muestras procesadas se entrega en la **Tabla 5.**

4.1 Anchoveta, ***Engraulis ringens***

Se reconoció 1 estación positiva para huevos en la cual se colectaron 260 huevos, cifra referida a un área de superficie de mar de 10m^2, lo que señala una bajísima actividad reproductiva en la zona explorada. Durante febrero de 2019, la estación con presencia de huevos de anchoveta se presentó al norte del puerto de Iquique y a una distancia de 5mn (**Figura 24 y 25**).

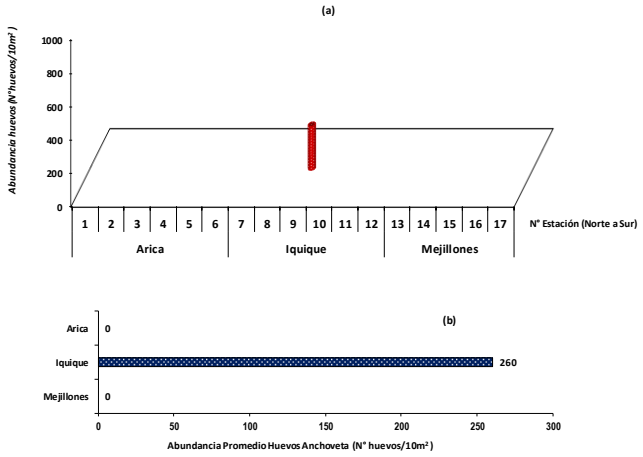


Figura 24. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta por estación (a) y abundancia promedio por puerto (b). Febrero 2019.

Tabla 5. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de peces para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones – febrero 2019.

Estadisticos Huevos	Anchoveta	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	11	11	11
N° Estaciones positivas	1	2	3
% Est (+)	9,09	18,18	27,27
Abundancia (H/10m^2)	260	682	943
Densidad Mínima Est (+)		54	54
Densidad Máxima Est (+)		629	629
Std.Dev Est (+)		406,68	291,32
Media Est. Positivas	260	341	314
Media Est. Totales	24	62	86
Constancia	9,09	18,18	27,27
Dominancia numérica	27,57	72,32	100,00
CV+(%)	0,00	1,19	0,93

Estadisticos Larvas	Anchoveta	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	17	17	17
N° Estaciones positivas	0	0	0
% Est (+)	0,00	0,00	0,00
Abundancia (L/10m^2)			
Densidad Mínima Est (+)			
Densidad Máxima Est (+)			
Std.Dev Est (+)			
Media Est. Positivas			
Media Est. Totales			
Constancia			
Dominancia numérica			
CV+(%)			

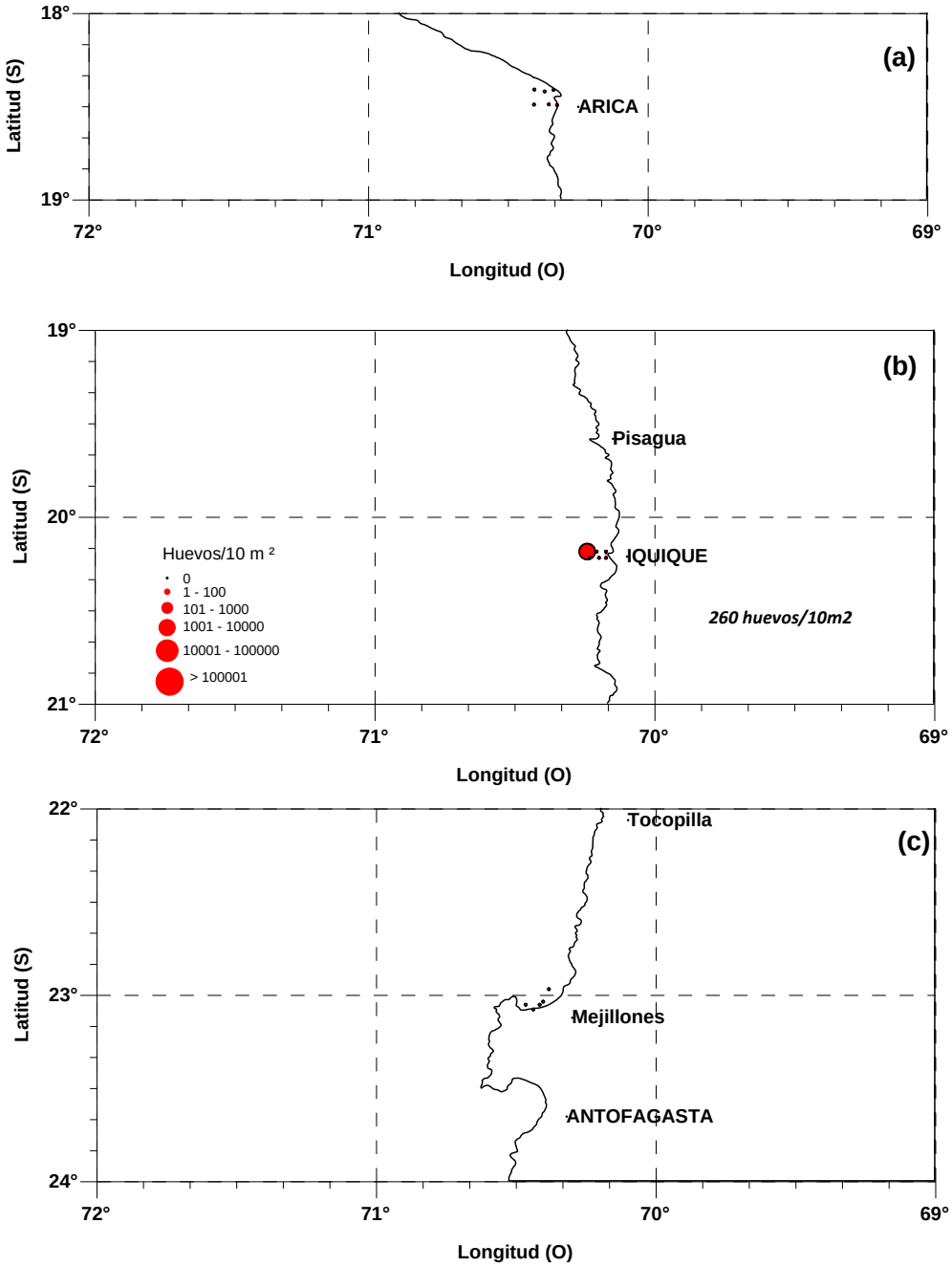


Figura 25. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta, *Engraulis ringens*, frente a los puertos de (a) Arica, (b) Iquique y (c) Mejillones. Febrero 2019.

Con respecto al número de huevos, febrero de 2019, presentó con respecto al mes de enero un decremento de 73% en sus niveles de abundancia, constituyéndose en el registro más

bajo, en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie analizada (serie **CIAM** octubre 2014 – febrero 2019).

