

VALPARAISO, 23 de octubre de 2020

Señor
Román Zelaya Ríos
Subsecretario de Pesca y Acuicultura
Bellavista 168 piso 18
VALPARAISO

Ref.: Adjunta Informe Técnico N° 01/2020 del
Comité Científico Técnico de Recursos
Crustáceos Demersales (CCT-CD).

- Adjunto -

De mi consideración:

En nuestra calidad de organismo asesor y de consulta de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías que tengan su acceso cerrado, así como, en aspectos ambientales y de conservación y en otras que la Subsecretaría considere necesario, adjunto tengo el agrado de enviar a Ud., el Informe Técnico N°1-2020 del Comité Científico Técnico de Recursos Crustáceos Demersales (CCT-CD). Dicho informe contiene los antecedentes considerados para la asesoría respecto del estado de conservación del recurso y rango de Captura Biológicamente Aceptable (CBA) en las pesquerías de langostino colorado y langostino amarillo.

Saluda atentamente a Ud.,



Cristian Canales Ramírez
Presidente

Comité Científico Técnico Recursos Crustáceos Demersales



INFORME TÉCNICO N° 01/2020
Comité Científico Técnico de Recursos Crustáceos Demersales

**DETERMINACIÓN DE ESTADO DE SITUACIÓN Y RANGO DE CAPTURA BIOLÓGICAMENTE
ACEPTABLE, AÑO 2021**

LANGOSTINO AMARILLO, REGIÓN DE ATACAMA A REGIÓN DE COQUIMBO
LANGOSTINO AMARILLO, REGIÓN DE VALPARAÍSO A REGIÓN DEL BIOBÍO
LANGOSTINO COLORADO, REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA A REGIÓN DE COQUIMBO
LANGOSTINO COLORADO, REGIÓN DE VALPARAÍSO A REGIÓN DEL BIOBÍO

Valparaíso, octubre de 2020

1. NOMBRE

Determinación del estado de situación y rango de captura biológicamente aceptable, año 2021: Langostino amarillo, Región de Atacama a región de Coquimbo, Langostino amarillo, Región de Valparaíso a Región del Biobío, Langostino colorado, Región de Arica y Parinacota a Región de Coquimbo y Langostino colorado, Región de Valparaíso a Región del Biobío.

2. PROPÓSITO

El propósito de este informe es entregar los antecedentes que respaldan técnicamente la asesoría que prestó este Comité a la autoridad pesquera respecto de la consulta sobre el estatus de conservación biológica y el rango de captura biológicamente aceptable (CBA) considerando el descarte, según lo dispuesto en la LGPA para los recursos langostino amarillo y langostino colorado. La asesoría se encuentra contenida en el Acta N°5-2020, la que da cuenta de los acuerdos de la reunión realizada mediante conexión remota el 5 de octubre de 2020.

3. ANTECEDENTES

3.1. Legales

En su artículo 153, la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) constituye los Comités Científicos Técnicos Pesqueros (CCT) como organismos asesores y/o de consulta de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA) en las materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías que tengan su acceso cerrado. Entre otras materias, los CCT son consultados y requeridos por la SSPA en tres aspectos principales:

- 1) El estado de situación o estatus de las pesquerías.
- 2) La determinación de los puntos biológicos de referencia, y
- 3) La recomendación del rango dentro del cual se puede fijar la cuota global de captura, el que deberá mantener o llevar la pesquería al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). La amplitud del rango será tal que el valor mínimo sea igual al valor menos un 20%.

Además, los CCT podrán ser consultados respecto del diseño de medidas de administración, y de los Planes de Manejo.

Para la elaboración de sus informes, el Comité deberá considerar la información que provea el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), así como, la proveniente de otras fuentes que cumplan con el protocolo establecido para este fin.

3.2. Documentos Técnicos

La asesoría técnica de este Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales (CCT-CD) se basó en documentos técnicos puestos a disposición por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para la sesión del 5 de octubre de 2020. La lista completa de los documentos técnicos se indica en Anexo.

4. LANGOSTINO AMARILLO

4.1. Seguimiento de la pesquería de langostino amarillo

Aspectos Generales

El área de estudio comprendió las zonas donde habitualmente la flota realiza la actividad extractiva, considerando las dos unidades de pesquería:

- Unidad de Pesquería Norte (UPN): entre la Región de Atacama y la Región de Coquimbo.
- Unidad de Pesquería Sur (UPS): entre la Región de Valparaíso y la Región del Biobío.

En la pesquería de crustáceos la cobertura de muestreo, respecto del número de viajes, entre enero y agosto de 2020 fue de 13% (Fig. 1), registrándose valores superiores en enero y julio (Tabla 1). El mayor número de viajes monitoreados se realizaron a bordo de embarcaciones industriales.

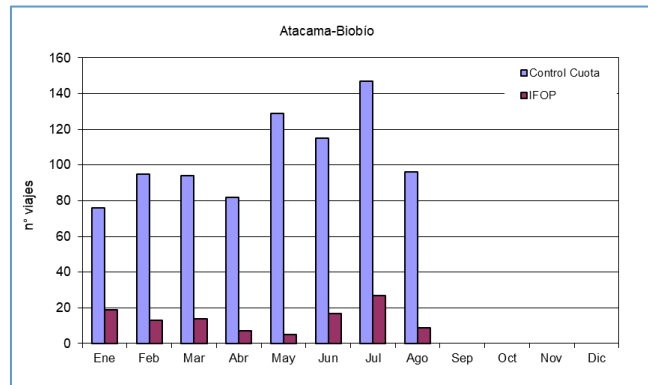


Figura 1. Número de viajes con observador IFOP y viajes registrados por control cuota por mes para toda la zona de operación de la flota, enero-agosto de 2020.

Tabla 1. Número de viajes con observador IFOP, viajes registrados por control cuota y porcentaje de cobertura, por flota y zona de pesca, enero-agosto de 2020.

	Flota	Total
IFOP	Industrial	103
	Artesanal	8
	Total	111
Control Cuota	Industrial	567
	Artesanal	267
	Total	834
% Cobertura		13%

El nivel de cobertura es el menor de los últimos cuatro años y el desembarque registrado para el periodo monitoreado se redujo en torno a un 10% respecto a los años anteriores. Estas reducciones estarían relacionadas con la alerta sanitaria que vive el país y el mundo producto del Coronavirus

(Covid-19), el que ha provocado dificultades logísticas para desarrollar las actividades de muestreo, lo que fue más notorio en los meses de abril y mayo.

a) Unidad de Pesquería Norte (UPN) – Atacama - Coquimbo

El desembarque de langostino amarillo entre los meses de marzo y agosto de 2020 fue de 1.037 t, cantidad equivalente al 68% del valor de la cuota establecida (1.526 t) (Fig. 2). La actividad se concentró al norte de la bahía de Coquimbo y a la cuadra de Huentelauquén.

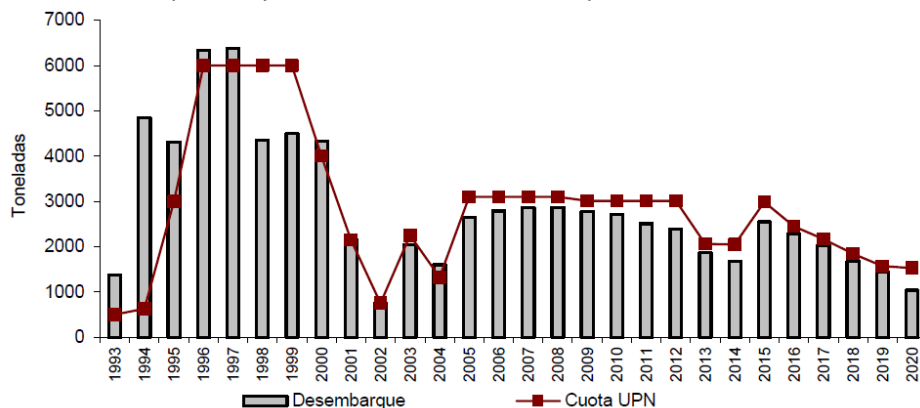


Figura 2: Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino amarillo (t) para la UPN, período 1993–2020. Fuente: IFOP, 2020.

El rendimiento de pesca entre 2015 y 2020 mostró valores similares, aunque sin alcanzar los observados en el período 2008-2012, donde la actividad se concentraba principalmente entre caleta Oscuro y Pichidangui. El rendimiento de pesca estimado para el 2020 fue de 675 kg/h.a., sin mayor diferencia respecto de 2019 (Fig. 3).

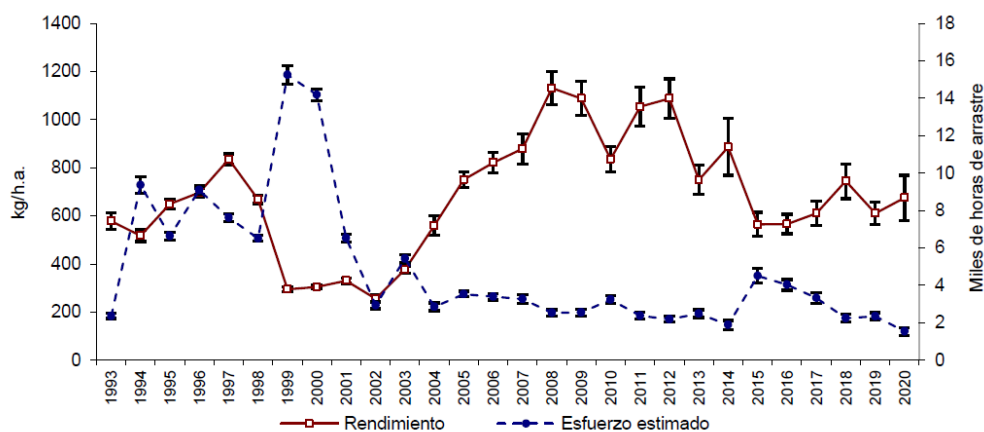


Figura 3. Rendimiento de pesca (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) y esfuerzo de pesca estimado (miles de horas de arrastre, IC 95%) de langostino amarillo para la UPN, período 1993-2020. Fuente: elaboración propia a partir de bitácoras IFOP y Sernapesca

Con respecto a los tamaños medios de los ejemplares capturados en el periodo analizado de 2020, se registró un aumento en ambos sexos (Fig. 4).

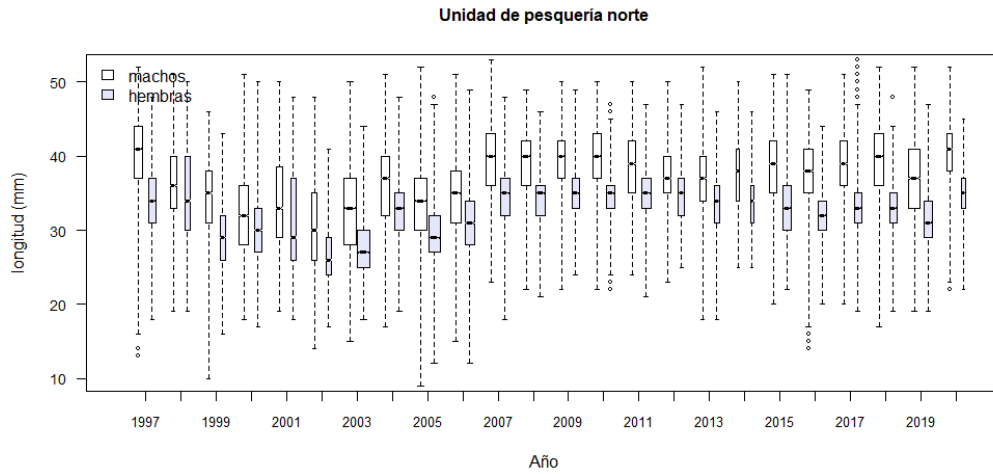


Figura 4. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino amarillo por sexo para la UPN, período 1997- 2020. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas es proporcional al número de ejemplares

La distribución de longitudes de langostino amarillo en el periodo monitoreado de 2020 mostró que la mediana aumentó en ambos sexos, respecto del año anterior, con valores cercanos a los observados en el periodo de 2007-2010 (Fig. 6). Además, se presentaron estructuras asimétricas polimodales en la mayoría de los años, incluso en el año 2020, con la moda principal en los machos de 42 mm LC y en las hembras de 35 mm LC (Fig. 5).

La proporción de hembras en las capturas, en el periodo monitoreado fue de 47%, valor notablemente mayor en relación con años anteriores y similar al registrado en el año 2015. Las variaciones mensuales fluctuaron entre 16% y 55%. Por su parte, la mayor proporción de hembras con huevos se registraron en los meses de junio y julio (97% y 99%, respectivamente). Por último, la proporción de hembras inmaduras se estimó en 13% (Figs. 6 y 7).

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

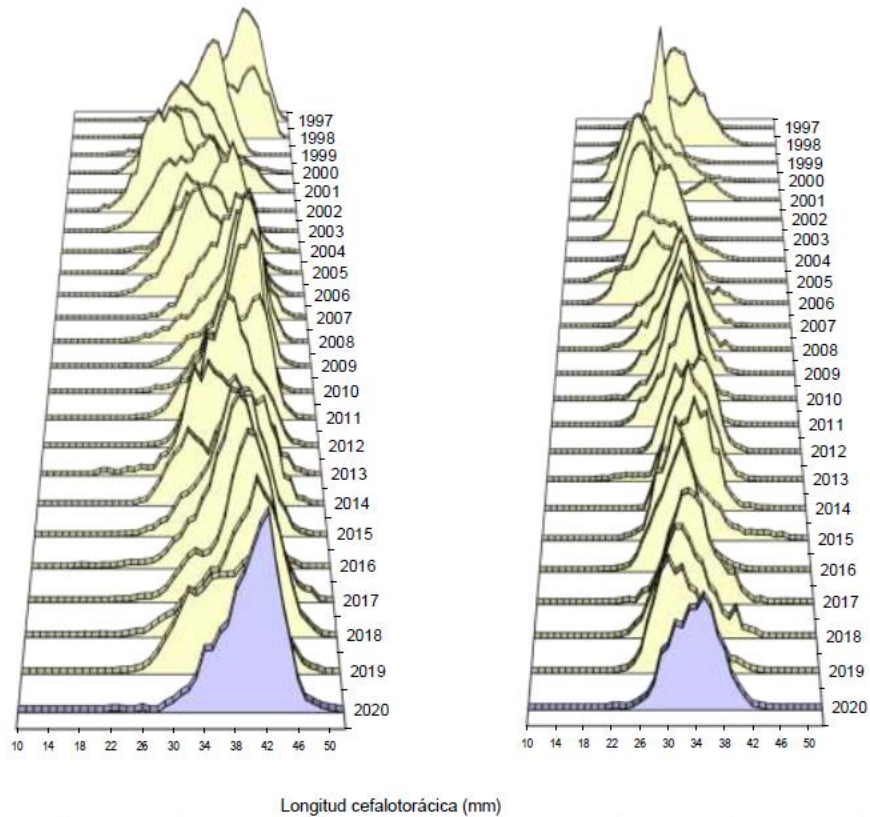


Figura 5. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino amarillo por sexo para la UPN, período 1997-2020.

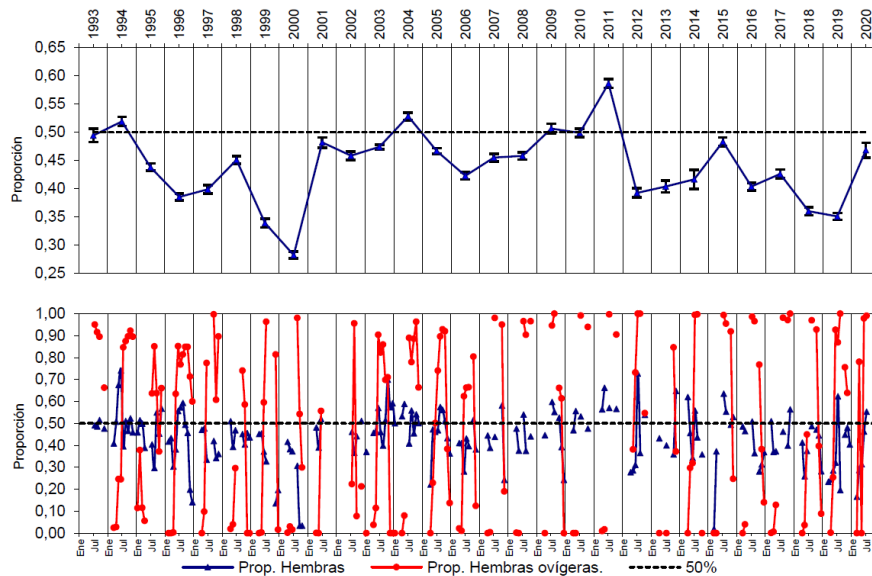


Figura 6. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y de hembras ovígeras de langostino amarillo para la UPN, período 1993-2020. (Fuente IFOP).

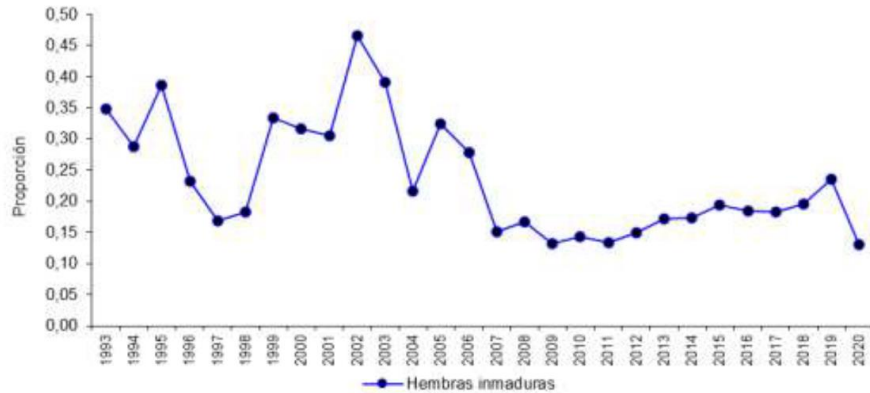


Figura 7. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino amarillo para la UPN, período 1993-2020. (Fuente: IFOP).

b) Unidad de Pesquería Sur (UPS) – Región de Valparaíso a Región de Biobío

El desembarque de langostino amarillo en la UPS entre los meses de marzo y agosto fue de 1.073 t, equivalente al 55% del valor de la cuota (1.960 t) (Fig. 8). El rendimiento de pesca aumentó a 1.281 kg/h.a., con una tendencia creciente desde el año 2017 (Fig. 9). El rendimiento de pesca ha presentado un aumento desde el año 2016, y en el periodo monitoreado (2020) es similar a los valores estimados en los años 2012 y 2014.