Para efectos comparativos se seleccionaron en los puertos de Iquique y Mejillones las estaciones asignadas con los números 7 y 13, respectivamente. De acuerdo a lo indicado por los estadios de desarrollo, el monitoreo de febrero de 2019, muestra ausencia de huevos y larvas de anchoveta frente a ambas localidades.

En Iquique y para la serie analizada febrero 1998 - 2019, se reporta ausencia de huevos de anchoveta los años 2000, 2003 y 2019; registrándose las mayores densidades en febrero de 2001 y 2016 con 76.146 y 14.309 huevos/10m^2 (**Figura 26**).

Frente a Mejillones, las mayores densidades fueron reportadas en febrero de 1998, 2010 y 2017 con 13.237, 13.327 y 11.665 huevos/10m^2, respectivamente; reportándose ausencia de huevos solo el año 2019 (**Figura 26**).

Ausencia de larvas de anchoveta frente a Iquique, se verifica en febrero de los años 2000, 2002, 2004, 2009, 2010, 2016, 2017 y 2019. El registro más significativo en términos cuantitativos fue el obtenido el año 2003 con 7.939 larvas/10m^2 (**Figura 27**).

Frente a punta Angamos, la ausencia de este estadio de desarrollo se presenta en febrero de los años 2004 y 2019; registrándose las mayores densidades los años 1998, 1999 y 2017 con 1.474, 3.991 y 943 larvas/10m^2.

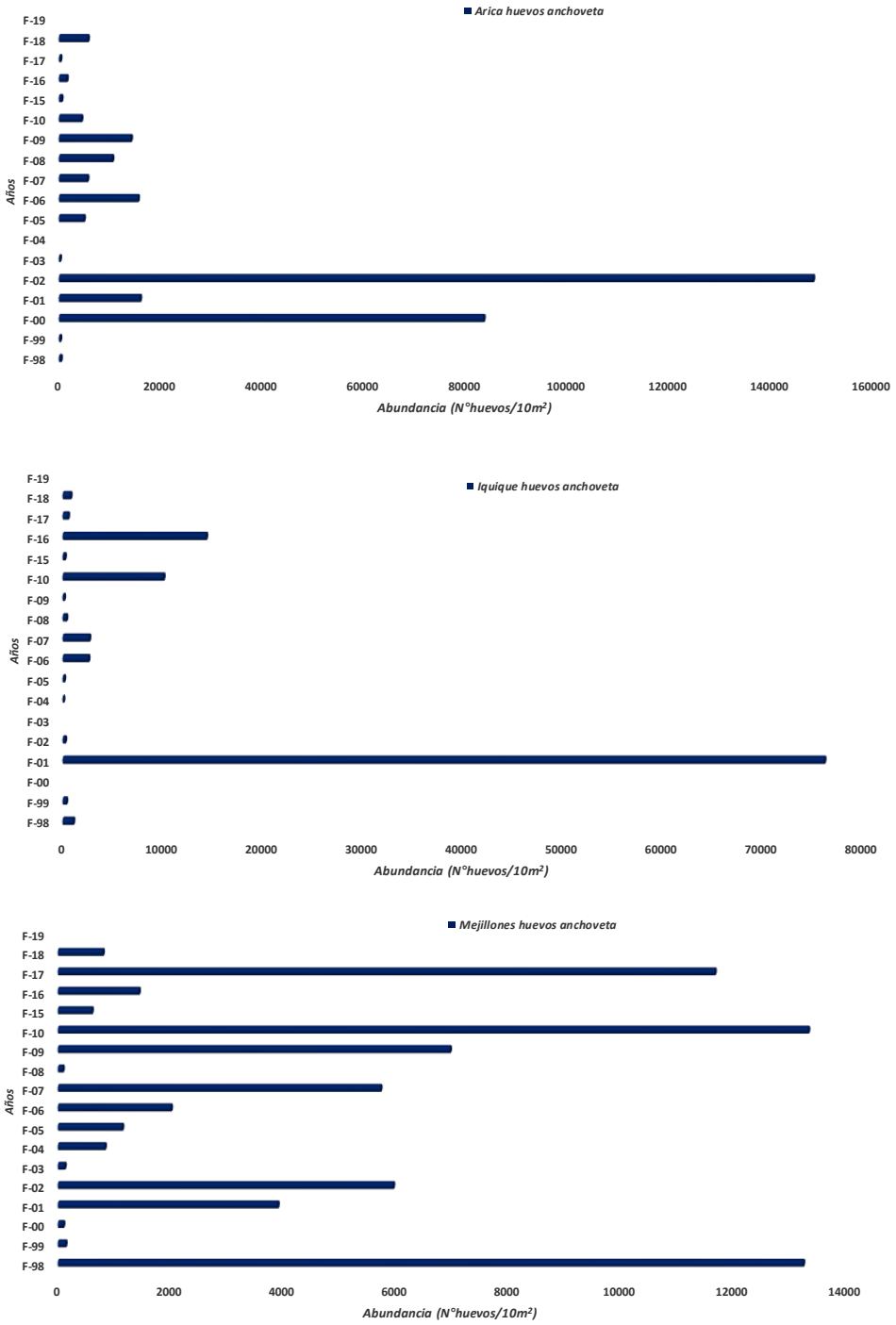


Figura 26. **Abundancia de huevos de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie meses de febrero 1998 - 2019.**