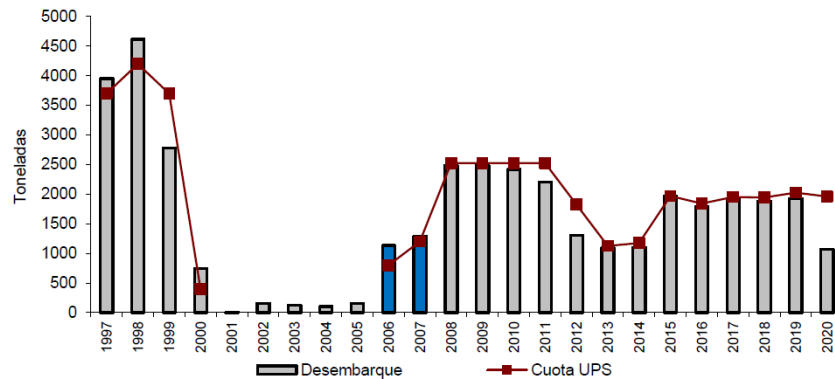


Figura 8. Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino amarillo (t) para la UPS, período 1997–2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos Subpesca y Sernapesca.

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

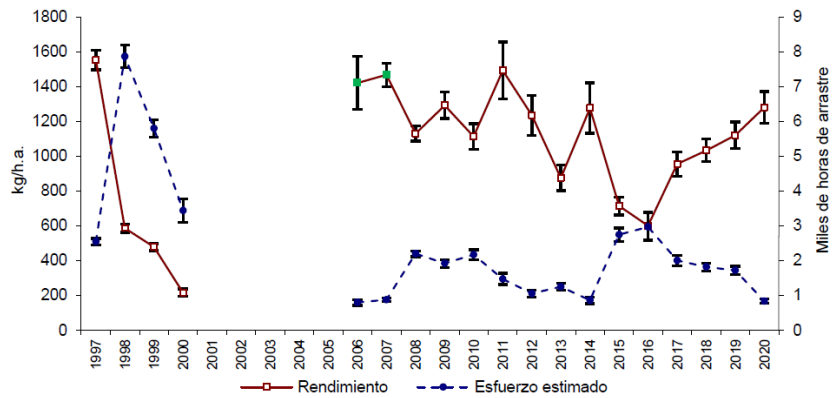


Figura 9. Rendimiento de pesca de langostino amarillo (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) y esfuerzo de pesca estimado (miles de horas de arrastre, IC 95%) para la UPS, período 1997-2020. Fuente: elaboración propia a partir de bitácoras IFOP y Sernapesca. En verde: Arana, Ahumada, Guerrero y Berrios, 2007; Arana Guerrero, Casanova, Ahumada e Ibarra, 2008.

Con respecto a la longitud de ejemplares en la UPS, la mediana se mantuvo sin variaciones en ambos sexos respecto del 2019 (Fig. 10). Se presentaron en general estructuras de longitud polimodales, con una moda principal para los machos en 41 mm LC y para las hembras en 34 mm LC, con un rango menor de tallas para este sexo (Fig. 11).

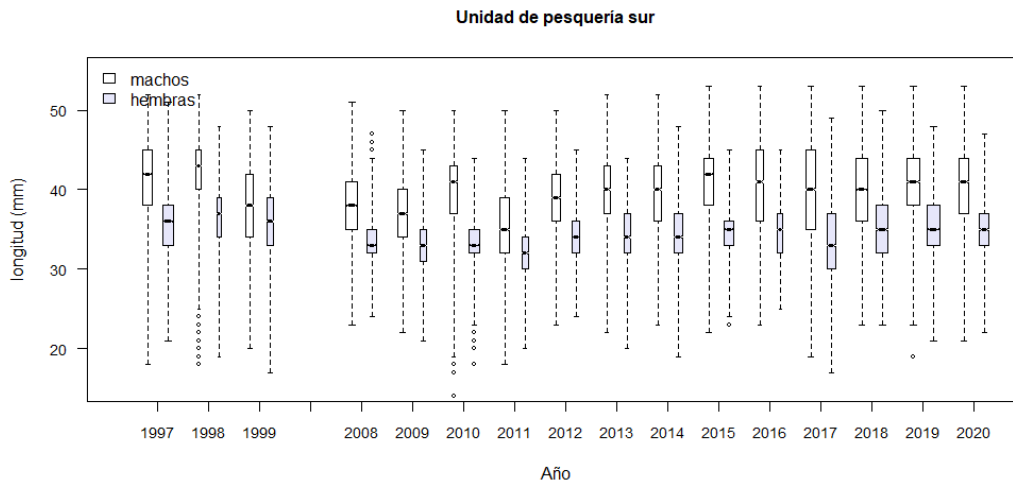


Figura 10. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino amarillo por sexo para la UPS, período 1997- 2020. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas es proporcional al número de ejemplares.

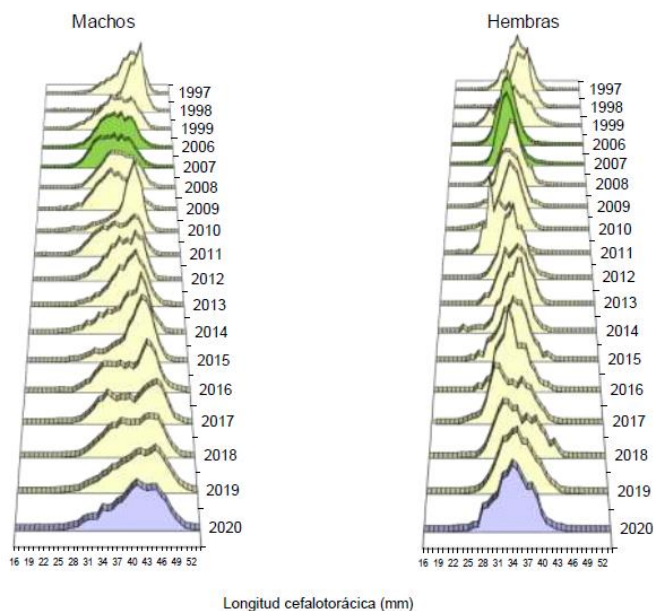


Figura 11. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino amarillo por sexo para la UPS, período 1997-2020.

La proporción de hembras alcanzó un 40% en el periodo monitoreado, con valores mensuales que fluctuaron entre 22% y 47%. La proporción de hembras ovígeras fue mayor en los meses de junio y julio (84%), en tanto la proporción de hembras inmaduras se mantuvo en 14% [L50% en 25,6 mm (Espejo et al., 2001)] (Fig. 12 y Fig. 13).

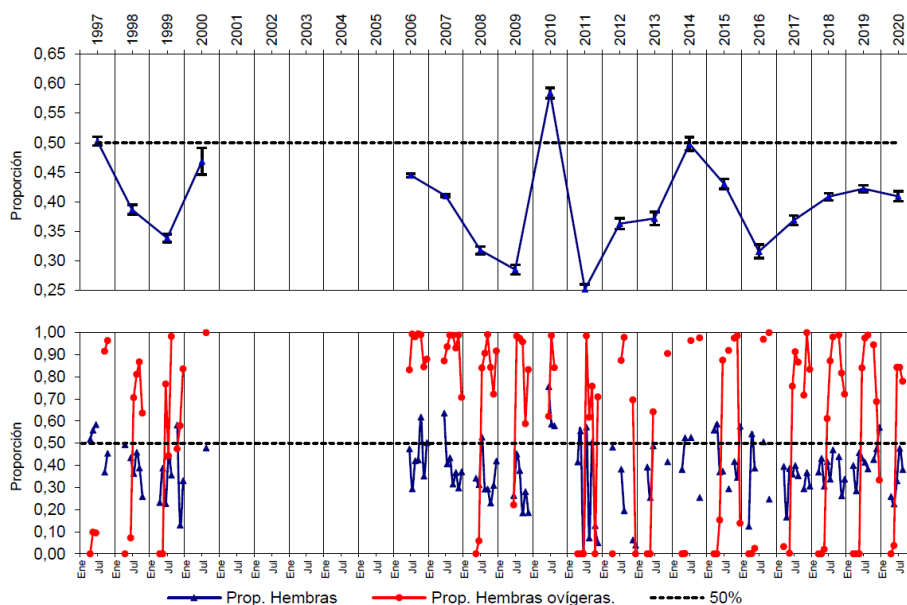


Figura 12. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y hembras ovígeras de langostino amarillo para la UPS, período 1997-2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos IFOP, Arana et al., 2007 y Arana et al., 2008

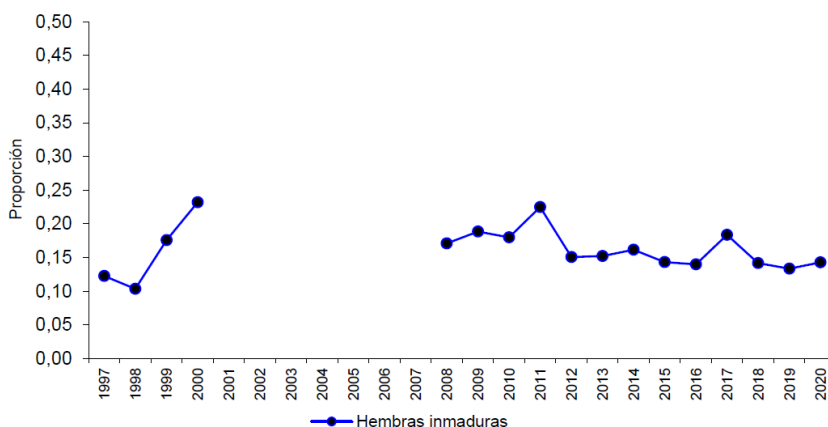


Figura 13. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino amarillo para la UPS, período 1997-2020.

4.2. Crucero de evaluación directa de langostino amarillo

A la fecha de realización de la Sesión del CCTCD (5 de octubre), el crucero aún no daba término de sus faenas por lo que no se dispuso de estimaciones de biomasa a nivel de Unidades de Pesquería. No obstante, se tuvo a la vista un análisis histórico de los indicadores de biomasa (CPUA) en las principales zonas de agregación o Unidades de Análisis (UA). En langostino amarillo, se aprecia la disminución sostenida de la señal de CPUA en la Gran Bahía de Coquimbo (el promedio 2019-2020 es el 27% del promedio de 2015-2018) y estabilidad en los últimos años en las UA de Valparaíso y Pichilemu (Fig. 14).

4.3. Evaluación de stock de Langostino amarillo

La evaluación langostino amarillo se desarrolla a través de un modelo de evaluación de stock estructurado a la edad en escala anual, el cual incorpora toda la información biológica y pesquera disponible, así como los índices de abundancia directos e indirectos. La dinámica del stock del langostino amarillo es evaluada en dos áreas: el primero para la Zona de Evaluación Norte (ZEN) comprendido entre la Región de Atacama y parte de la Región de Coquimbo ($26^{\circ}03' - 30^{\circ}30' \text{ L.S}$) y el segundo para la Zona de Evaluación Sur (ZES), que abarca la sección sur de la Región de Coquimbo hasta el límite sur de la Región del Biobío ($30^{\circ}30' - 38^{\circ}28' \text{ L.S}$).

a) Langostino amarillo Zona de Evaluación Norte (ZEN)

La Fig. 15 presenta el ajuste del modelo a los desembarques, la CPUE y biomasa proveniente del crucero. Se observa un buen ajuste a la serie de desembarques; sin embargo, no es capaz de reproducir los valores más altos, registrados los años 1987, 1999 y 2000, cuya incertidumbre también es mayor en comparación con el resto de información. Los últimos tres años registran una estabilidad en torno a las 900 t, debido tanto a los niveles de biomasa estimados por el modelo usados por el CCT-CD para generar la recomendación de cuota, así como a los criterios de manejo adoptados actualmente, generados para evitar grandes fluctuaciones en los desembarques de esta pesquería.

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

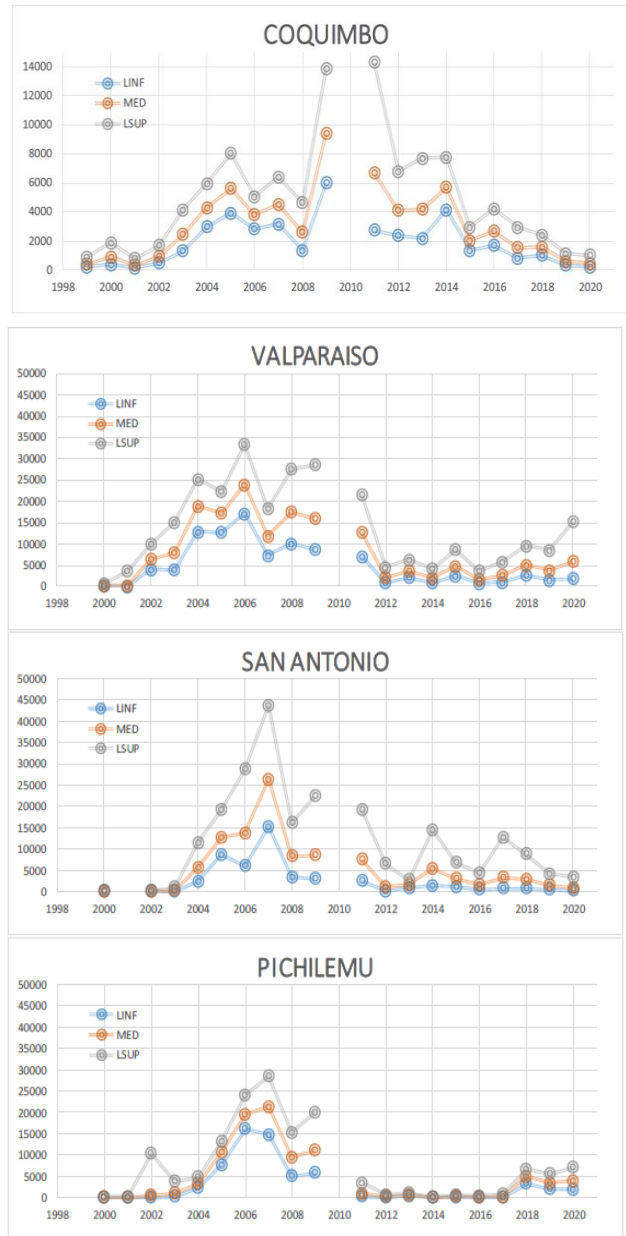


Figura 14. Evolución de la CPUE estimada mediante modelo Delta para cuatro Unidades de Análisis (UA) de langostino amarillo entre 1999 y 2020. Se indica mediana (MED), Límite superior (LSUP) y límite inferior (LINF).

La serie de CPUE presenta un nivel de ajuste inferior a los desembarques, aunque rescata la variabilidad general del índice. El ajuste sigue una tendencia a la baja en los últimos años probablemente desde el alto valor observado el año 2009, en conjunto con la falta de información durante los años 2010, 2011, 2013 y 2014.

La alta variabilidad de las observaciones de biomasa estimada mediante área barrida, en conjunto con la menor ponderación asignada a esta fuente, dificulta el ajuste del modelo a los datos. Sin embargo, el modelo es capaz de recoger la tendencia histórica y estimar una disminución para los últimos tres años, tal como indican las observaciones en su tendencia a la baja.

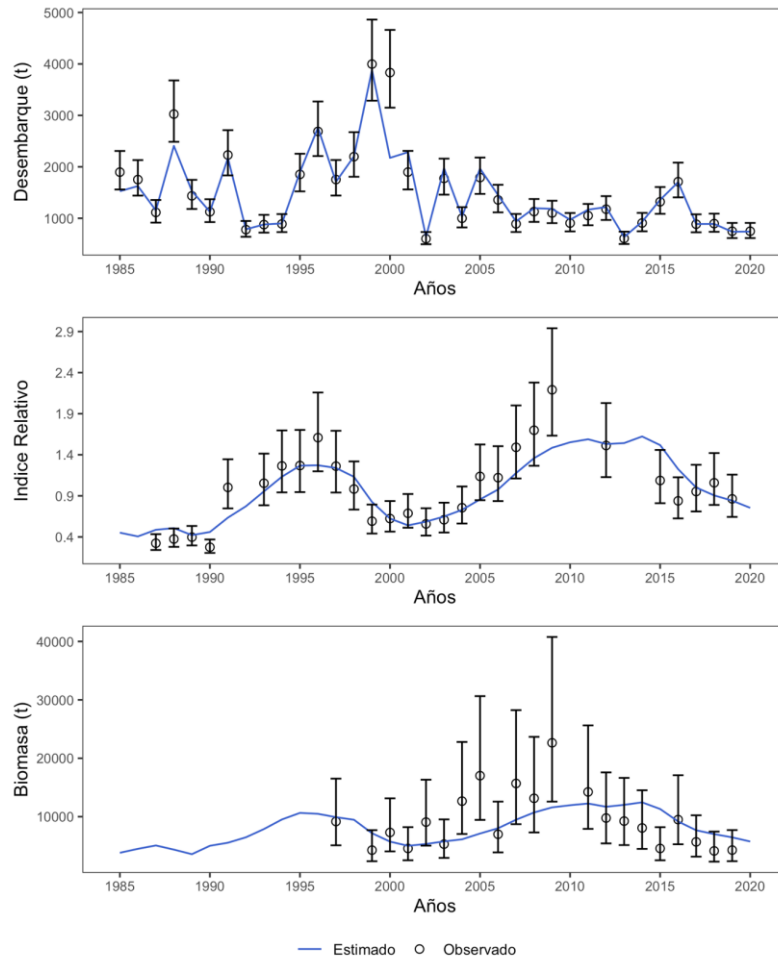


Figura 15. Ajuste del modelo a los datos de desembarques, CPUE estandarizada y biomasa del crucero. Los puntos representan los datos observados con su error y la línea azul representa la estimación del modelo. Período 1985 – 2020, ZEN.