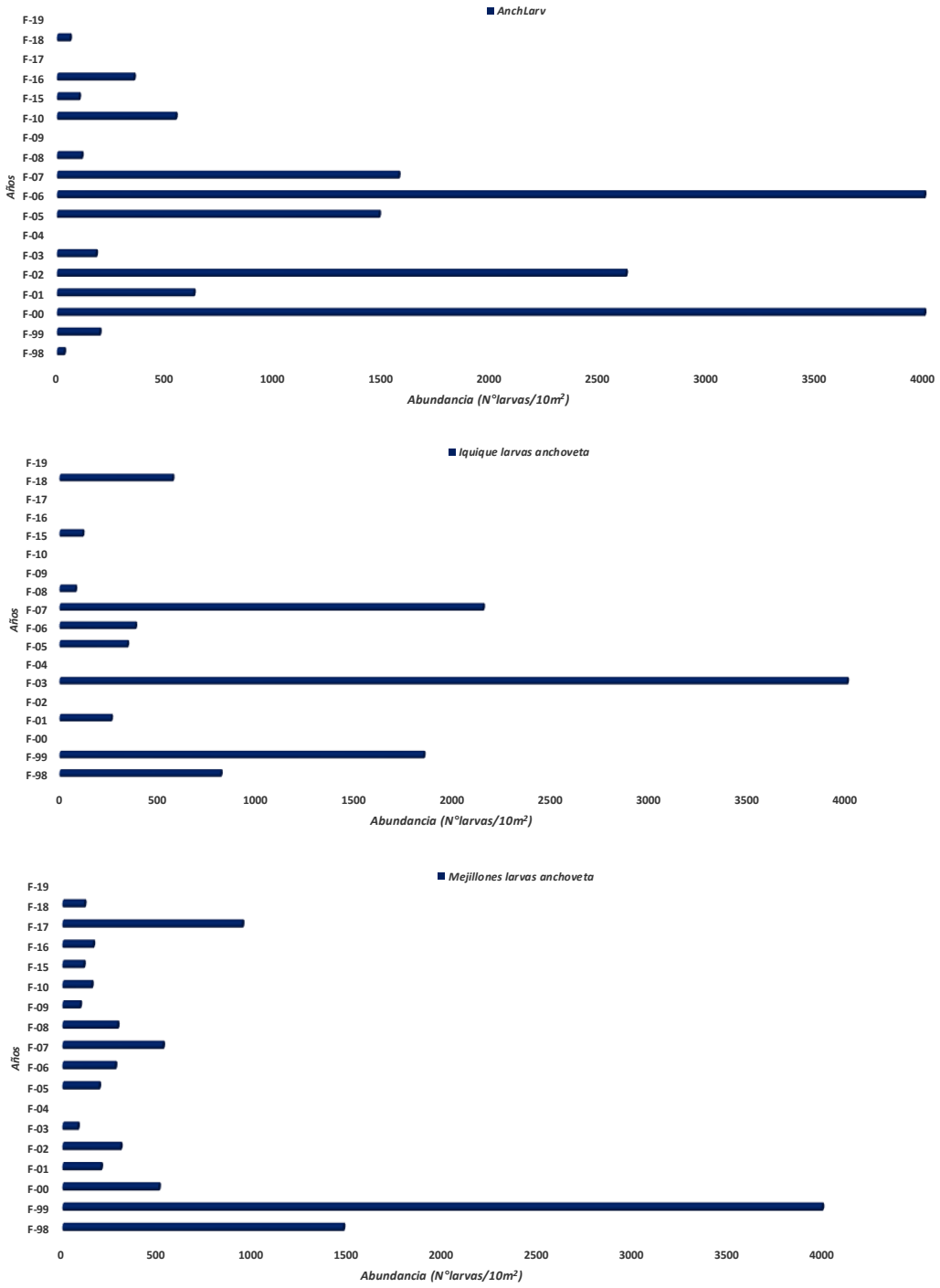
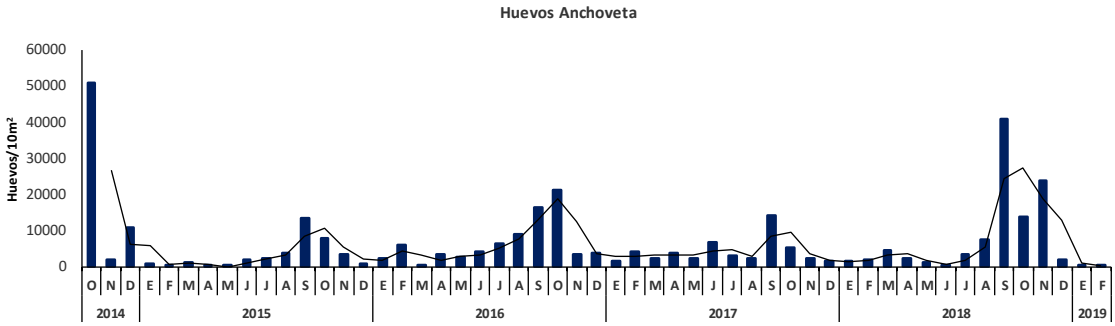


Figura 27. **Abundancia de larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie meses de febrero 1998 - 2019.**

La abundancia promedio de huevos de anchoveta obtenida durante febrero de 2019 muestra, respecto a la reportada en enero, que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta una tendencia decreciente, exhibiendo una tasa de cambio de -88%. Por otra parte, las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad del desove, exhiben con respecto al mes anterior, un decremento de 45% para el estadio de huevos (**Figura 28**).



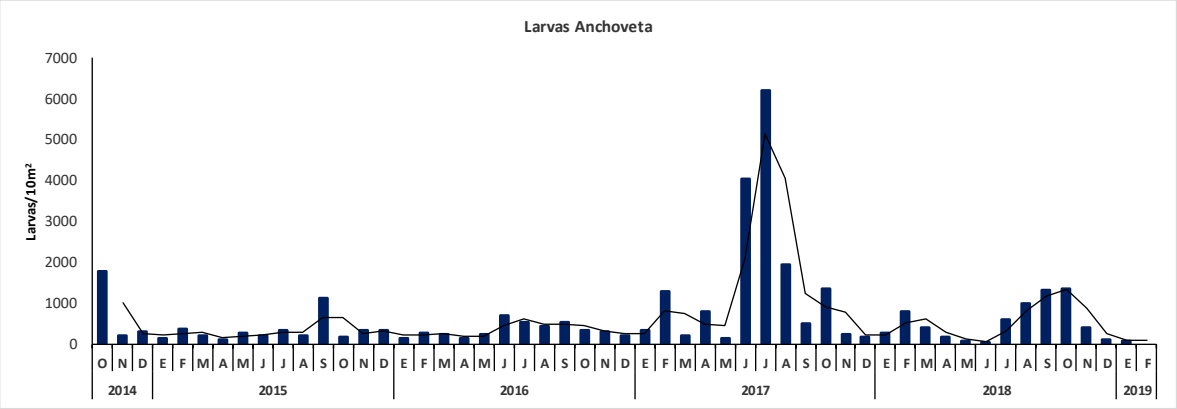
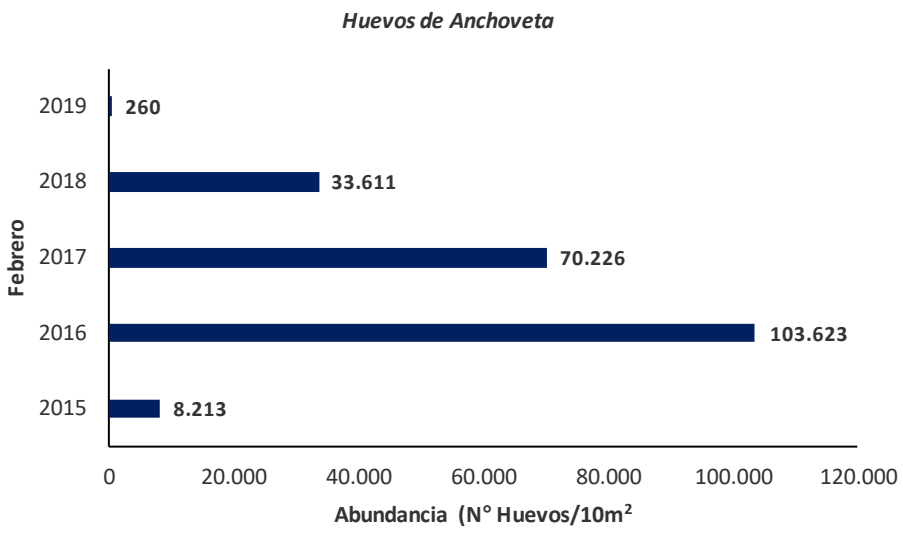


Figura 28. Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta para la zona Arica - Mejillones en el período octubre 2014 – febrero 2019 (Línea negra = media móvil).

Las densidades expresadas en la serie de abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el periodo octubre 2014 – febrero 2019, reflejan que la postura ha sido permanente a través del tiempo, con alzas importantes en las épocas de pick primario y secundario de desove y una tendencia a la baja desde diciembre de 2018 a la fecha. El resultado de lo anterior, se vio reflejado en la abundancia de huevos de anchoveta estimada en febrero de 2019, la cual es, 99%, 100%, 759% y 97% menor, respecto al mes de febrero de 2018, 2017, 2016 y 2015, respectivamente. Por otra parte, y como se menciono con anterioridad durante febrero de 2019 no hubo presencia de larvas en la zona explorada (**Figuras 29 y 30**).



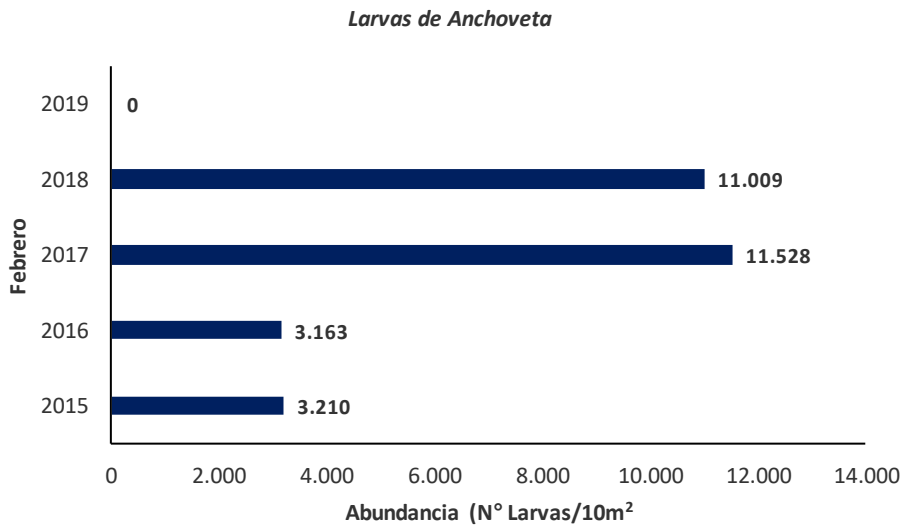


Figura 29. **Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Meses de febrero los años 2015 a 2019.**

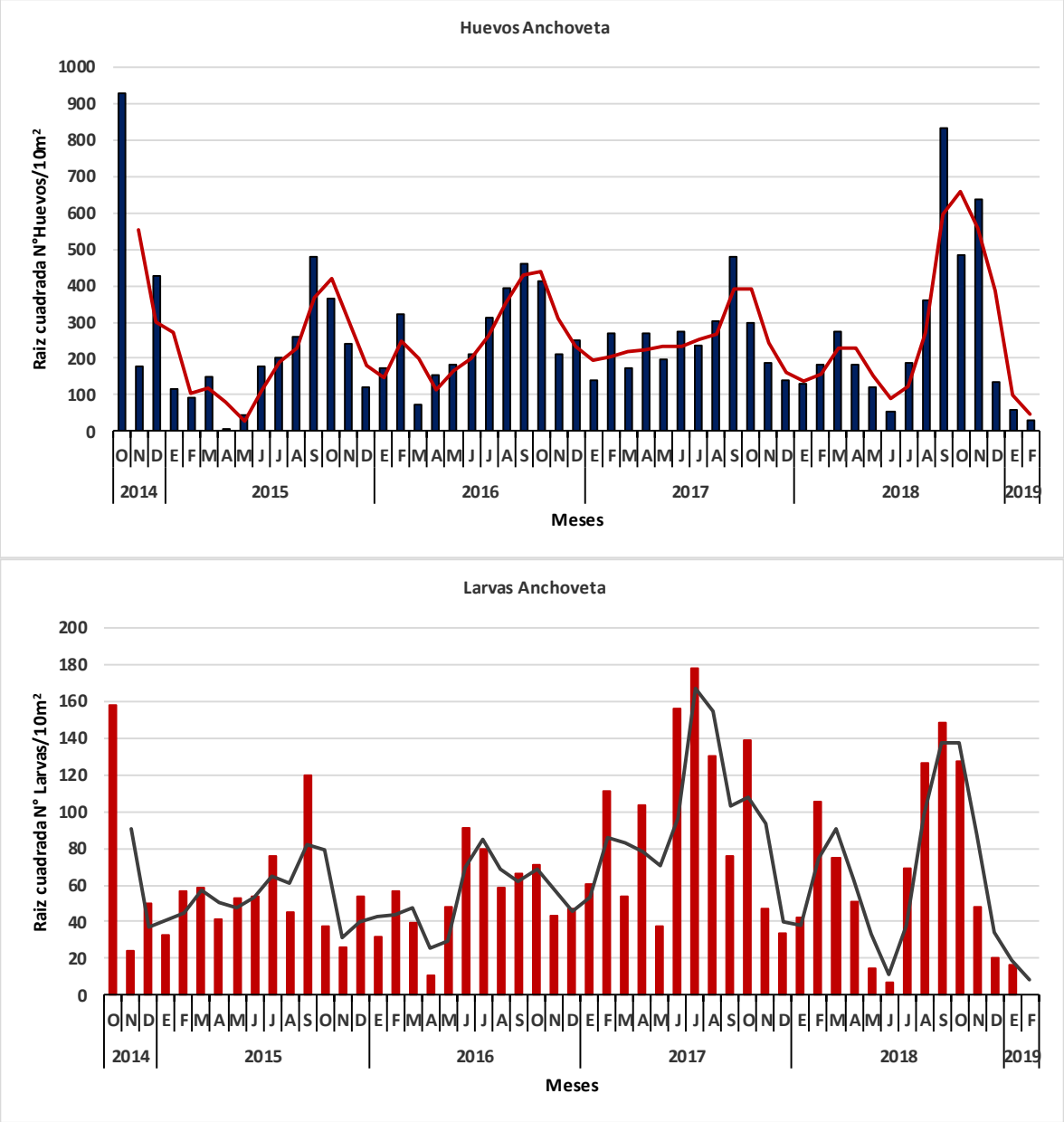


Figura 30. **Abundancia de huevos y larvas de anchoveta para los puertos de Arica, Iquique y Mejillones. Serie octubre 2014 – febrero 2019 (línea roja/negra es media móvil 2p).**

5. Análisis estacional de huevos y larvas de peces

El parámetro poblacional densidad promedio por estaciones totales ha reflejado con bastante fidelidad los cambios que ha experimentado a nivel de ictioplancton la composición específica de la comunidad pelágica de la zona norte del país, los que se han caracterizado por un período comprendido entre 1964 y 1973 con un claro y absoluto predominio de anchoveta en el ecosistema y un cambio de dicha situación con posterioridad a 1973 hasta 1985, por la dominancia de sardina (**Figura 31**).