Las composiciones de tamaño de los machos (Fig. 16) son reproducidas de manera adecuada por el modelo, aunque estima una estructura de tallas desplazada hacia ejemplares de menor tamaño en algunos años. Los datos observados para el año más reciente presentan una mayor concentración de individuos entre los 34 y 46 mm de LC. El modelo sobrestima la presencia de individuos entre 22 y 30 mm, mientras que para individuos de tallas entre los 38 y 44 mm tiende a subestimar su presencia. En hembras (Fig. 17), entre 1993 y 2006 se observan ajustes correctos en su mayoría, exceptuando los años 1997 y 1998. Este patrón de distribución de las tallas se vuelve a observar desde el año 2007 hasta el año 2016, provocando que el modelo pierda calidad de ajuste en esos años. Los años 2018 y 2019

presentan datos con una distribución cercana a la normal, sin embargo, el modelo intenta reproducir un grupo de individuos entre los 36 y 44 mm de LC, sobrestimando esas proporciones.

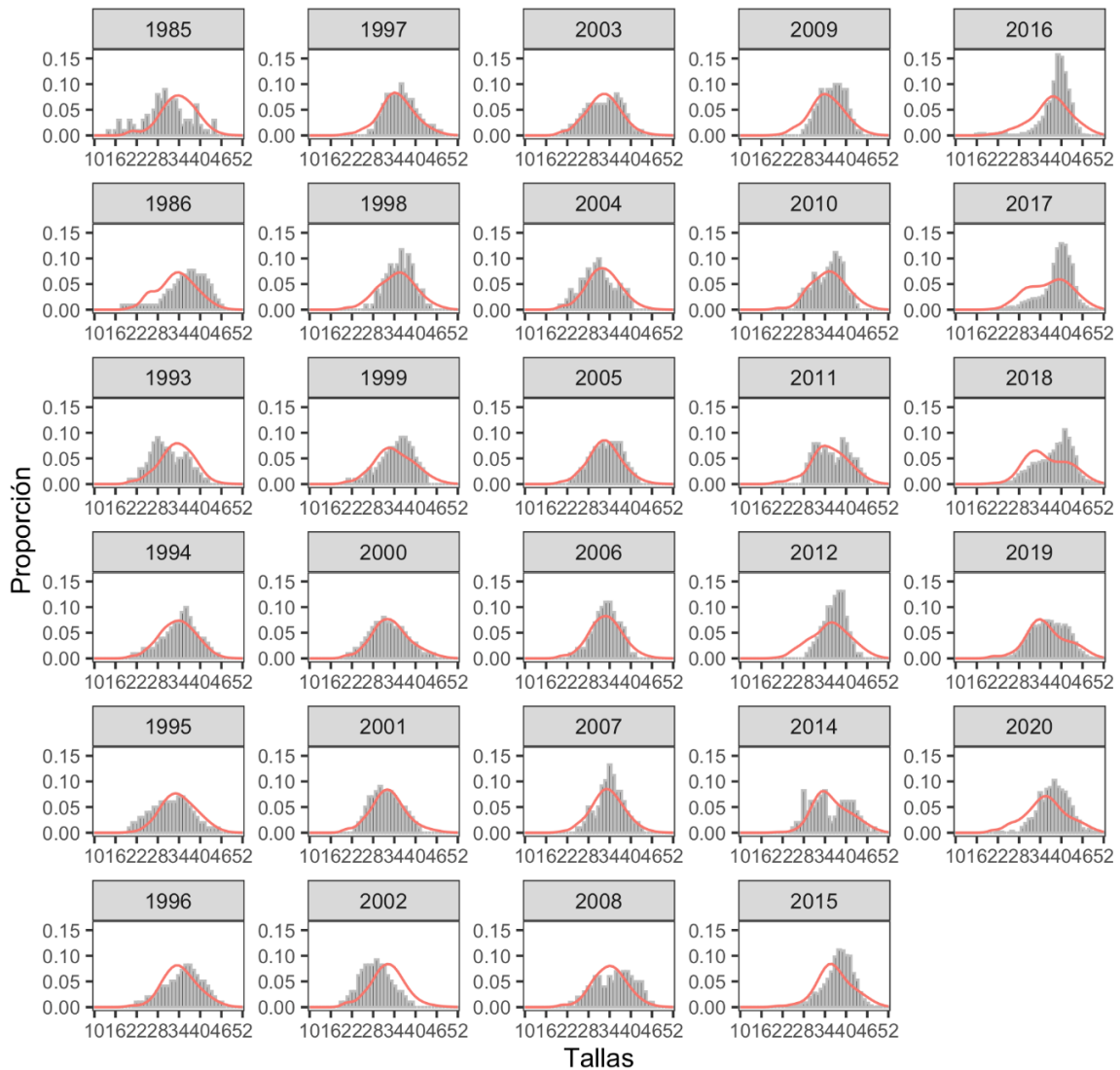


Figura 16. Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de longitudes de las capturas observadas (barras) de machos, ZEN. Período 1985 – 2020

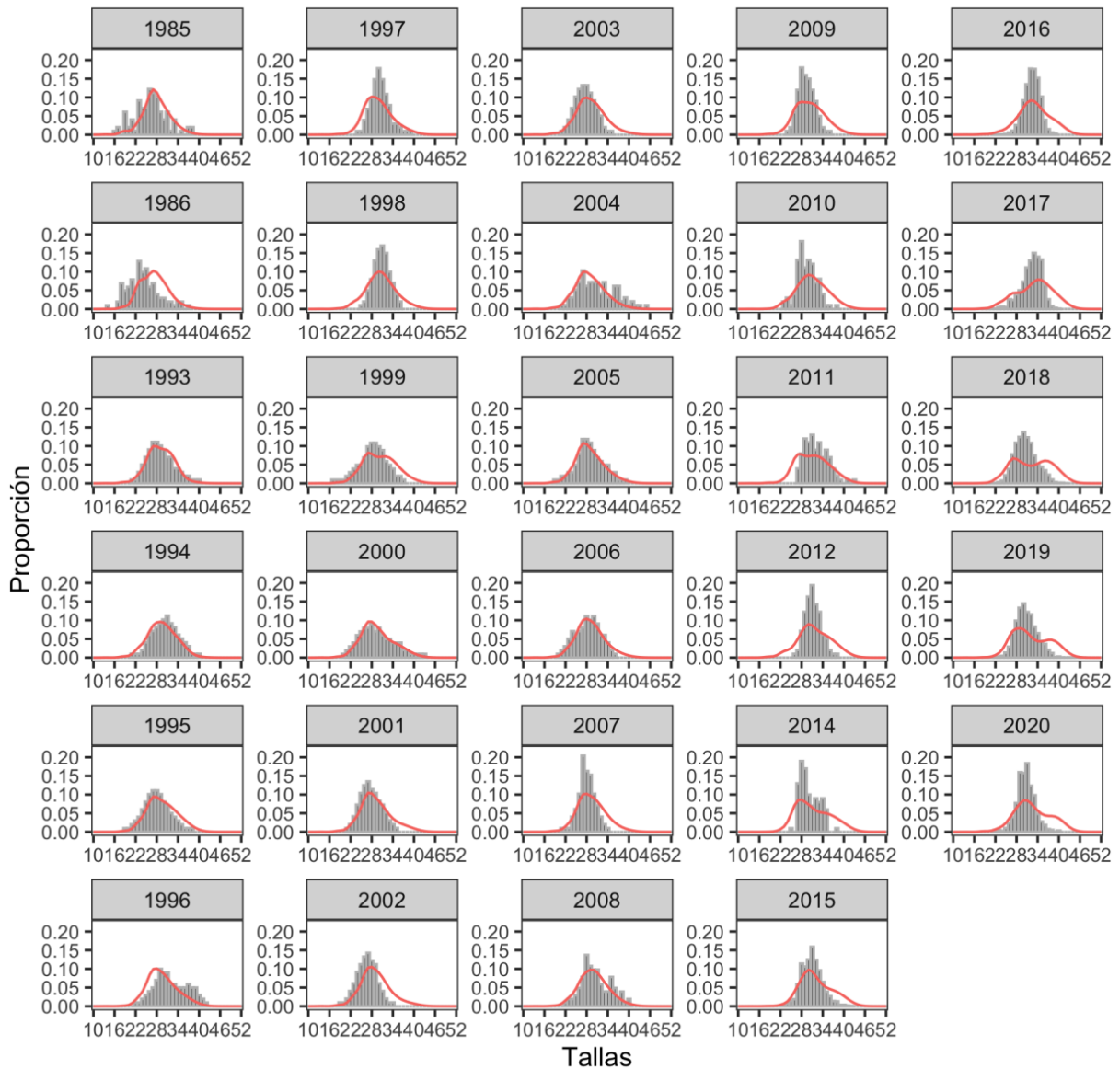


Figura 17. Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de longitudes de las capturas observadas (barras) de hembras, ZEN. Período 1985 – 2020.

El nivel de ajuste del modelo a las tallas medias de la flota es adecuado para machos y hembras, pues busca la tendencia central en toda la serie. Tanto en machos como en hembras, los dos primeros años el modelo no reconoce los puntos observados puesto que, en el caso de los machos, el primer año es muy diferente del segundo, mientras que, en hembras, estas observaciones son las más bajas de todo el resto de la serie. Para el resto de la serie, el modelo es capaz de seguir la tendencia de las observaciones, reconociendo la tendencia de disminución de los años 2017 a 2019 en el caso de los machos, no alcanzando a reproducir el último año. En las hembras, el ajuste de los últimos 3 años no es satisfactorio, pues el modelo tiende a sobrestimar la talla media, mientras que los datos observados muestran cierta estabilidad (Fig. 18).

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

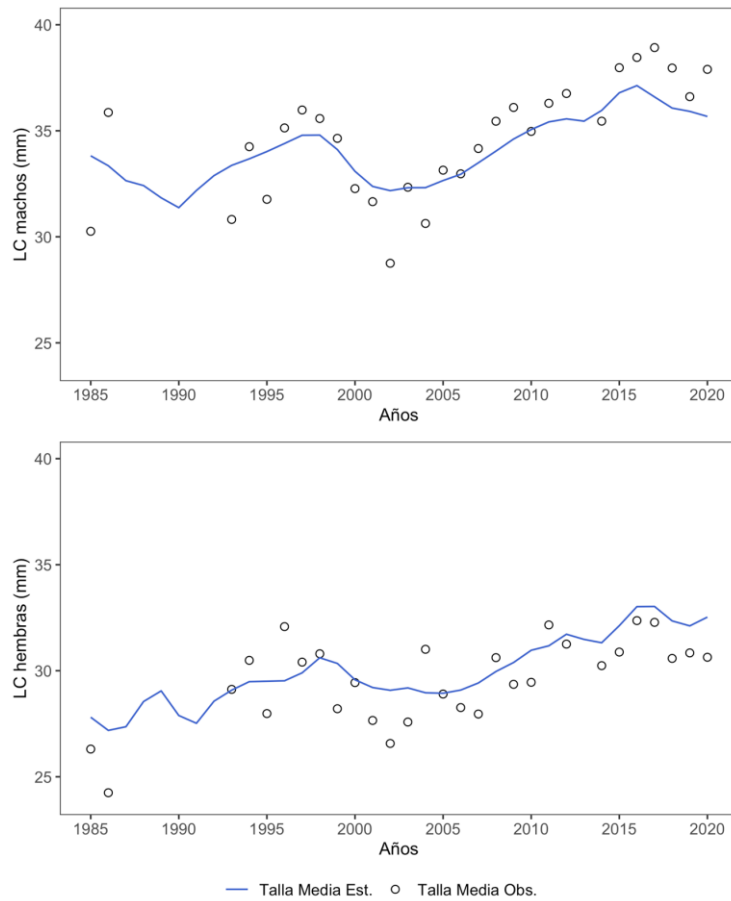


Figura 18. Ajuste del modelo (línea) a los datos de talla media observados en la pesquería (puntos), ZEN. Período 1985 – 2020.

La Figura 19 presenta las trayectorias de la biomasa total y desovante observándose que ambas variables presentan una constante disminución en sus valores desde el año 2011 hasta el 2020; en el caso de la biomasa total, pasando desde su máximo valor (16.981 t) hasta caer a las 8.165 t estimadas para el año 2020. La biomasa desovante, por su parte, obedece a un patrón similar en cuanto a la tendencia, alcanzando su máximo valor histórico en el año 2013 (3.836 t) y luego disminuyendo hasta el valor actual de 2.093 t.

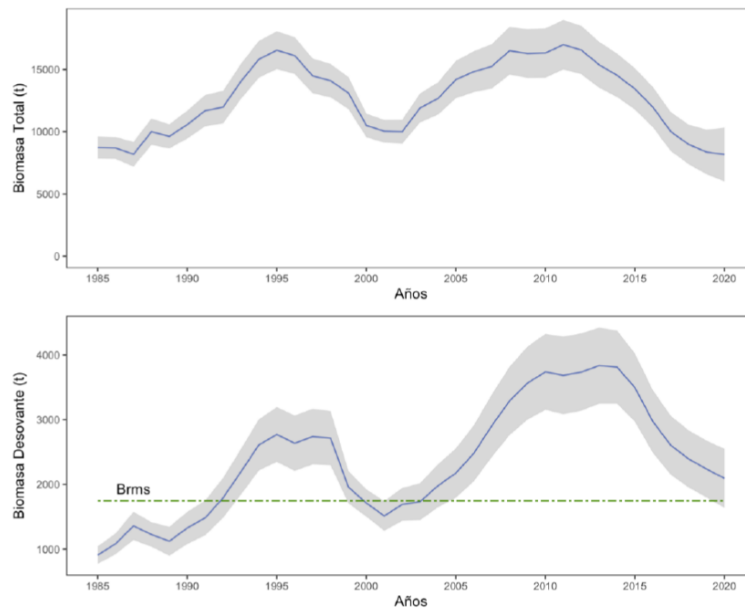


Figura 19. Biomasa total (a) y desovante (b) de langostino amarillo en ZEN. La línea azul corresponde al valor esperado del estimador central de la evaluación. La zona sombreada corresponde a los intervalos de confianza asintóticos

Los reclutamientos han presentado anomalías positivas respecto a la media histórica durante gran parte de la serie (1987 a 2008), manteniéndose estables hasta el año 2006 con valores que bordeaban los 179 millones de individuos. Luego de este período, se observa un peak en los niveles de reclutamiento, pasando de 59 millones de individuos en el año 2009 a 179 millones en el año 2011. Sin embargo, este peak no pudo sostenerse y los reclutamientos cayeron desde este valor al nivel histórico más bajo alcanzado el año 2013 con 35,7 millones de individuos (Fig. 20). Para los últimos tres años, la media de las estimaciones sugiere una leve recuperación de las clases anuales, aunque con una alta incertidumbre, misma tendencia estimada en la evaluación anterior, pero con una pendiente mucho más inclinada.

Los valores históricos de la mortalidad por pesca (Fig.21) señalan dos períodos importantes en esta variable. El primero con una alta variabilidad en torno a valores altos respecto al valor de mortalidad natural durante los años 1985 y 2005, en donde los valores de F más bajos dentro de este primer período se observan en los años 1994 y 1997. El segundo período, entre los años 2007 hasta la fecha, con valores de F bajo el valor de M y por debajo del PBR estimado para el langostino amarillo de la zona norte.

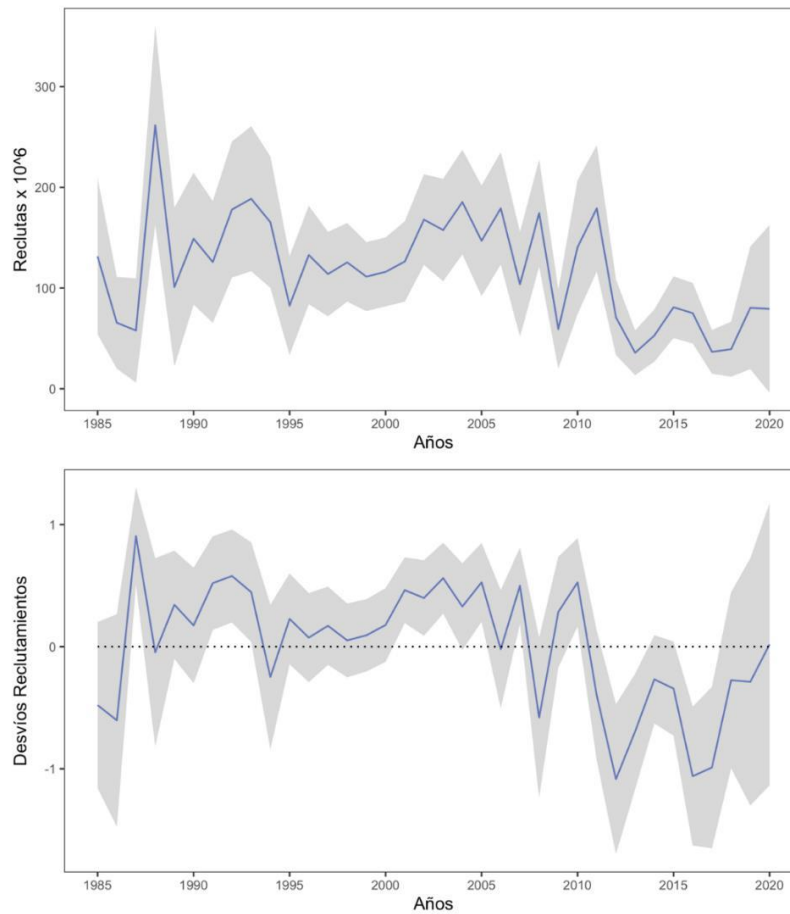


Figura 20. Reclutamientos (a) y anomalías logarítmicas de los reclutamientos (b) de langostino amarillo ZEN. La línea azul corresponde al valor esperado del estimador central de la evaluación. La zona sombreada a los intervalos de confianza asintóticos.

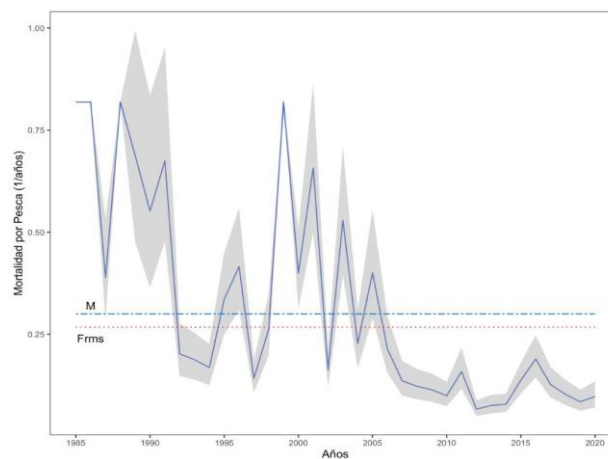


Figura 21. Mortalidad por pesca anual (F año⁻¹) de langostino amarillo en la ZEN. La línea corresponde al valor central y la zona sombreada los intervalos de confianza asintóticos. Se presenta de manera referencia el valor de mortalidad natural (M) y el nivel de F que genera el MRS (FRMS).

El langostino amarillo de la ZEN fue sometido a una tasa de mortalidad por pesca elevada y fluctuante en el período 1985-1990. Un segundo período de alta explotación ocurre en el año 1998-2001, para luego disminuir constantemente hasta el año 2014. Luego de estos años los niveles de mortalidad producida por la pesca han comenzado a aumentar paulatinamente hasta el 2016 y luego vuelve a disminuir, alcanzando actualmente un valor de $0,098 \text{ año}^{-1}$, muy por debajo del FRMS ($0,27 \text{ año}^{-1}$). En el caso de la biomasa desovante y su trayectoria histórica, se observa una condición inicial (1985) por debajo del PBR umbral, para luego aumentar superando incluso el valor del PBR ($BDRMS = 1.748 \text{ t}$); sin embargo, en el año 1998, la biomasa desovante comienza a caer nuevamente hasta el año 2001, para volver a entrar en un período de recuperación continua hasta el año 2014, alcanzando su máximo valor histórico, cercano a la condición virginal, desde donde vuelve a caer rápidamente a un valor cercano a las 2.093 t , pero manteniéndose por sobre el objetivo de manejo (Fig. 22). En esta figura, se presenta, además, las variables que permiten construir el diagrama de fases ($F/FRMS$ y $BD/BDRMS$), el cual permite determinar el estatus del stock que estamos evaluando, en concordancia con la ley de pesca y acuicultura vigente

En relación a las variables de estado de langostino amarillo en la ZEN, en los inicios de la serie analizada, el recurso estuvo sometido a niveles de explotación por sobre la mortalidad por pesca objetivo y biomasa desovante inferior a la recomendada. Hacia el final de la serie y consecuentemente con los bajos niveles de mortalidad por pesca a los que se sometió el recurso, los niveles de biomasa desovante presentan una sostenida recuperación respecto de la condición virginal, manteniendo al langostino amarillo en la zona de sub explotación hasta el año 2016, para luego trasladarse hacia la izquierda en el diagrama presentando un valor de $BD_{2019}/BDRMS = 1,28$ y $F_{2019}/FRMS = 0,32$. Para el año 2020, el langostino amarillo de la ZEN, se encontraría en estado de plena explotación con valores de $F_{2020}/FRMS = 0,36$, mientras que la $BD_{2020}/BDRMS = 1,20$ (Fig. 22).

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

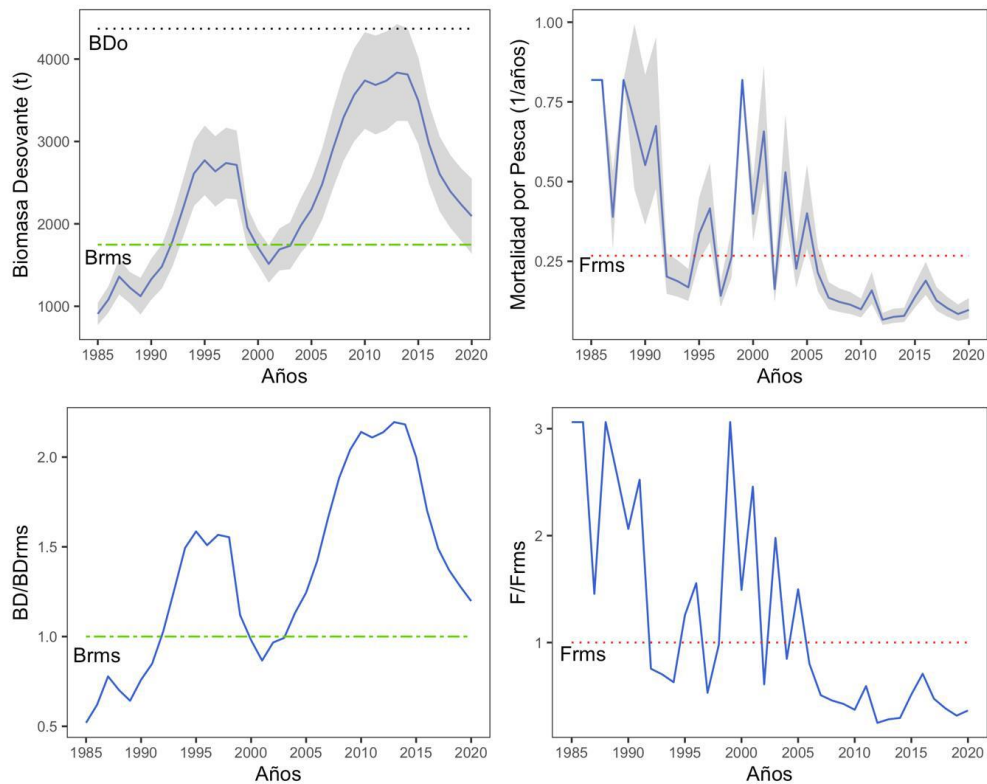


Figura 21. Puntos biológicos de referencia y variables de estado y de flujo para langostino amarillo, ZEN. Se comparan los valores de biomasa y mortalidad por pesca respecto a sus PBRs.

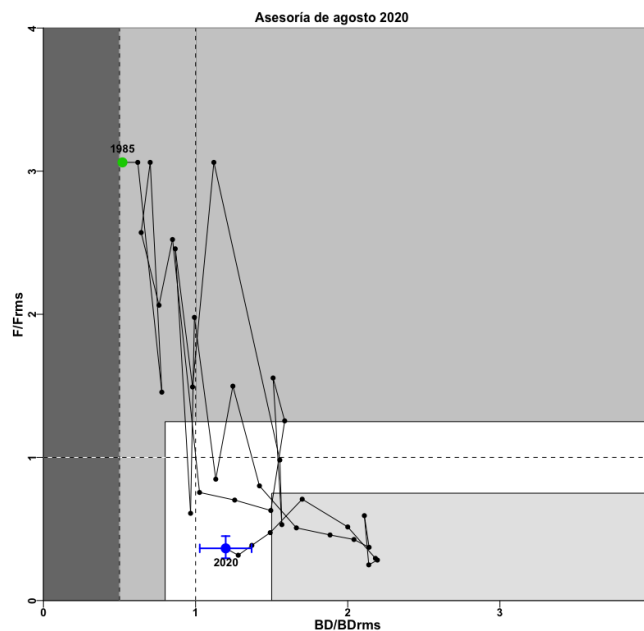


Figura 22. Diagrama de fases de explotación de la biomasa desovante respecto de la mortalidad por pesca del langostino amarillo, ZEN. Los ejes están estandarizados a los valores que generan el RMS proxy. Cruz azul corresponde a los intervalos de confianza de la razón BD/BDRMS y F/FRMS.

En la estimación de la CBA el análisis incorpora los niveles de capturas proyectadas a 10 años y la trayectoria de biomasa desovante ante distintos escenarios de mortalidad por pesca en el mismo periodo. Con una estrategia de un $F = F_{45}$, en el año 10 de proyección, la BD alcanzaría un nivel de 1.980 t, mientras que con una estrategia del F_{sq} , la BD en el año 10 de proyección sería de 2.108 t, lo cual es consistente con las tendencias de las biomazas actuales y con la estrategia de mantener un nivel de reclutamiento medio en el horizonte de proyección. En el caso de las capturas proyectadas, con una estrategia de pesca $F = F_{45}$, en el décimo año, éstas podrían alcanzar las 1.286 t, mientras que si se mantiene la estrategia de F_{sq} , las capturas alcanzarían las 1.225 t en el 2030 (Fig. 22).

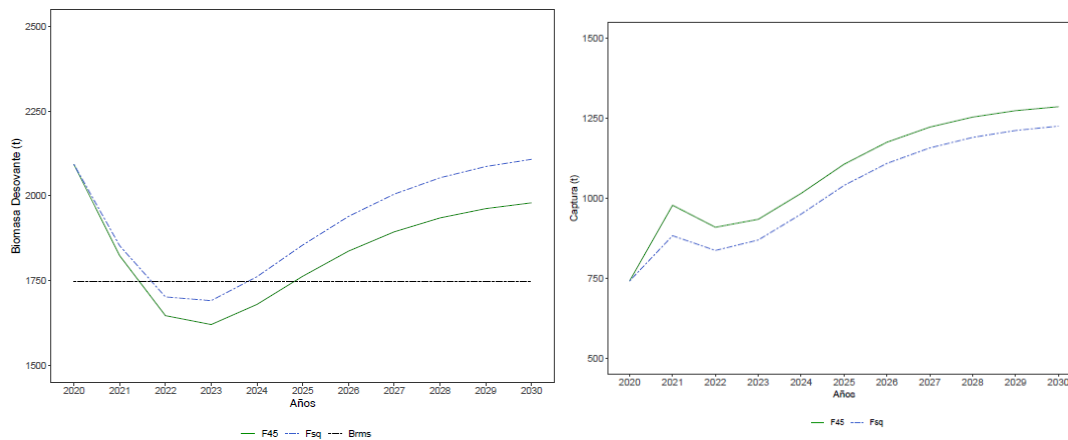


Figura 22. Proyección de la biomasa (izquierda) y la captura (derecha) para el período 2020 – 2030 con diferentes estrategias de explotación de mortalidad por pesca (F_{sq} y F_{45}) de langostino amarillo, ZEN

La Tabla 2 muestra las capturas estimadas ante diferentes percentiles de probabilidad de sobrepasar el valor de la estrategia FRMS en el largo plazo. De esta manera la CBA para el año 2021 podría situarse entre 783 t y 978 t, para los percentiles de probabilidad entre el 10% y 50%, respectivamente.

Tabla 2. Captura Biológicamente Aceptable de acuerdo a diferentes niveles de riesgo de sobrepasar el nivel objetivo del PBR F_{45} para el langostino amarillo, ZEN.

	Media	Desv. std	10%	20%	30%	40%	50%
F_{45}	978	152	783	850	898	939	978

b) Langostino amarillo Zona de Evaluación Sur (ZES)

El ajuste del modelo a los desembarques, la cpue y la biomasa proveniente de la evaluación directa se presentan en la Fig. 23. Los desembarques, observados se encuentran bien representados por el modelo de evaluación a lo largo de toda la serie, exceptuando el año 1981, cuando el desembarque observado es de 9 mil t, el más alto de la serie y el más difícil de explicar por el modelo. En el año 1997, se observa el segundo nivel más alto de la serie, alcanzando las 8,5 mil toneladas, para luego descender al valor más bajo de la serie en el año 2001, producto del cierre de la pesquería mencionada previamente. Los desembarques de langostino amarillo para esta zona de evaluación han presentado a lo largo de toda la serie una gran variabilidad, la cual se ha estabilizado durante los últimos 5 años.

La tendencia de la CPUE es capturada por el modelo en la mayoría de los años, con algunas complicaciones entre los años 1991 y 1998, dada la alta variabilidad anual de este índice en ese período, por lo que es posible observar que la línea de estimación cruza por el valor promedio de estos años. Los valores más bajos de la serie de este índice de abundancia coinciden con el período de desembarques más bajos, es decir, entre los años 1999 y 2002. Los altos rendimientos alcanzados por esta pesquería entre los años 2007 y 2009, sólo permiten que el modelo capture una fuerte tendencia a la disminución de este indicador, resultando imposible reproducir la leve alza observada los últimos años.

La biomasa del crucero es modelada utilizando un coeficiente de variación igual a 0,3, por lo que se espera que el modelo otorgue menos credibilidad a este indicador en comparación a los ya presentados, traducido en menor calidad de ajuste hacia estos datos. Apartando los dos primeros datos de la serie, es posible observar tres períodos en los datos observados por el crucero de evaluación directa. Entre los años 1999 y 2003, el ajuste es aceptable, en donde los valores bordeaban las 10 mil toneladas; sin embargo, a partir de ese año el modelo no es capaz de capturar los altos valores observados entre el 2004 y el 2009, que triplican los valores del período anterior, a pesar aún, de la incorporación de un bloque de capturabilidad que debería dar cuenta de este cambio (justificado en secciones anteriores). Estos altos valores observados, al igual como ocurre con los valores de CPUE, sólo permiten que el modelo interprete los valores siguientes como una importante y constante disminución, en lugar de la estabilidad observada en torno a las 16 mil toneladas desde el año 2014 en adelante.

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

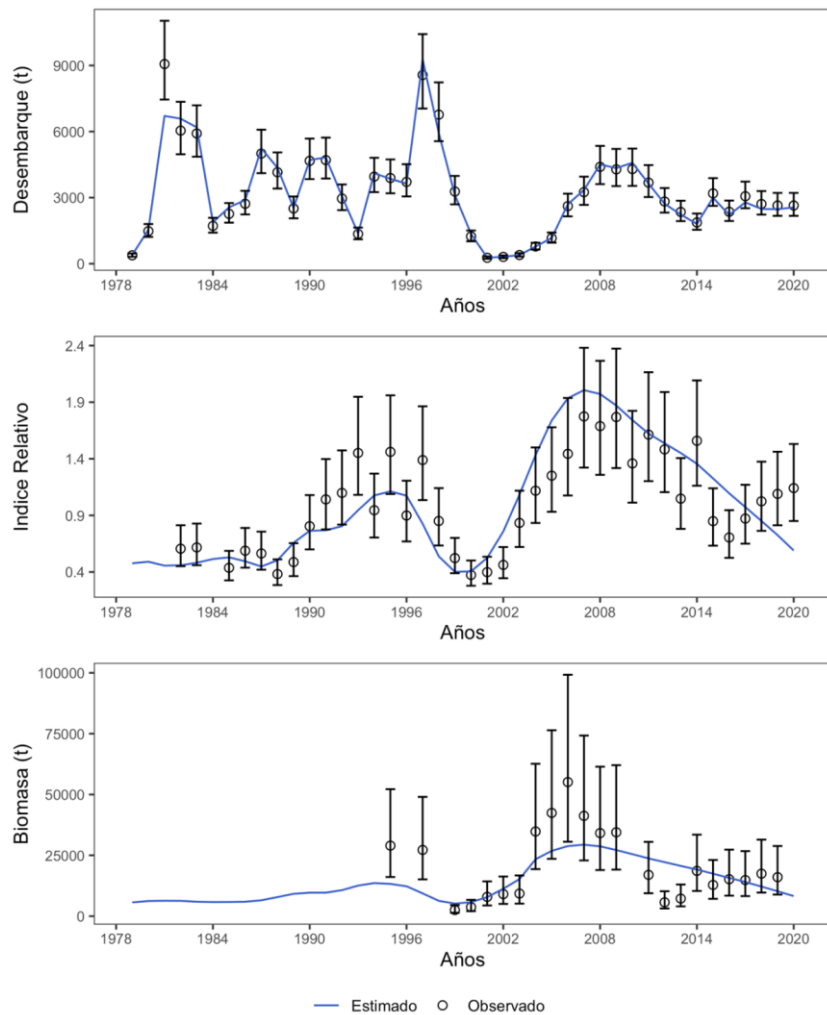


Figura 23 Ajuste del modelo a los datos de desembarques, CPUE estandarizada y biomasa del crucero. Los puntos representan los datos observados con su error y la línea azul representa la estimación del modelo. Período 1979 – 2020, ZEN.

Los ajustes a las composiciones de tamaño de las capturas de la flota presentan una sobrestimación de los individuos mayores a los 38 mm y una subestimación de los individuos menores a 22 mm durante los primeros 4 años. Luego, los ajustes son correctos excepto en los años 1997 y 2003. Desde ese año en adelante, el modelo no alcanza a reproducir las altas proporciones observadas entre los 40 y 46 mm de talla, acentuándose esta condición durante los años 2010, 2012, 2014 y 2015. En general, se observan tallas mayores que en la ZEN, con buenos ajustes los últimos 4 años (Fig. 24).

En el caso de las hembras, los primeros dos años el modelo presenta una sobrestimación de individuos mayores a los 28 mm. Luego, en el año 1995, se observa la aparición de una alta proporción de individuos menores a 24 mm, que no vuelve a ser observada en toda la serie y que, por lo tanto, el modelo no es capaz de reproducirla. A partir de 1996, se observa que los ajustes realizados por el modelo son bastante mejores; sin embargo, comienzan a observarse altas proporciones de individuos

entre los 30 y 36 mm que el modelo no es capaz de reproducir. Estas altas proporciones son observadas mayoritariamente durante los años 1999, 2008, 2009, 2010, 2012 y 2016. Los ajustes de los años 2018 y 2019 mejoran en comparación con los años previos, mientras que para el año más reciente se observa una sobrestimación de individuos mayores a 38 mm que no son capturados por la flota (Fig. 25).