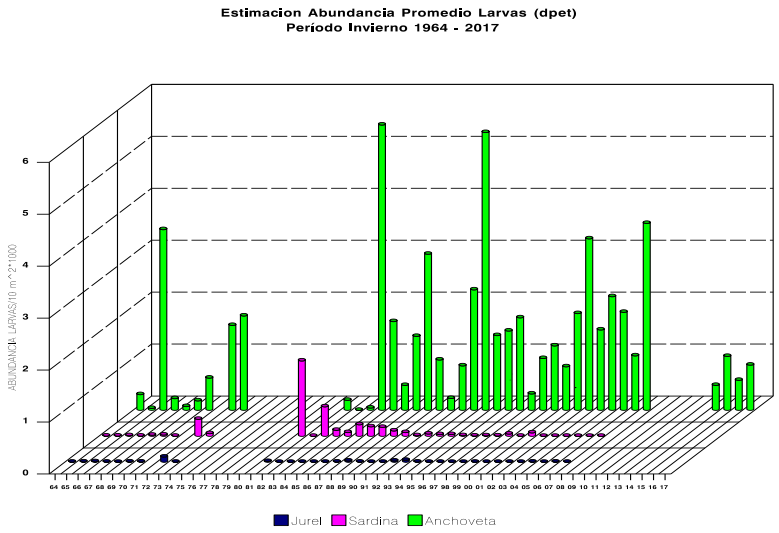


Figura 31. **Estimación de la abundancia promedio de larvas de anchoveta, jurel y sardina para la zona Arica - Antofagasta en invierno de los años 1981-2017.**

La situación observada a partir de 1985, señala que nuevamente estamos frente a un proceso de cambio, con una categórica predominancia de anchoveta respecto de sardina, jurel y caballa, con densidades sin precedentes y que han sido registradas para ambos estadios de desarrollo durante los veranos de los años 1992, 2000, 2003, 2006 y 2017. De la misma manera, las disminuciones más drásticas han estado asociadas a perturbaciones ambientales, como lo ha sido la presencia del evento "El Niño" en la zona de estudio durante los años 1982/83, 1987/88, 1997/98 y 2015/2016.

Las estimaciones de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa realizadas en el transcurso de los años 1982-2017, para la estación de verano, indican que desde el año 1988 persiste el predominio de anchoveta respecto de las otras especies objetivo, situación que se ha mantenido hasta hoy sin alteraciones (Braun ***et al.***, 2005b).

La abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta obtenida en verano de 2018 respecto a las reportadas en primaveras precedentes para la serie 1983/2018, muestra que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presentan tendencias distintas, con respecto al verano precedente, es así como el estadio de huevos incrementa sus densidades en 114%, exhibiendo las fases larvarias un porcentaje de cambio negativo de 84% (**Figura 32**).

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad del desove, muestran con respecto al verano de 2017 un incremento de 183% para la fase de huevos y una disminución de 45% para los estadios larvales.

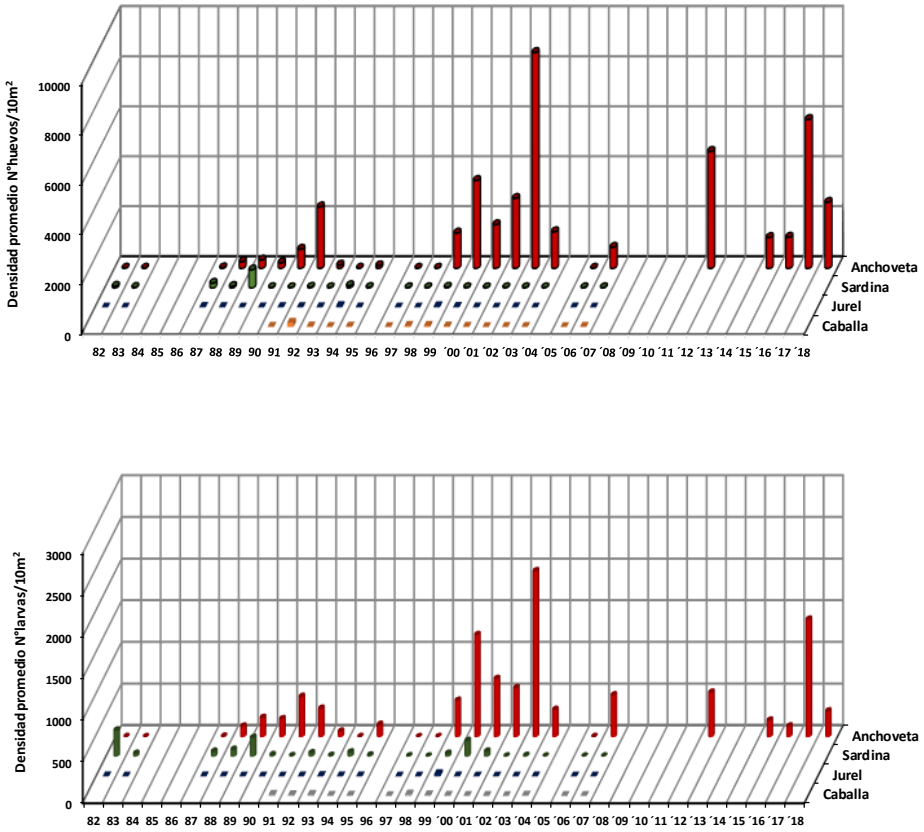


Figura 32. **Estimación de la abundancia promedio de huevos y larvas de anchoveta, sardina, jurel y caballa para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2018.**

Con respecto al patrón estacional de distribución de huevos de anchoveta, la serie

1983-2018, nos confirma el carácter costero que adopta esta especie en su pico secundario de desove, siendo de menor intensidad con respecto al desove de invierno, con presencia de huevos hasta las 70 mn frente a punta Lobos, en el verano de 1994 y 2003 (**Figura 33**). Las mayores frecuencias de estaciones positivas (≥ 20) para esta fase de desarrollo, han sido registradas durante los años 1990, 1994, 1995, 2004b y 2006, destacando como áreas de desove estables y persistentes en el tiempo la zona de Arica, punta Lobos y bahía Moreno.

Por su parte las fases larvarias muestran un patrón de distribución latitudinal y longitudinal más amplio respecto del descrito para el estadio de huevos, debido fundamentalmente a los procesos que las afectan: dispersión, transporte, advección, entre otros. En verano de los años 1989, 1990, 1991, 1994, 1995, 1999, 2006 y 2007, se consignaron las mayores frecuencias de estaciones positivas (≥ 30). Para este estdio de desarrollo, las áreas de desove muestran a través del tiempo la misma tendencia observada para los huevos, en el sentido de distribuirse preferentemente frente a Arica, entre punta Lobos y punta Copaca y bahía Moreno (**Figura 34**).

Para ambos estadios de desarrollo, las más bajas frecuencias de estaciones positivas se registraron en verano de 1982, 1983, 1987, 1997-1998, 2015 y 2016, asociadas a la presencia de perturbaciones ambientales imperantes en la zona de estudio.

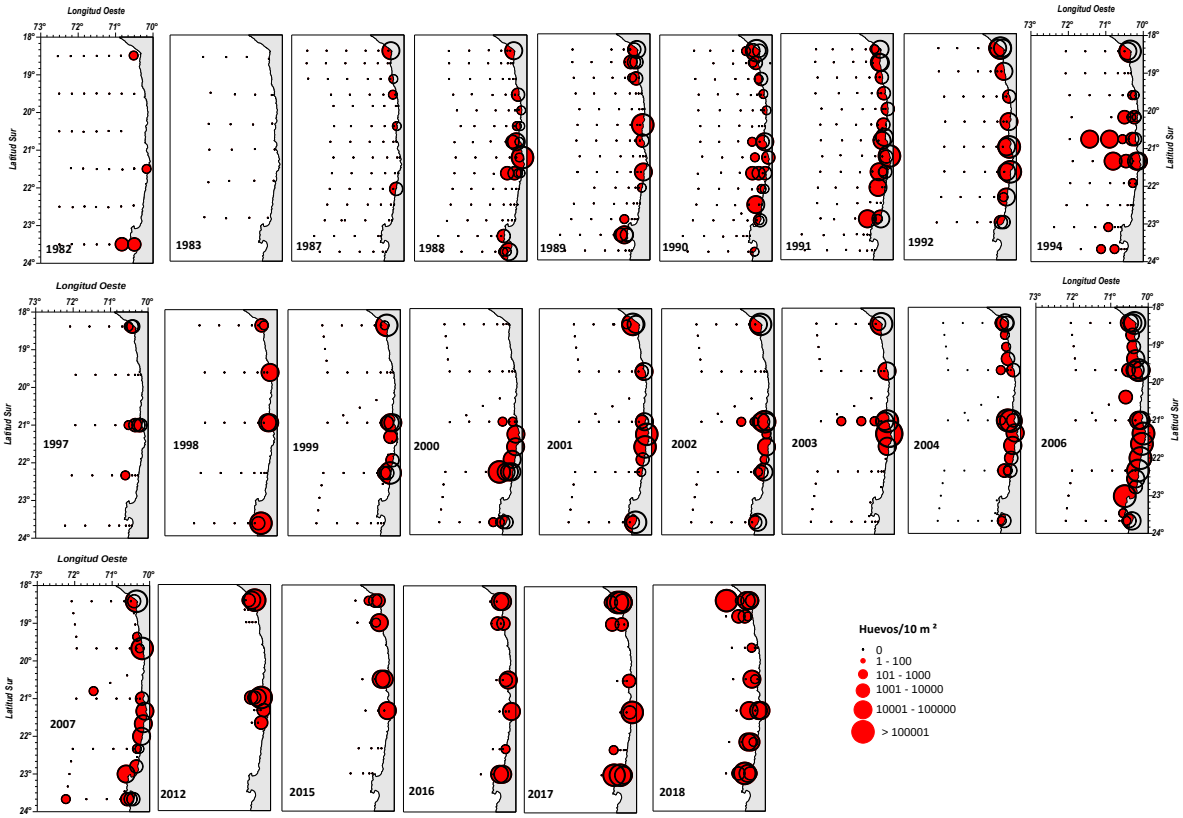


Figura 33. **Distribución y abundancia de huevos de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2018.**

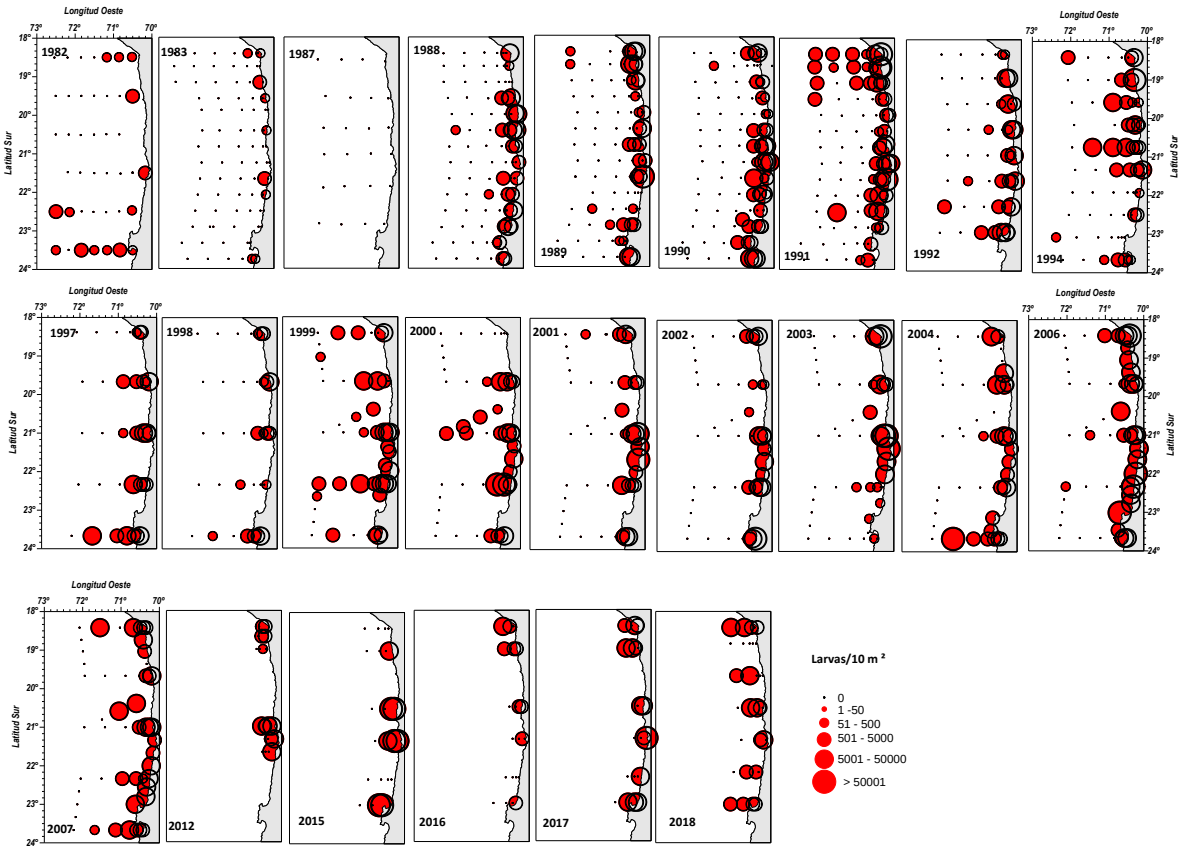


Figura 34. **Distribución y abundancia de larvas de anchoveta para la zona Arica - Antofagasta en verano de los años 1982-2018.**

5.1 Intensidad de desove

La variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta, estimada a través del seguimiento del parametro poblacional densidad promedio por estaciones positivas, revela que para el período invierno 1995 – primavera 2018, los huevos de anchoveta han presentado una tendencia general ascendente, con 14 picks de abundancias significativamente importantes (> 18.000 huevos/10m^2), los que se han registrado en la estación de primavera de los años 1996 y 1997, invierno de 1998, primavera de 2000, invierno de 2001 y 2002, verano e invierno de 2003, invierno 2004, primaveras de 2006 y 2008, invierno de 2014 y 2015 y primavera de 2016. De la misma manera se han detectado drásticas disminuciones en la intensidad del desove durante los períodos de verano-otoño de 1997 y 1999, otoño de 2000 y 2012 y otoño de 2017. Con relación a las fases larvarias, estas muestras una tendencia similar a la exhibida por el estadio de huevos, con abundancias superiores a 4.100 larvas/10m^2, las que han sido reportadas en verano de 1999, 2000 y 2001, otoño de 2002, verano e invierno de 2003 e invierno de 2018 (**Figura 35**).