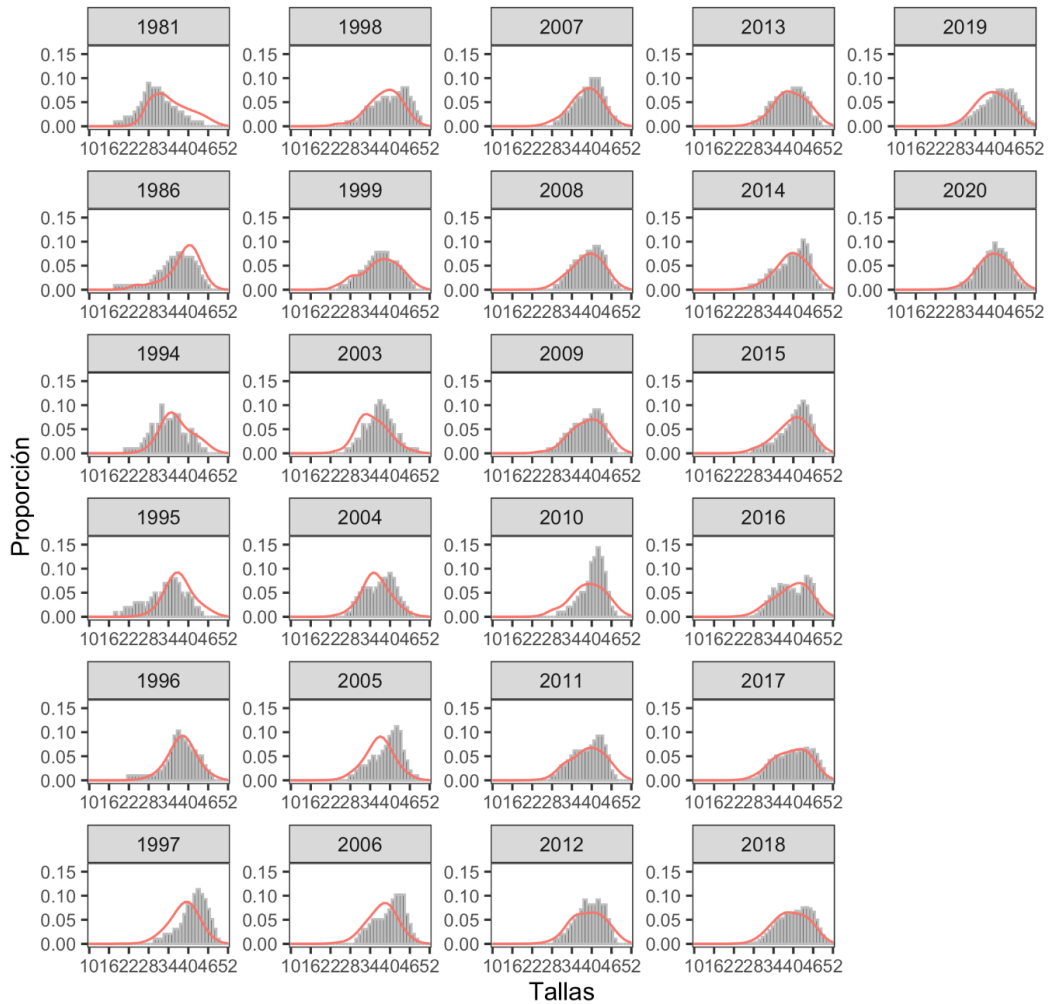


Figura 24. Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de longitudes de las capturas de machos de langostino amarillo, ZES. Período 1979 – 2020.

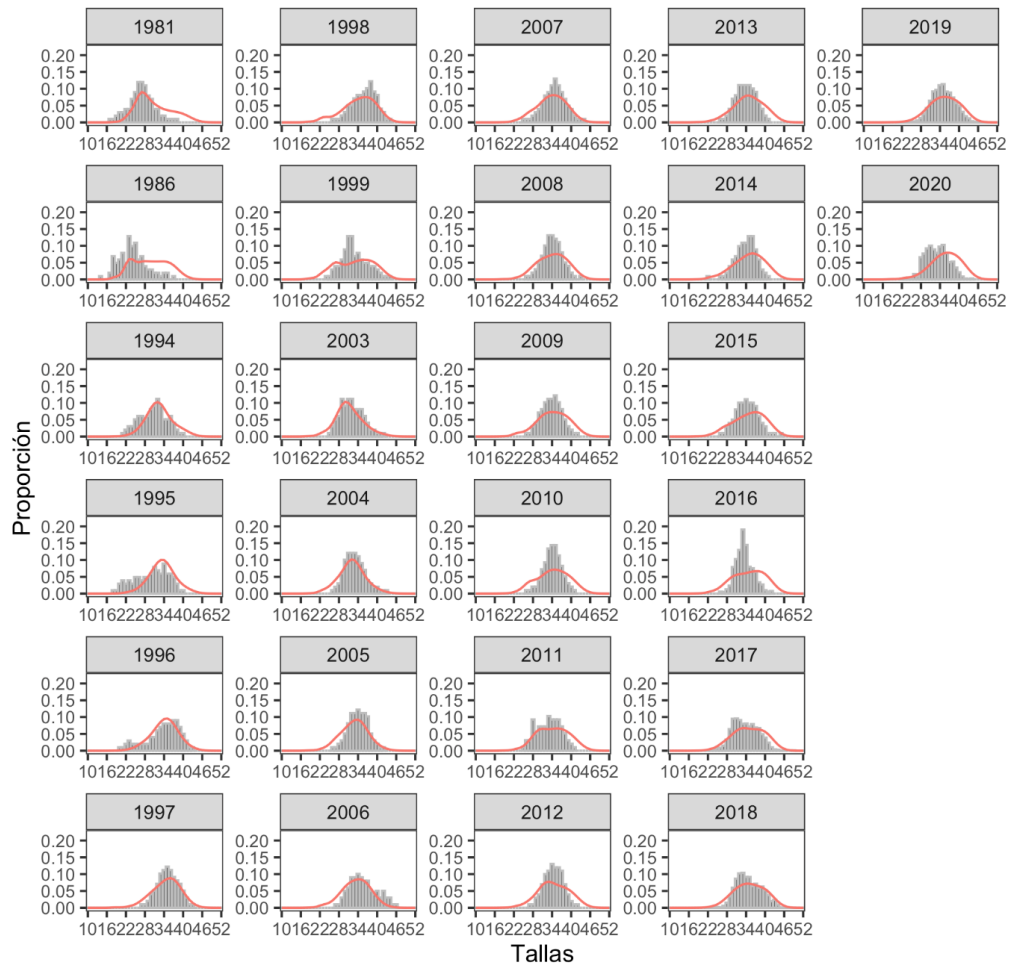


Figura 25. Ajuste del modelo (líneas) a las composiciones de las capturas de hembras (barras) de langostino amarillo, ZES. Período 1979- 2020.

Respecto de la talla media (Fig. 26), en términos de tendencia general, y considerando sólo los datos desde el año 2000 en adelante, se observa una tendencia al alza en machos, sobre todo en los últimos 4 años. Debido a que todos los datos, desde el punto de vista estadístico poseen la misma relevancia dentro de la serie, el modelo intenta reproducirla completa, por lo que no rescata la tendencia más reciente. Esto ocurre principalmente, dado la alta variabilidad de los datos entre los años 1994 y 1999 y el primer dato de la serie, el cual corresponde al valor más bajo de la serie. En hembras se observan dos períodos cortos de aumento en la talla media, el primero entre 1995 y 1999 y el segundo entre el 2003 y 2006, luego de estos períodos, se ha mantenido relativamente constante. El modelo, por su parte, recoge estos períodos de aumento, manteniendo una leve tendencia al alza de la talla media, sin intentar seguir la tendencia del último dato

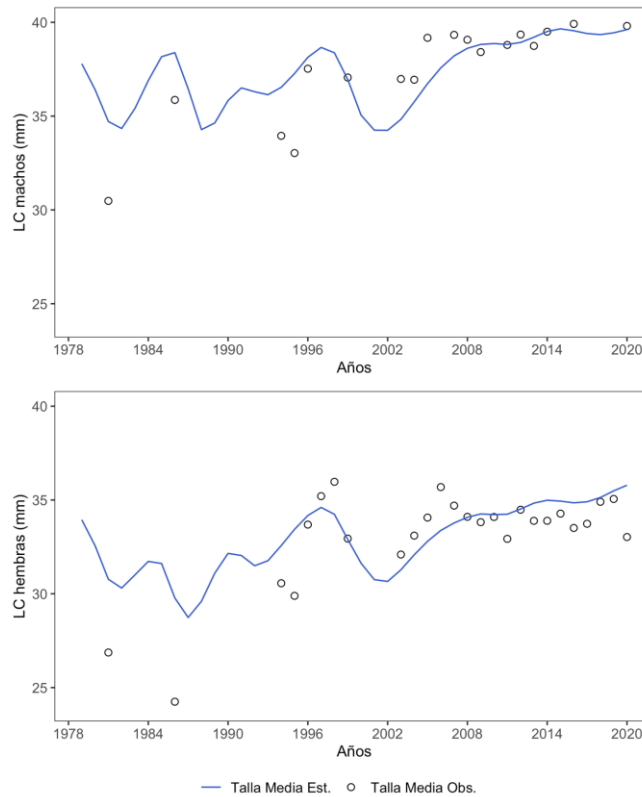


Figura 26. Ajuste del modelo (línea) a los datos de talla media observados en la pesquería (puntos), ZES. Período 1979 – 2020.

La tendencia de las biomásas estimadas se observa un incremento de la biomasa total entre los años 1984 y 1994 y luego una leve caída hasta las 29.987 t en el año 1999. A partir de este año, la biomasa total vuelve a pasar por una situación similar de incremento entre los años 2000 a 2006 y de caída desde el 2007 al año más reciente, con su máximo valor histórico en el año 2006 de 85.300 t y el valor más bajo en 2020 (21.883 t). La biomasa desovante muestra la misma tendencia que la biomasa total, con su máximo valor histórico en el año 2006 con 18.236 t y cayendo a las 5.150 t estimadas para el año 2020 (Fig. 27).

Los reclutamientos presentan una alta variabilidad en toda la serie, encontrándose en un período de recuperación luego de haber presentado los valores más bajos históricos en el año 2017 y 2018. El máximo valor de reclutamiento es observado en el año 2000 con 1.340 millones de individuos y su mínimo valor en el año 2018 con sólo 64 millones de individuos (Fig. 28).

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

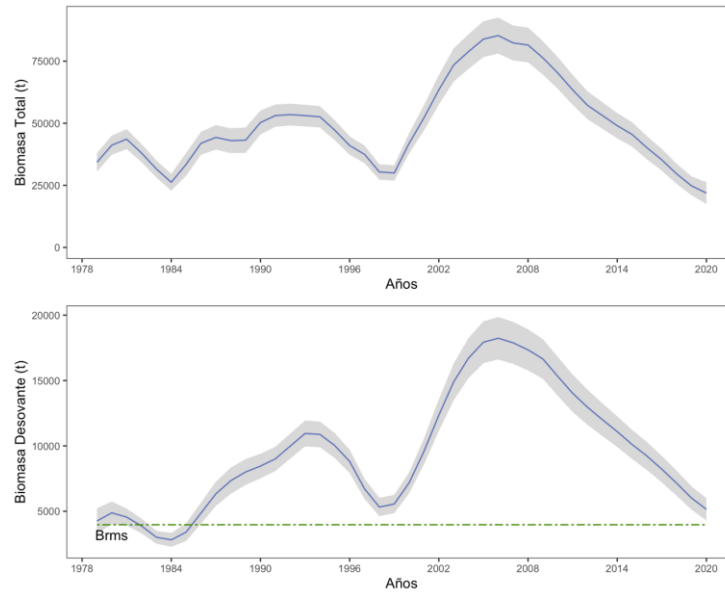


Figura 27. Biomasa total (a) y desovante (b) de langostino amarillo en ZES. La línea azul corresponde al valor esperado del estimador central. La zona sombreada a los intervalos de confianza asintóticos.

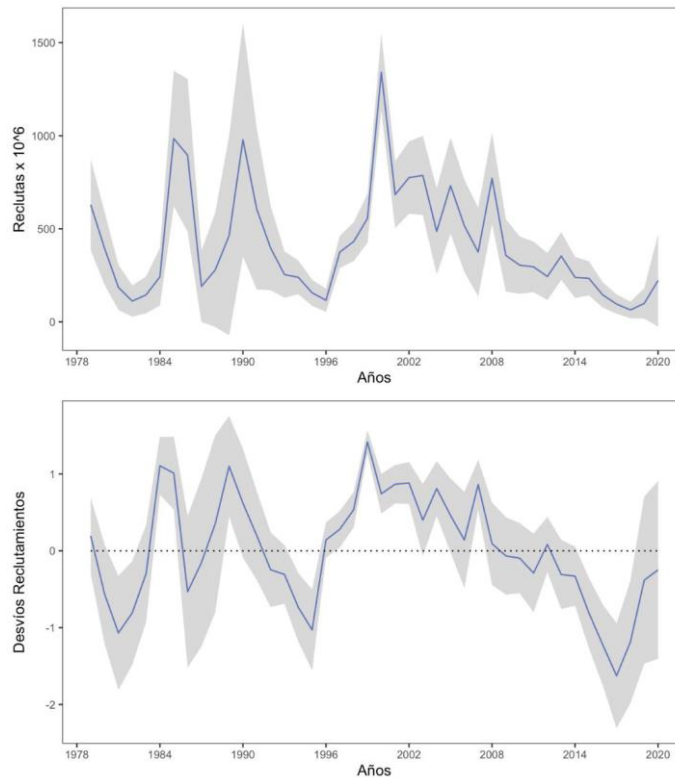


Figura 28. Reclutamientos (a) y anomalías logarítmicas de los reclutamientos (b) de langostino amarillo ZES. La línea azul corresponde al valor esperado del estimador central. La zona sombreada corresponde a los intervalos de confianza asintóticos

La mortalidad por pesca presenta un patrón histórico opuesto a la trayectoria de las biomazas, observándose en cada período de altos valores de mortalidad por pesca, bajos valores de biomasa total, principalmente en los años 1997 y 1998, cuando la mortalidad por pesca alcanzó niveles mayores al valor de mortalidad natural utilizada en esta evaluación ($0,3 \text{ año}^{-1}$). A partir del año 2001, los valores de F disminuyen, manteniéndose estable en torno a $0,10 \text{ año}^{-1}$ y disminuyendo en el último año a $0,092 \text{ año}^{-1}$ (Fig. 29).

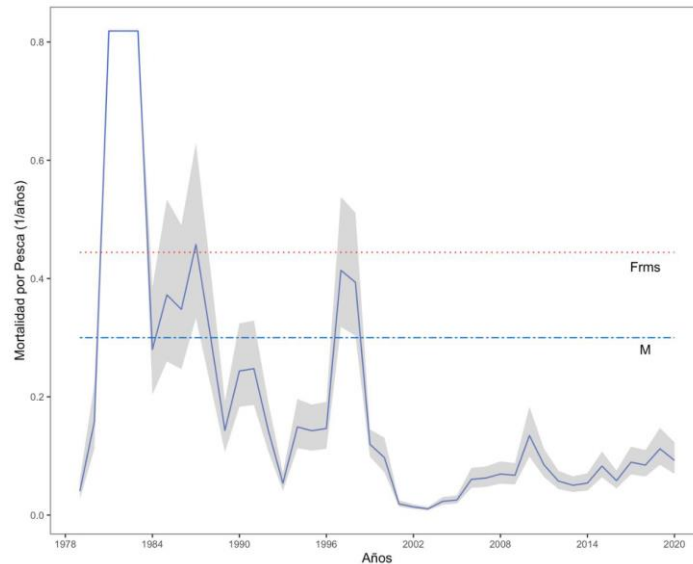


Figura 29. Mortalidad por pesca anual ($F \text{ año}^{-1}$) de langostino amarillo en la ZES. La línea corresponde al valor central y la zona sombreada los intervalos de confianza asintóticos. Se presenta de manera referencia el valor de mortalidad natural (M) y el nivel de F que genera el MRS (FRMS).

Los indicadores de condición estimados para la ZES de langostino amarillo, dan cuenta de un valor de $BD_{2020}/BDRMS = 1,30$ y de $F_{2020}/FRMS = 0,21$ para el año más reciente, por lo que se infiere que la biomasa se encuentra por sobre la BRMS y la mortalidad por pesca se encuentra por debajo de un nivel de riesgo de sobrepesca, situando al recurso de la ZES en situación de plena explotación (Fig. 30).

Se estimó la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) para el año 2020 bajo la estrategia de explotación que permite sostener la biomasa desovante por sobre el 40% de la biomasa desovante virginal, F45. Se proyectaron las capturas a 10 años y los niveles de biomasa desovante bajo dos estrategias de explotación (F45 y F_{sq}). En la Fig. 31 se observa que los niveles de BD y captura disminuirían los primeros 2 años, para luego comenzar a aumentar hasta mantenerse entre las 4.469 y 5.153 t en el caso de la biomasa desovante y 3.372 t en términos de captura.

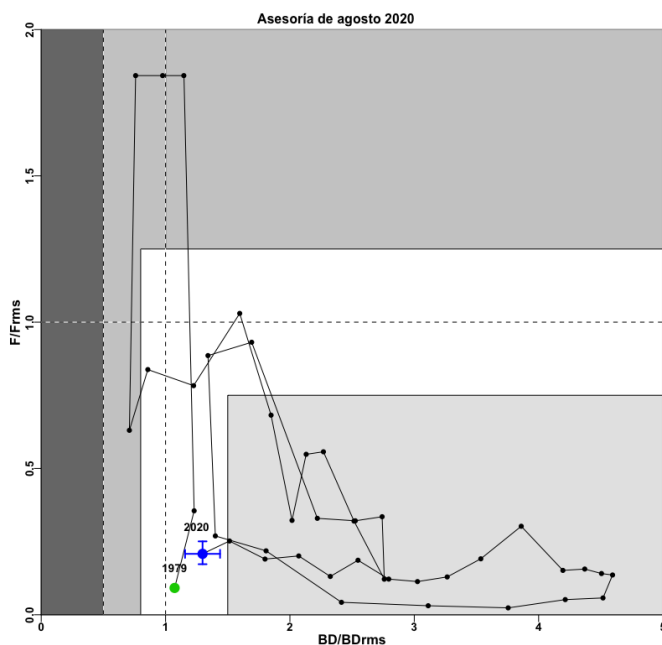


Figura 30. Diagrama de fases de explotación de la biomasa desovante respecto de la mortalidad por pesca del langostino amarillo, ZES. Los ejes están estandarizados a los valores que generan el RMS proxy. Cruz azul corresponde a los niveles de confianza de la razón $BD_{2020}/BDRMS$ y $F_{2020}/FRMS$.