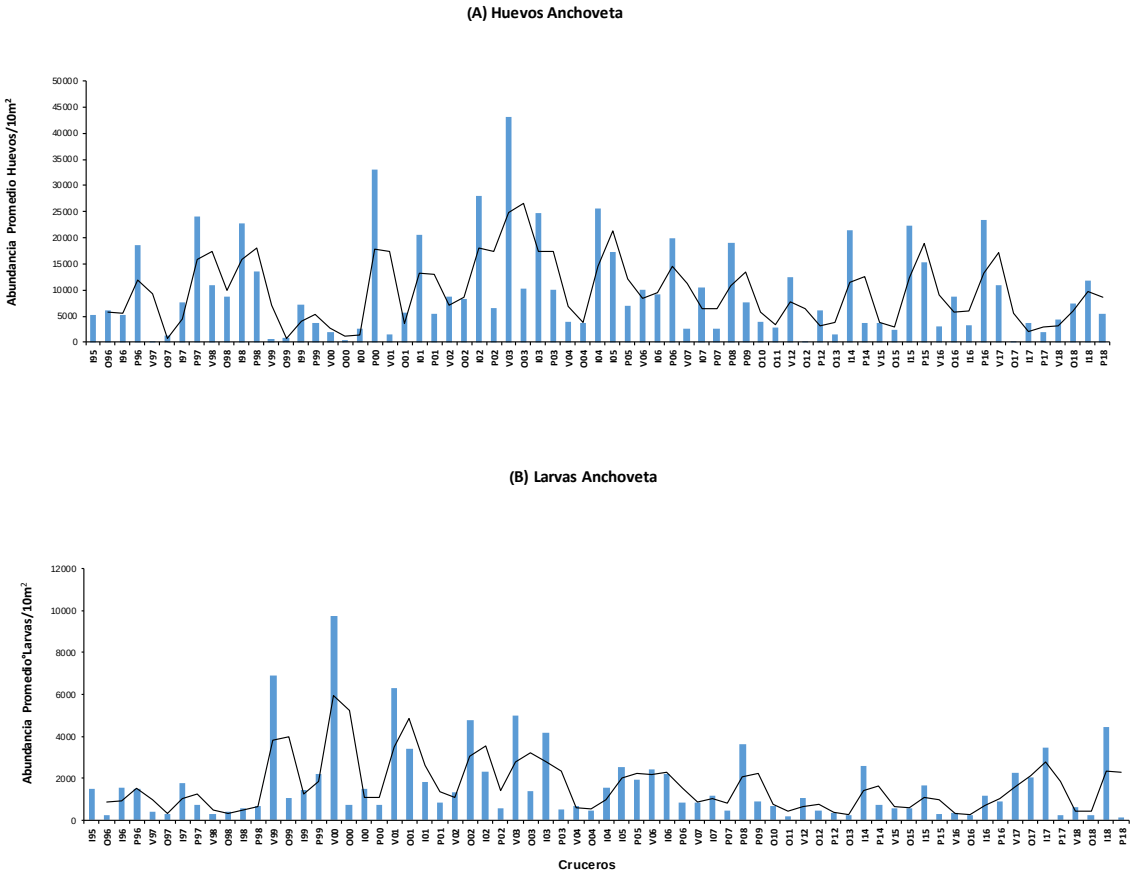


Figura 35. **Variación temporal de la intensidad del desove de anchoveta "Fase Huevos" (A) y "Fase Larvas" (B) para la zona Arica - Antofagasta en el período invierno 1995 – primavera 2018 (Línea negra = media móvil).**

CONCLUSIONES

En Iquique y en comparación a la campaña de enero, se registró un incremento de la TSM , el cual estuvo asociado a una profundizción de la isoterma de 15°C, que se localizó por debajo de los 20 m de profundidad. Por otra parte, valores de salinidad superiores a 34,8 ups, que pueden asociarse a la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperificial (**AESS**), se restringieron a las 5 mn y a un estrato que no superó los 30 m de profundidad, mientras que en el resto de la columna de agua las salinidades (<34,8) evidenciaron la dominancia del Agua Subantártica (**ASAA**) especialmente en el sector sur.

Estas condiciones sugieren una baja influencia de los eventos de surgencia, lo que quedó evidenciado, además, por la profundidad de localización del LS_ZMO (>40 m) y por el incremento en el valor promedio de oxígeno disuelto, acompañado de valores de biomasa fitoplanctónica inferiores a los del mes anterior.

En Mejillones también la **TSM** fue mayor respecto de enero, sin embargo, la isoterma de 15°C se mantuvo sobre los 10 m de profundidad y la salinidad exhibió un leve aumento, sugiriendo una mayor participación del **AESS** y de los procesos de afloramiento.

De igual manera el LS_ZMO exhibió una posición somera (<15 m), y el promedio de oxígeno disuelto disminuyó al igual que la biomasa fitoplanctónica, aunque, considerando su distribución, notoriamente los valores de oxígeno fueron producto de la actividad autotrófica.

El aumento en las temperaturas podría responder al incremento en las anomalías de la TSM que se registraron en la región EL Niño $_{1+2}$ a fines de enero, como respuesta a una nueva onda cálida que comenzó a desplazarse hacia el este a inicios del mes, coincidiendo con las predicciones globales para el período febrero-marzo-abril de 2019, las que pronostican qué en las costas frente a Sudamérica, la TSM continuará presentando valores superiores a lo normal (Boletín CIIFEN, Febrero 2019).

Por otra parte, tomando en cuenta que los valores promedio del transporte Ekman indicaron surgencia activa en las dos localidades, incluso más intensa que en el mes de enero, probablemente el paso de la onda cálida influyó en la efectividad de los procesos de afloramiento.

Los valores estimados de biomasa zooplanctónica fluctuaron entre 50 y 141 ml de zooplancton/1.000 m^3, con un promedio general para la zona de 76 (DS = 30,21), cifra 20% y 75% menor, respecto a la obtenida durante enero de 2019 y febrero de 2018, respectivamente.

Se observa una clara dominancia de valores categorizados entre 34-100, los que representaron un 82% de la biomasa total, exhibiendo ésta, una clara tendencia a incrementarse hacia el sur de la zona de operación de la flota industrial. Las mayores biomasas promedio se observaron frente al puerto de Mejillones (87), exhibiendo Iquique valores promedio de 67 ml de zooplancton/1.000 m^3.

Con respecto al mes de enero de 2019, los puertos de desembarque de Iquique y Mejillones, exhiben una tasa de cambio negativa en sus valores promedio de producción secundaria de 30% y 6%, respectivamente. En relación al mes de febrero de 2018, se observa una disminución aún mayor en los tres puertos de desembarque de 82% y 58% para las respectivas localidades.

Las muestras de zooplancton, estuvieron constituidas mayoritariamente por el grupo de los copépodos, decápodos, escasos quetognatos frente a Iquique y presencia de langostino pelágico. Frente a Mejillones se consigna la presencia un pez luna de gran tamaño, delfines, lobos y aves.

En términos comparativos y para la serie histórica analizada, meses de febrero 2002 a 2019, las biomasas estimadas frente a las localidades de Iquique y Mejillones, muestran una disminución en sus valores de producción secundaria, respecto al mismo mes del año 2018, de 85% y 55%, respectivamente; constituyéndose febrero de 2019, en el tercero de los registros más bajo de la serie analizada.

El análisis y procesamiento de las 11 muestras de zooplancton recolectadas durante febrero de 2019, frente a los puertos de Iquique y Mejillones, permitió determinar la presencia de 943 huevos y ausencia de larvas, cifra 73% menor, respecto a la obtenida durante el mes de enero para el estadio de huevos. De este total, 260 huevos correspondieron a la especie objetivo del estudio, no registrándose la presencia de estadios tempranos de sardina española.

Se reconoció una estación positiva para huevos en la cual se colectaron 260 huevos, cifra referida a un área de superficie de mar de $10m^2$, señalando una muy baja actividad reproductiva en la zona explorada. La estación con presencia de huevos de anchoveta se localizó al norte del puerto de Iquique y a una distancia de 5 mn de la costa.

Con respecto al número de huevos, febrero de 2019, presentó con respecto al mes de enero, un decremento de 73% en sus niveles de abundancia, constituyéndose en el registro más bajos, en cuanto al número de huevos cuantificados de la serie analizada (serie **CIAM** octubre 2014 – febrero 2019).

La abundancia promedio de huevos de anchoveta obtenida durante febrero de 2019, muestra respecto a la reportada en enero de 2019, que los niveles de abundancia de esta especie analizada en términos de la densidad promedio por estaciones totales, presenta una tendencia decreciente exhibiendo una tasa de cambio de -88%.

Las densidades promedio por estaciones positivas, utilizadas como un índice de la intensidad del desove, exhiben con respecto al mes anterior, un decremento de 45% para el estadio de huevos.

Las densidades expresadas en la serie de abundancia de huevos y larvas de anchoveta para el periodo octubre 2014 – febrero 2019, reflejan que la postura ha sido permanente a través del

tiempo, con alzas importantes en las épocas de pick primario y secundario de desove y una tendencia a la baja desde diciembre de 2018 a la fecha, exhibiendo un muy buen ajuste entre el IGS y las densidades de huevos de la especie, desde junio a diciembre de 2018.

El resultado de lo anterior, se vio reflejado en la abundancia de huevos de anchoveta estimada en febrero de 2019, la cual es, 99%, 100%, 759% y 97% menor, respecto al mes de febrero de 2018, 2017, 2016 y 2015, respectivamente. Por otra parte, y como se menciono con anterioridad durante febrero de 2019, no hubo presencia de larvas de anchoveta en la zona explorada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Böhm, M.G. 2019. Boletín Semanal N°6 (XV, I, II, III, IV REGIONES) (4 al 10 febrero 2019) Convenio de Desempeño 2019 Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Pelágicas de la Zona Norte de Chile, regiones Arica-Parinacota y Coquimbo, año 2019 SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Enero/Febrero, 2019.

Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo y H. Reyes. 1995. Monitoreo hdroacústico y oceanográficodelos recursos pelágicos de la I y II Regiones. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, Figuras y Anexos.

Braun, M., J. L. Blanco, J. Osses y J. Castillo. 1998. Monitoreo mensual de las condiciones bioceanográficas en la I y II Regiones. Informe Final FIP N°96-07. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 128 pp + Tablas y Figuras. (Monitoreo mayo 97 a dic 97).

Braun, M., J. Blanco, J. Osses, J. Castillo, H. Miles. 1999. Monitoreo acústico estacional de los recursos pelágicos en la I y II regiones. Informe final FIP 97-02. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 145 pp + Tablas y Figuras.

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final, FIP 2004-01, Fondo de Investigación Pesquera. 300 pp + 46 Tablas, 135 Figuras y 3 Anexos.

Braun, M., y L. Herrera. 2019. Seguimiento Mensual de la Condición del recurso Anchoveta (*Engraulis ringens*) con Enfasis en la Abundancia y Distribución de Huevos y larvas de peces. Reporte N° 52 enero 2019. (www.ciamchile.cl).

Díaz, E. 2019. Monitoreo reproductivo semana N° 52 XV, I y II Regiones (24 al 30 diciembre 2018). Convenio de Desempeño 2018, Programa de Seguimiento de las Pesquería Pelágicas Zona Norte. Subsecretaría de Economía y EMT. Enero 2019.

Frontier, S. 1966. Zooplancton de la región de Nosy-Bé I (Programa des recortes et techniques d'etude. II). Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3) :3 - 37.

Morales C. E., J. L. Blanco, M. Braun, H. Reyes and A. G. Davies. 1996. Anchovy larval distribution in the coastal zone off northern Chile: The effect of low dissolved oxygen concentrations and of a cold-warm secuence (1990-1995). Invest. Pesq., Valparaíso: 24, 77-96.

Morales, C.E., Hormazabal, S.E., Blanco, J.L., 1999. Interannual variability in the mesoescala distribution of the depth of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18-24S): Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. Journal of Marine Research 57, 909-932.

Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.

Parsons, T.T., Y. Maita y C. Lalli. 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergoamon Press 173 pp.

Pennington. M. 1986. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286.

Pérez, G. E. 2019. Monitoreo Reclutamiento semana N° 06 XV y IV Regiones (04 al 10 febrero 2019). Convenio de Desempeño 2018, Programa de Seguimiento de las Pesquería Pelágicas Zona Norte. Subsecretaría de Economía y EMT/febrero 2019.

Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R. P Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.

Rojas, O., y A. Mujica. 1981. Delimitación de las areas de desove, prereclutamiento y estimación de la abundancia relative de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Santiago, Chile, IFOP: 82pp.

Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles.1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. AP83/31. Santiago, Chile, IFOP-80p.

Sameoto, D., P. Wiebe, J. Runge, L. Postel, J. Dunn, C. Miller and S. Coombs. 2000. Collecting Zooplankton. En: ICES. Zooplankton Methodology Manual. 55-81 pp.

Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1979.Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc.Pesca (175):107 p.I8.