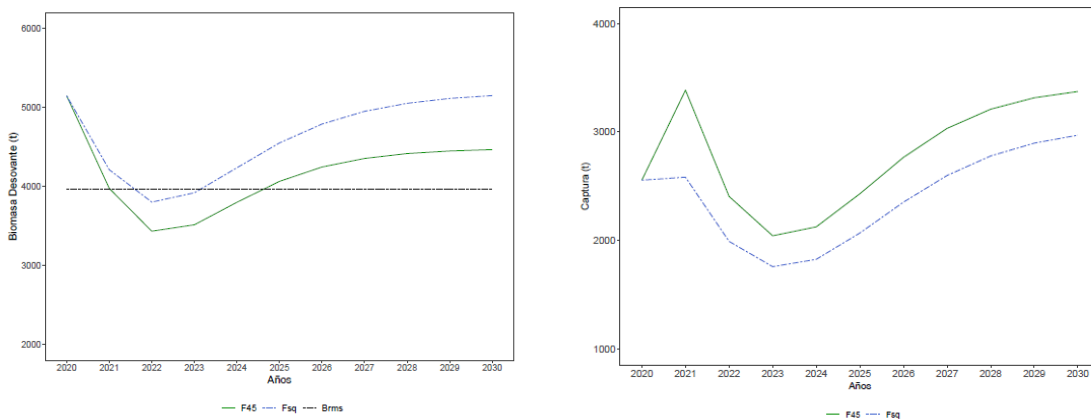


Figura 31. Proyección de la biomasa (izquierda) y captura (derecha) para el período 2020 – 2030 con diferentes estrategias de explotación de mortalidad por pesca (Fsq y F45) de langostino amarillo, ZES

La Tabla 3 muestra las capturas estimadas ante diferentes percentiles de probabilidad de sobrepasar el valor de la estrategia FRMS en el largo plazo. De esta manera, la CBA para el año 2021 podría situarse entre 2.790 y 3.384 t, para los percentiles de probabilidad entre el 10% y 50%, respectivamente.

Tabla 3. Captura Biológicamente Aceptable de acuerdo a diferentes niveles de riesgo de sobrepasar el nivel objetivo del PBR F45 para el langostino amarillo, ZES.

	Media	Desv. std	10%	20%	30%	40%	50%
F45	3384	463	2790	2994	3141	3267	3384

4.4 CBA de langostino amarillo por Unidad de Pesquería considerando Descarte

Dado que el manejo de la pesquería de langostino amarillo ocurre a través de unidades de pesquerías administrativas, se presenta la estimación de CBA para estas unidades, las cuales difieren en términos geográficos de las zonas de evaluación. El porcentaje promedio de la biomasa de langostino amarillo estimada mediante evaluación directa durante los últimos 3 años (2017, 2018 y 2019), en la zona norte de la ZES (30°30' – 32°10' LS), correspondió a 15,3% del total de la ZES. Esta zona geográfica, forma parte de la UPN y por tanto, de acuerdo a la metodología planteada en este informe, este porcentaje promedio es descontado a la estimación de CBA para la ZES y se complementa de esa manera la estimación de CBA para la UPN.

A continuación, se presentan primero, las estimaciones de CBA por Unidad de Pesquería y luego, a estas estimaciones se le descuenta el porcentaje de descarte estimado por IFOP, para cada Unidad de Pesquería.

a) Unidad de Pesquería norte Región de Atacama – Región de Coquimbo

Las estimaciones de descarte más recientes sugieren que, para la pesquería dirigida a langostino amarillo durante el año 2019, se descartó un 0,1% del mismo recurso, por tanto y siguiendo el protocolo de incorporación de descarte en las evaluaciones de stock actuales, este porcentaje debe ser descontado desde la CBA estimada. La Tabla 4 presenta los valores de CBA para la UPN descontando el descarte estimado, valores que fluctúan entre 1.209 y 1.494 t de acuerdo al riesgo de sobrepasar el PBR recomendado.

Tabla 4 Captura Biológicamente Aceptable, incluyendo descarte, de acuerdo a diferentes niveles de riesgo de sobrepasar el nivel objetivo del PBR F45 para el langostino amarillo, UPN.

	Media	Desv. std	10%	20%	30%	40%	50%
F45	1496	223	1209	1307	1377	1437	1494

b) Unidad de Pesquería sur Región de Valparaíso – Región del Biobío

En el caso de la Unidad de Pesquería Sur, las estimaciones de descarte sugieren que, para la pesquería dirigida a langostino amarillo durante el año 2019, se descartó un 0,8% del mismo recurso, por tanto, al igual que para la UPN, este porcentaje debe ser descontado desde la CBA estimada. La Tabla 5

presenta los valores de CBA para la UPS descontando el descarte estimado, valores que fluctúan entre 2.344 y 2.843 t de acuerdo al riesgo de sobrepasar el PBR recomendado.

Tabla 5. Captura Biológicamente Aceptable, incluyendo descarte, de acuerdo a diferentes percentiles de probabilidad de sobrepasar el nivel objetivo del PBR F45 para el langostino amarillo, UPS.

	Media	Desv. std	10%	20%	30%	40%	50%
F ₄₅	2843	389	2344	2516	2639	2745	2843

4.4. Asesoría respecto del estatus y rango de CBA Langostino amarillo

a) Langostino amarillo Unidad de Pesquería Norte (UPN) Región de Atacama – Región de Coquimbo

El CCT-CD concuerda en que la información presentada muestra indicios de que las variaciones de biomasa no son explicadas por la explotación sino más bien pareciera que obedecen a cambios en los reclutamientos. El nivel de Mortalidad por pesca se encuentra por debajo del punto de referencia.

En atención a la tendencia decreciente de la biomasa (aunque a niveles por sobre el nivel de referencia), no se recomienda mayores capturas y de manera precautoria se adopta los niveles recomendados partir de la evaluación.

En atención a ello el estatus y rango de CBA recomendado para el 2021 por el CCT-CD son:

Pesquería	Langostino Amarillo Atacama – Coquimbo
Indicador de biomasa y mortalidad por pesca	BD/BRMS = 1,2 [BD/BDo = 0,48] F/FRMS = 0,43
Estatus	Plena Explotación
Descarte considerado (% del desembarque)	0,1
Recomendación Rango CBA 2021 (t)	1.195 – 1.494

b) Langostino amarillo Unidad de Pesquería Sur (UPS) Región de Valparaíso – Región del Biobío

En atención a la tendencia decreciente de la biomasa (aunque a niveles por sobre el nivel de referencia), no se recomienda mayores capturas y de manera precautoria se adopta los niveles recomendados partir de la evaluación.

Se aplica la regla de control de captura señalada en el plan de manejo, en términos de la recomendación que la variación de la cuota no debe exceder el 15% del año anterior. En atención a lo anterior, el estatus y la recomendación del CCT-CD son:

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

Pesquería	Langostino Amarillo Valparaíso – Biobío
Indicador de biomasa y mortalidad por pesca	BD/BRMS = 1,3 [BD/BDo = 0,52] F/FRMS = 0,35
Estatus	Plena explotación
Descarte considerado (% del desembarque)	0,8
Recomendación Rango CBA 2021 (t)	1.864 – 2.331

5. LANGOSTINO COLORADO

5.1. Seguimiento de la pesquería de langostino colorado

Se observaron 94 lances dirigidos al langostino colorado y se midieron 2.739 ejemplares en 17 muestreos para evaluar la longitud (Tabla 6), mientras que para la relación longitud-peso se realizaron 3 muestreos y se midieron 189 ejemplares.

Tabla 6. Lances muestreados en la pesquería de langostino colorado, marzo-agosto de 2020.

Lances muestreados						
Mes	COQ	VALPO	LGBO	MAULE	NUBLE-BBIO	Total
Mar					24	24
Abr				7	25	32
May					6	6
Jun				2	25	27
Jul		4			1	5
Ago						0
Oct						0
Nov						0
Dic						0
01/03-31/08	0	4	0	9	81	94
01/10-31/12	0	0	0	0	0	0
Total	0	4	0	9	81	94

a) Unidad de pesquería Norte (UPN) Arica y Parinacota - Coquimbo

En el periodo monitoreado de 2020, el desembarque fue de 273 t equivalente al 37% de la cuota establecida para esta zona (729 t), asignada en un 92% a la flota artesanal (Fig. 32). En este periodo no fue factible embarcar observadores en los viajes de pesca, por lo que los indicadores en esta unidad corresponden a los registrados durante el 2019.

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

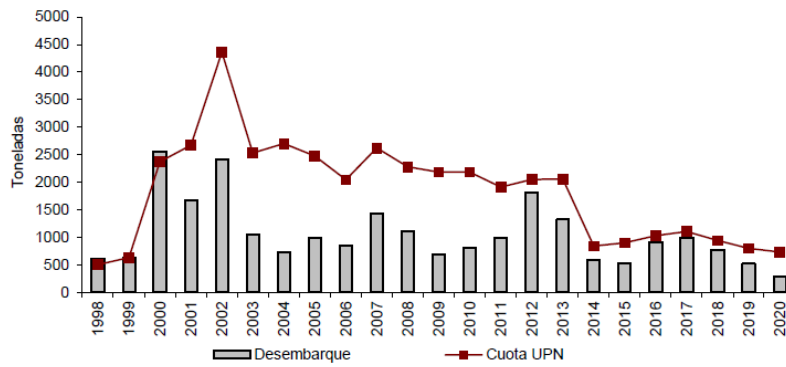


Figura 32. Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino colorado (t) para la UPN, período 1998–2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos Subpesca y Sernapesca

En el año 2019, al rendimiento de pesca estimado, este fue de 561 kg/h.a. (Fig. 33). Durante los tres últimos años se observa una leve tendencia decreciente aunque en promedio similares a los del periodo 2011-2013.

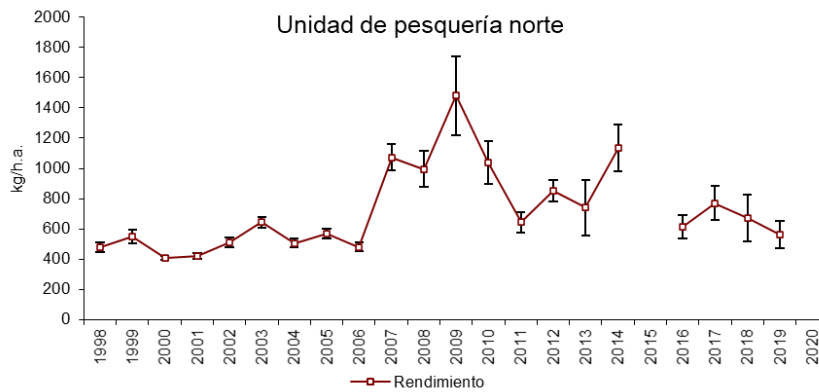


Fig. 33. Rendimiento de pesca de langostino colorado (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) y esfuerzo de pesca estimado (miles de horas de arrastre, IC 95%) para la UPN, período 1998-2019. Fuente: elaboración propia a partir de bitácoras IFOP, Sernapesca

La distribución de longitudes de langostino colorado mostró en la UPN una disminución en los tamaños para ambos sexos; y se observaron estructuras de talla polimodales, con dos modas principales para los machos en los 31 y 33 mm y una moda en las hembras alrededor de los 37mm (Figs. 34 y 35).

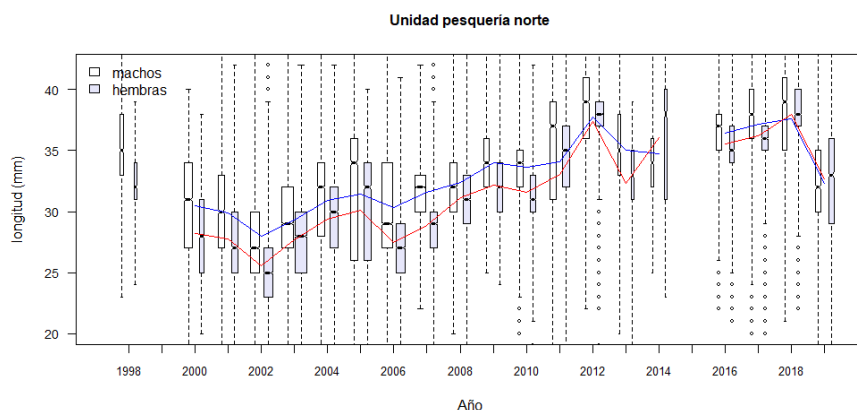


Figura 34. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino colorado por sexo para la UPN, período 1998-2019. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas representa el número de ejemplares.

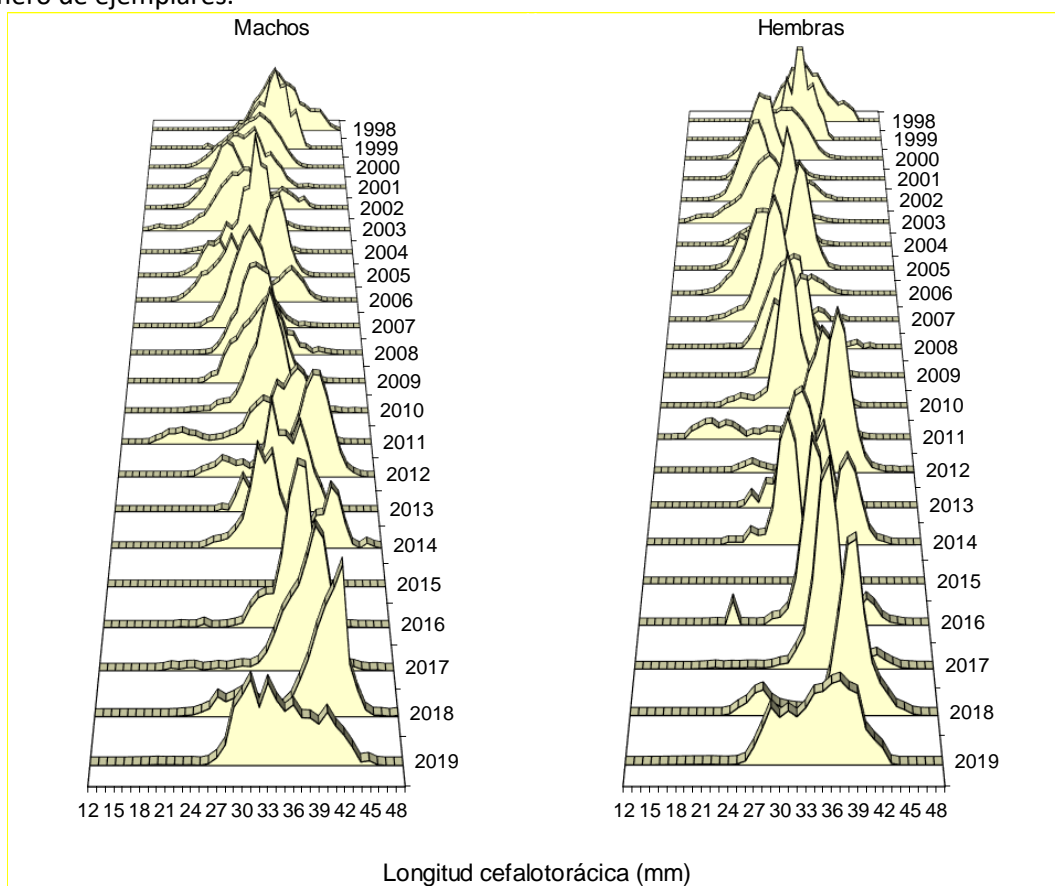


Figura 35. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino colorado por sexo para la UPN, período 1998-2019.

La composición sexual de las capturas mostró variaciones marcadas a lo largo de la serie, con un valor que estimó para el año 2019 en 53% de hembras en las capturas. Por su lado, la proporción de hembras con huevos no superó el 13% en los meses muestreados; y la de hembras inmaduras fue de 2% y se

mantuvo baja, al igual que en años anteriores [L50% a 25,6 mm (Montenegro et al., 2003)] (Figs. 36 y 37).

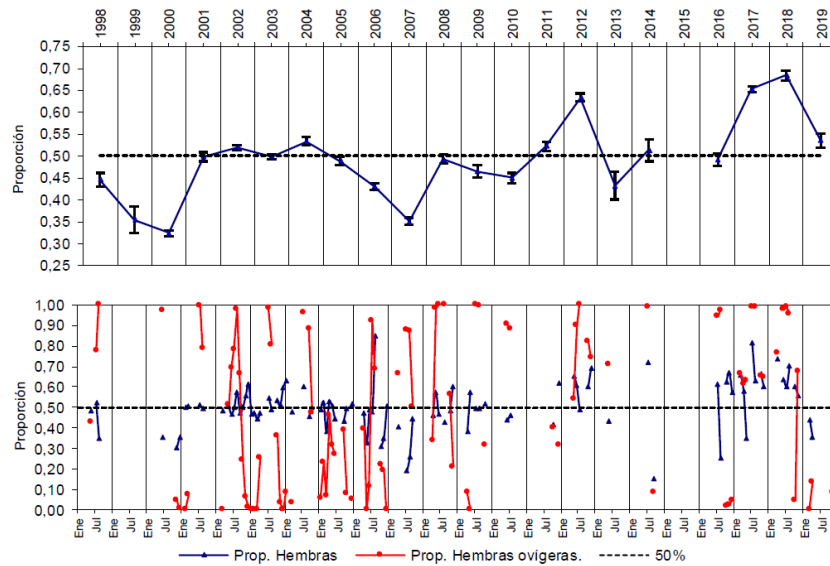


Figura 36. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y de hembras ovígeras de langostino colorado para la UPN, período 1998-2019.

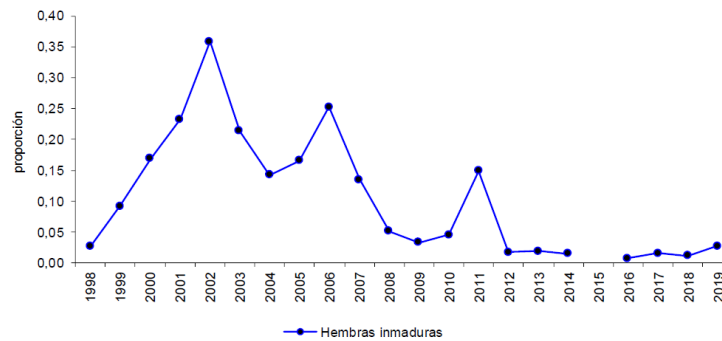


Figura 37. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino colorado para la UPN, período 1998-2019.

b) Unidad de Pesquería Sur (UPS) Región de Valparaíso – Región del Biobío

El desembarque de langostino colorado en la UPS fue de 3.210 t, equivalente al 60% del valor de la cuota establecida para el año 2020 (5.348 t), por su parte el rendimiento de pesca se estimó en 1.633 kg/h.a., notablemente mayor que el año 2019 (Figs. 38 y 39).

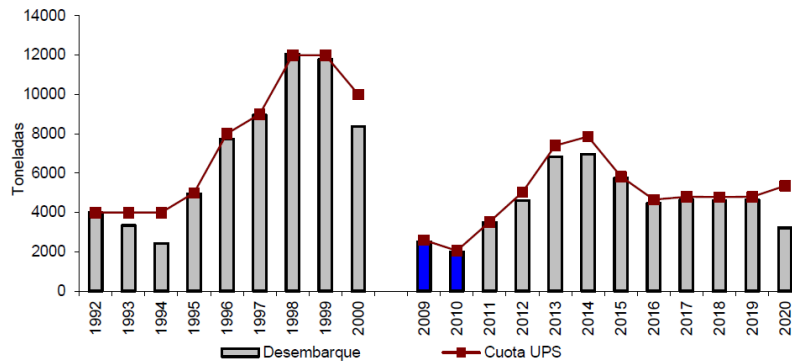


Figura 38. Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino colorado (t) para la UPS, período 1992– 2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos Subpesca, Sernapesca. Barras en azul Arana, De Caso e Ibarra, 2010, 2011a, 2011b.

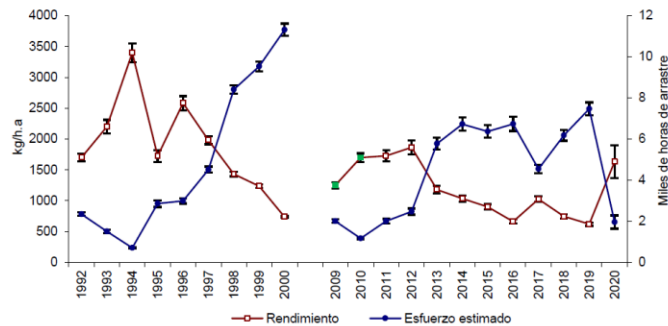


Figura 39. Rendimiento de pesca de langostino colorado (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) y esfuerzo de pesca estimado (miles de horas de arrastre, IC 95%) para la UPS, período 1992-2020. Fuente: elaboración propia a partir de bitácoras IFOP, Sernapesca. En verde Arana *et al.*, 2010, 2011a, 2011b.

La distribución de longitudes entre los meses de marzo a agosto de 2020 mostró una disminución en la mediana de las hembras respecto del año anterior y una mediana similar en los machos (Fig. 40). La evidencia de tallas menores en hembras se vio reflejada en la distribución de frecuencias de longitud, con una moda principal en los 34 mm. Por su parte, los machos presentaron una moda de 37 mm similar al año 2019 (Fig. 41).

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

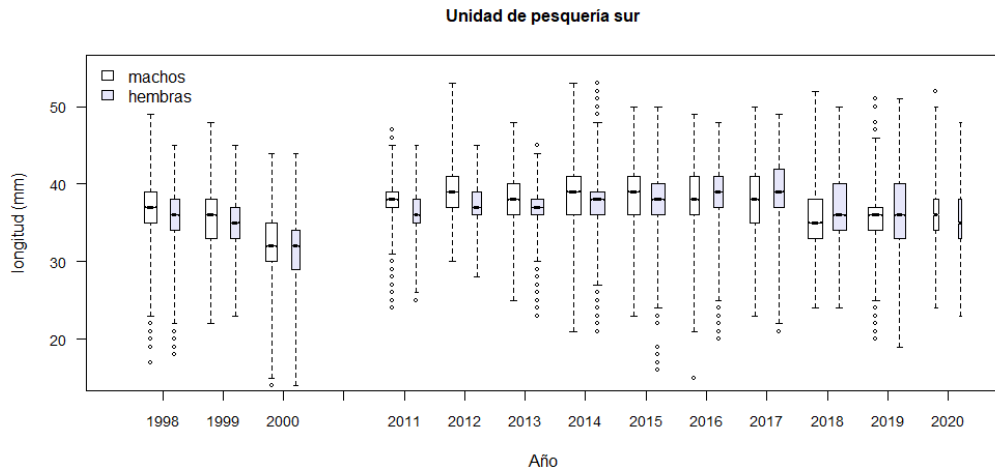


Figura 40. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino colorado por sexo para la UPS, período 1998- 2020. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas representa el número de ejemplares.

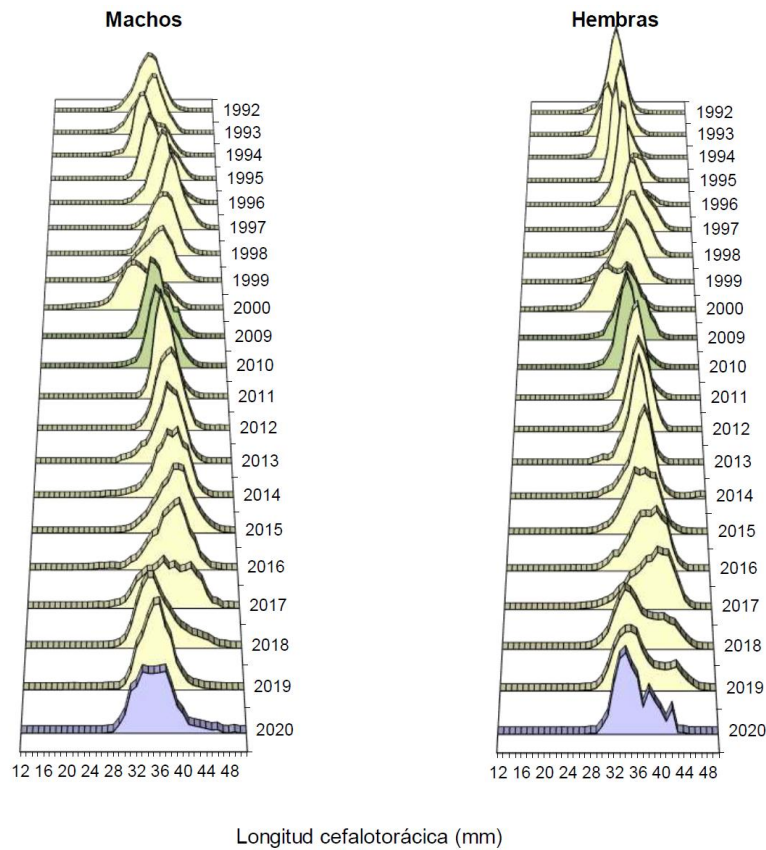


Figura 41. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino colorado por sexo para la UPS, período 1992-2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos IFOP. En verde Arana *et al.*, 2010, 2011a, 2011b.

5.2. Evaluación directa de langostino colorado

En langostino colorado, en la Gran Bahía de Coquimbo la señal de CPUT indica valores bajos, en línea con lo registrado desde 2018 a la fecha (CPUT media 2018-2020 es el 37% del promedio de la CPUT estimada en 2015-2017), en tanto en su UPS, en la UA de Carranza-Achira en 2019 y 2020 se aprecia un quiebre a la baja respecto del repunte de la CPUT entre 2015 y 2018, alcanzando el promedio de las CPUT estimadas en 2019-2020 las 4,9 ton/km², las que corresponden al 64% del promedio de las CPUT anuales para el lapso 2014-2018 (Fig. 42).

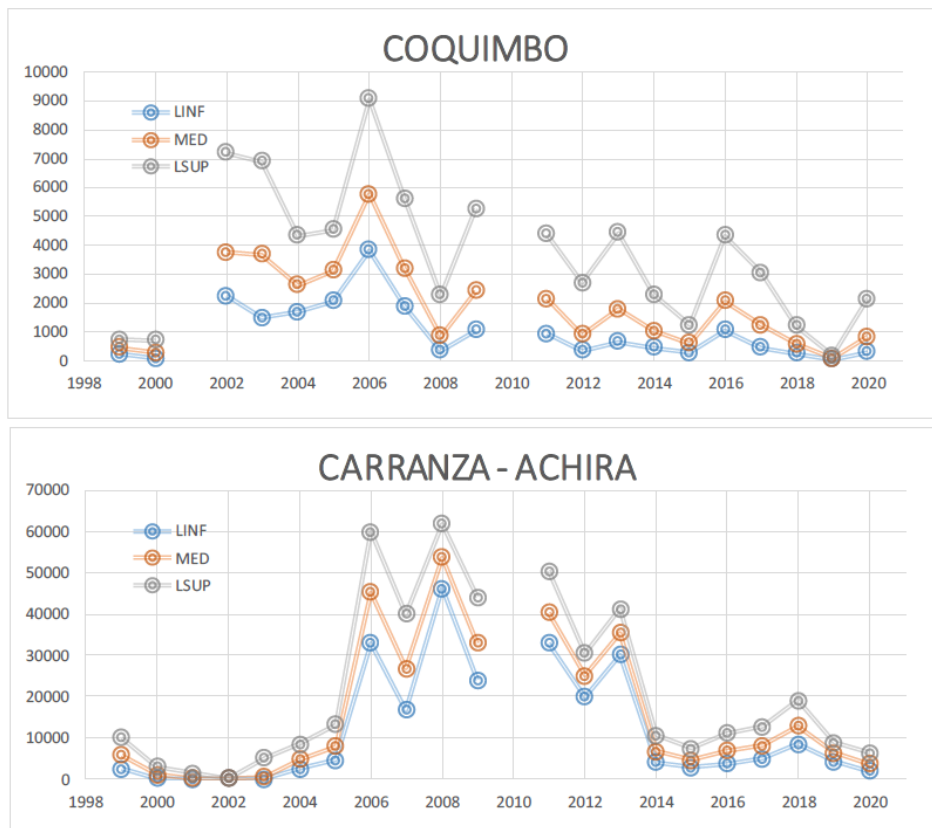


Figura 42. Evolución de la CPUT estimada mediante modelo Delta para dos Unidades de Análisis (UA) de langostino colorado entre 1999 y 2020. Se indica mediana (MED), límite superior (LSUP) y límite inferior (LINF).

5.3. Evaluación de stock Langostino colorado

La evaluación del langostino colorado se desarrolla a través del modelo de evaluación edad estructurado, cuyos datos utilizados para el ajuste corresponden a los desembarques, la captura por unidad de esfuerzo estandarizada, las estructuras de tallas de las capturas, la proporción sexual en las capturas, la biomasa directa estimada por los cruceros y sus estructuras de tallas.

a) *Unidad de Pesquería Norte (UPN) Arica y Parinacota - Coquimbo*

En general, el modelo se ajusta de buena manera a la tendencia de los valores observados de CPUE en toda la serie, aun cuando no se cuenta con observaciones entre 2013 y 2015 ($n < 30$). El ajuste recoge la tendencia decreciente, observada a partir de 2016. Los desembarques, igualmente, son bien representados por las estimaciones del modelo en toda de la serie, debido, principalmente, al bajo coeficiente de variación asignado en la modelación (Figura 43).

El modelo no logra reproducir de buena manera la tendencia de las biomazas observadas por el crucero de evaluación, debido las notorias fluctuaciones del índice entre años. En este sentido, entre 2000 y 2006, en general, existe subestimación del modelo, contrario a lo que se observa, mayoritariamente, entre 2011 y 2019.

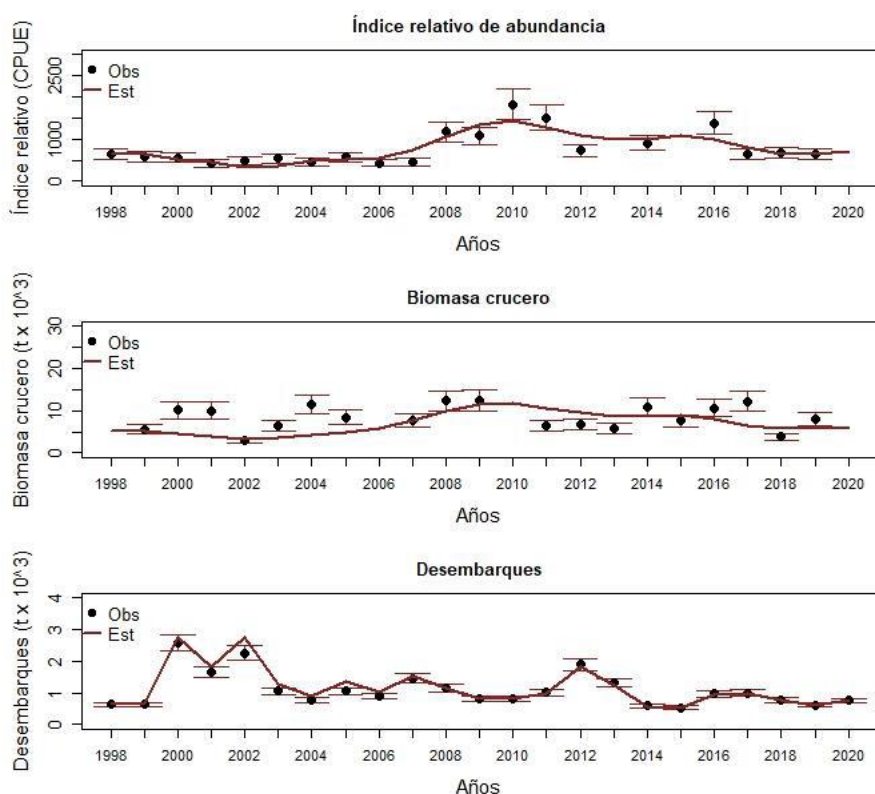


Figura 43. Ajuste del modelo a la información del índice relativo, biomasa directa y desembarques para el langostino colorado UPN. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre (líneas verticales). La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo.

El modelo de evaluación presenta algunas dificultades para reproducir adecuadamente las estructuras de tallas provenientes de las capturas comerciales (Fig. 44). Las observaciones, muestran años en los cuales existe bi-modalidad de las composiciones de tamaños y, aunque el modelo tiende a reproducirlas en algunos años, la tendencia es generar la normalidad de las observaciones integrando la totalidad de la curva de distribución de tallas. A pesar de eso, el modelo tiende a reproducir de

manera adecuada, las tallas medias observadas, excepto en los últimos años, en la flota y en el crucero (Figura 45).

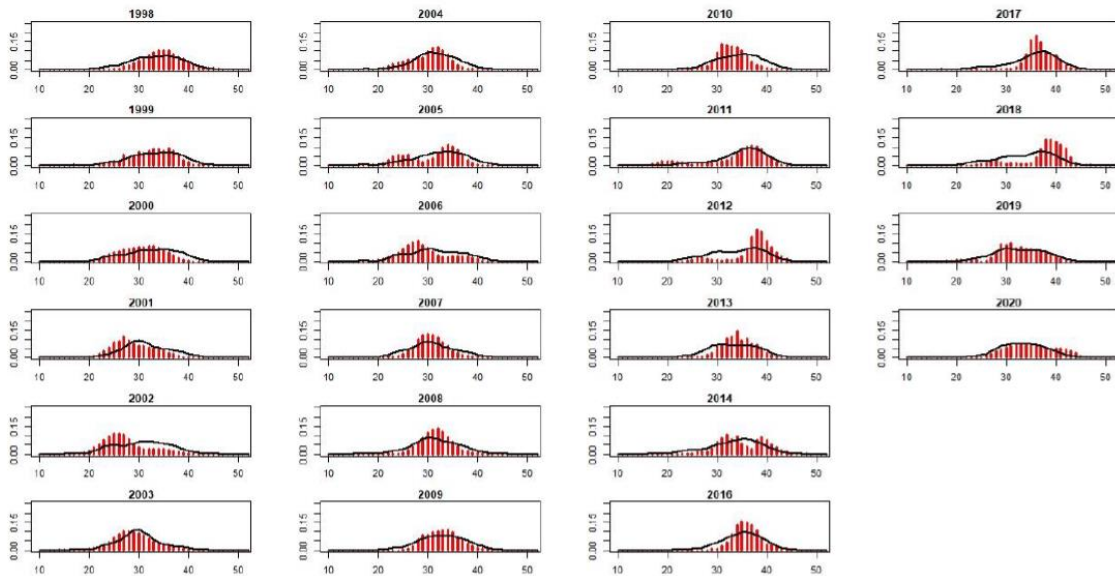


Figura 44. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de las capturas de langostino colorado UPN. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y las líneas negras muestran el ajuste del modelo.

El ajuste de las tallas promedio de la flota y crucero también presentó dificultades. (Fig. 45). Al respecto se debe revisar los parámetros de crecimiento de la especie y analizar los grupos de edad que componen las capturas.

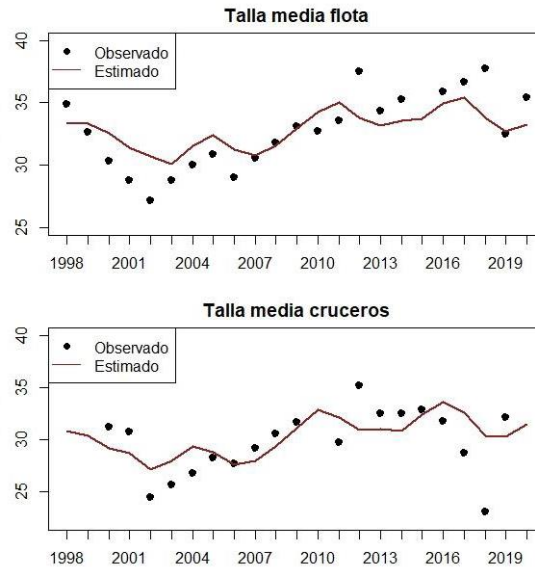


Figura 45. Tallas medias observadas (circulo) y estimadas por el modelo (línea negra), UPN, período 1998 – 2020. Panel superior Flota y panel inferior Cruceros.

Las trayectorias de las biomazas estimadas por el modelo para los años 1998 a 2020 se presentan en la Figura 46, junto a sus respectivos intervalos de confianza. Inicialmente los niveles de biomasa total estaban alrededor de las 7 mil t, valor que se incrementó hasta alcanzar cerca de 12 mil t entre 2008 y 2011, lo que se explicaría por el aumento de reclutas en 2004 y bajos niveles de remoción por pesca desde el mismo año. Desde 2012, las biomazas total y desovante descienden y en el año 2020 se estimaron 7.637 t (6.008 -9.265t, I.C. 95%) y 4.886 t (3.750 – 6.023 t, I.C. 95%).

En el caso del reclutamiento, se observa una reducción entre 2017 y 2019, pero vuelve a incrementarse en la presente evaluación. Esto último es concordante con lo que reflejan las estructuras de tamaños de la flota y del crucero las cuáles muestran modas de ejemplares menores a 30 mm de LC.

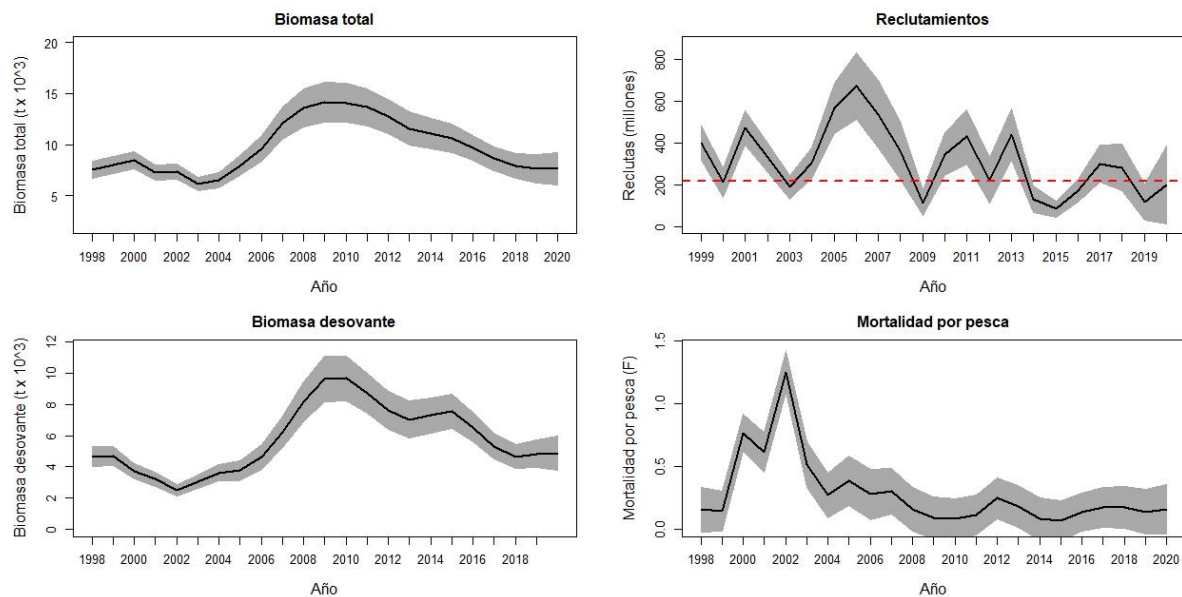


Figura 46. Biomasa total, desovante (t) reclutas (n°) y mortalidad por pesca estimadas por el modelo para el langostino colorado UPN, período 1998 - 2020. La línea roja punteada corresponde al reclutamiento medio (R_0).

Consecuentemente con lo observado en los indicadores del estatus, en los inicios de la pesquería el langostino colorado UPN estuvo sometido a altos niveles de explotación, lo que llevó rápidamente al recurso a niveles de sobrepesca. Sin embargo, los niveles de remoción disminuyeron permitiendo la recuperación del recurso respecto de la condición virginal, manteniendo al langostino colorado de la UPN en torno al RMS. El aumento de los niveles de biomasa del recurso, observado a fines de la primera década del 2000, lo llevó a la subexplotación, desde la cual se ha desplazado hacia la zona de plena explotación, en la que se encuentra actualmente. La relación de reducción de la biomasa virginal y la mortalidad por pesca sobre la del FRMS ubican al langostino colorado UPN en estado de subexplotación, debido a que su biomasa desovante se encuentra bajo la biomasa que genera el RMS ($BD/BDRMS=1,71$) y la mortalidad por pesca actual ($F_{2020} = 0.16$) es menor que el PBR objetivo ($F_{45\%BDPR} = 0.33$), (Figs. 47 y 48). Acorde a lo anterior, según el diagrama de fases el langostino colorado en su UPN se encuentra en subexplotación y sin riesgo de sobrepesca, con alguna probabilidad de estar en plena explotación (Fig. 49).

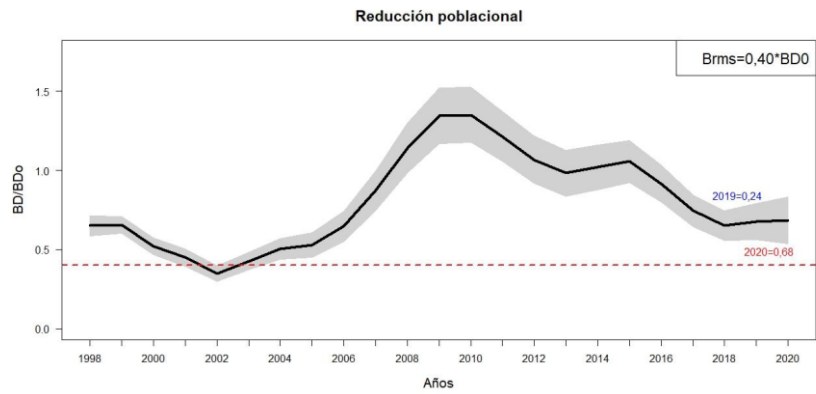


Figura 47. Reducción de la biomasa desovante, respecto de la biomasa desovante virginal en la pesquería del langostino colorado UPN. La línea segmentada roja corresponde a la BRMS.

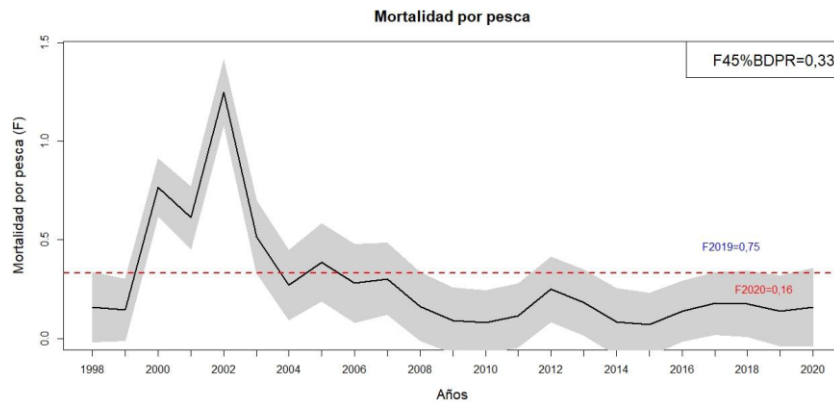


Figura 48. Mortalidad por pesca para el langostino colorado UPN entre los años 1998-2020. La línea roja segmentada corresponde al valor de F45%BDPR.

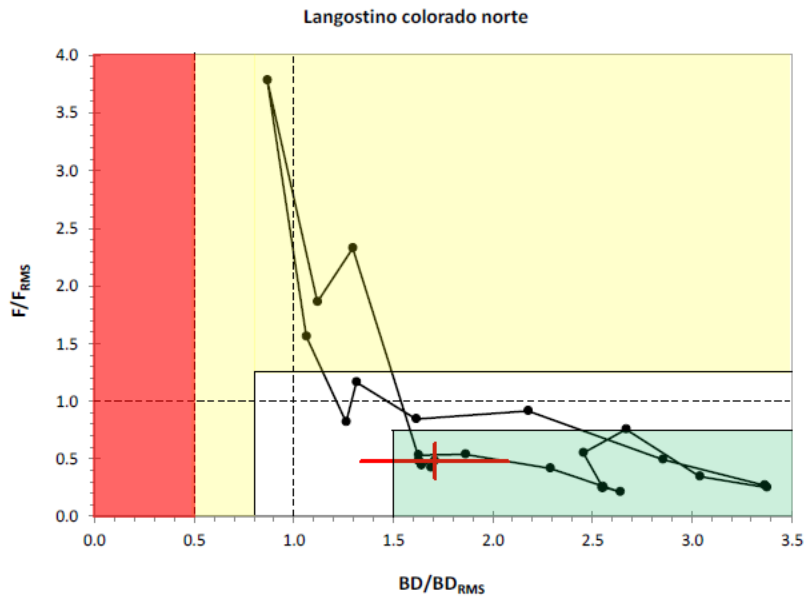


Figura 49. Diagrama de fase del langostino colorado UPN en el modelo base.

En la Tabla 7 se presentan las capturas proyectadas del langostino colorado UPN ante distintas estrategias de explotación en función de un F constante. Si se aplica la estrategia del F45%BDPR, con un rango de probabilidad entre 10% y 50% de exceder ese objetivo, la CBA para el año 2021 se encontraría entre 1.112 y 1.329 toneladas.

Tabla 7. Escenarios de Capturas Biológicamente Aceptables del langostino colorado UPN para 5 niveles de riesgo de exceder la estrategia de F evaluada (considerando el descarte)

Fcte	Media	Desv.st	p (F > Preferencia)				
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
F45	1329	169	1112	1187	1240	1286	1329

b) Unidad de pesquería sur (UPS) Valparaíso - Biobío

En general, el modelo se ajusta de buena manera a la tendencia de los valores observados de CPUE en toda la serie, aun cuando no se cuenta con observaciones entre 2013 y 2015 (n < 30). El ajuste recoge la tendencia decreciente, observada a partir de 2016. Los desembarques igualmente son bien representados por las estimaciones del modelo en toda de la serie, debido principalmente al bajo coeficiente de variación asignado en la modelación (Fig.50).

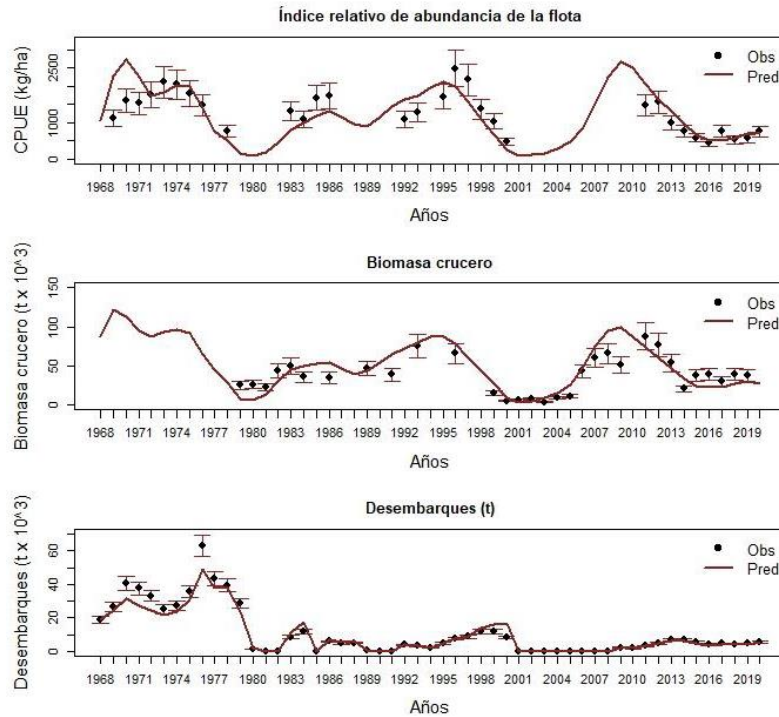


Figura 50. Ajuste del modelo al índice relativo, biomasa directa y desembarques para el langostino colorado UPS. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre (líneas verticales). La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo.

El modelo presenta algunas dificultades para reproducir adecuadamente las estructuras de tallas provenientes de las capturas comerciales (Fig. 51). Además de lo anterior, los desajustes podrían deberse a variaciones interanuales del patrón selectivo o a mayores niveles de mortalidad natural que los considerados en el modelo.

En relación al ajuste de las tallas medias, el modelo de evaluación, en general, captura la tendencia de los datos a lo largo de la serie analizada en la flota comercial. A pesar de la alta variabilidad de las tallas medias, observadas en el crucero de evaluación directa, el modelo también logra capturar la tendencia general de la serie, mostrando disminución entre 2012 y 2020 (Fig. 52).

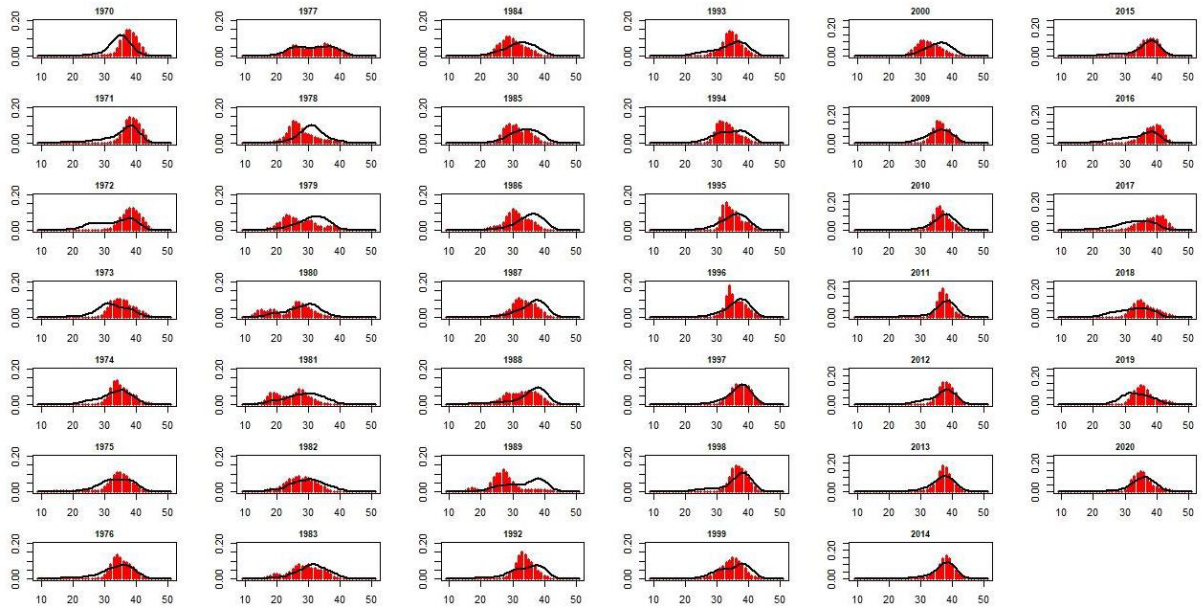


Figura 51. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de las capturas de langostino colorado UPS. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y las líneas negras muestran el ajuste del modelo.

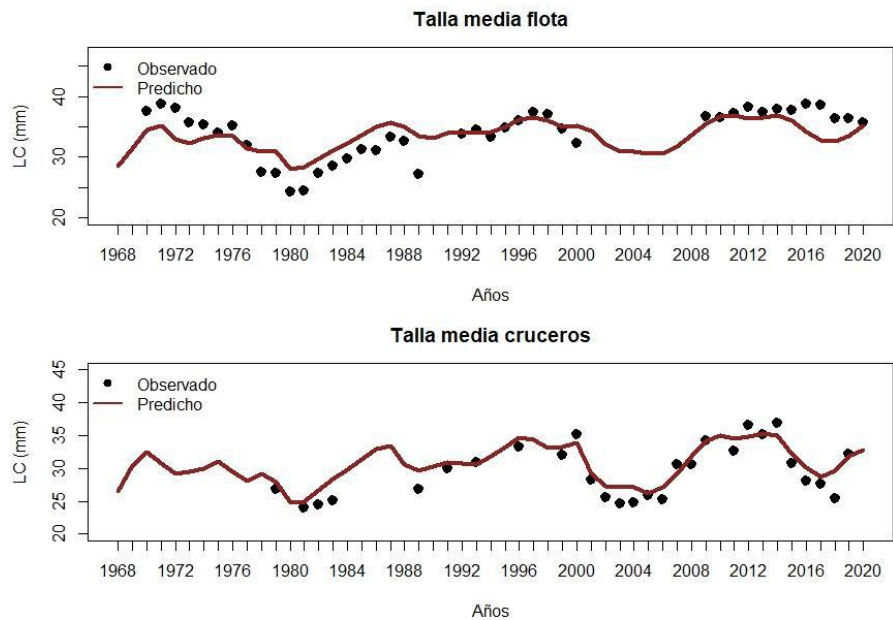


Figura 52. Tallas medias observadas (circulo) y estimadas por el modelo (línea negra), UPS, período comprendido entre 1968 – 2020. En panel superior se presentan las tallas medias de la flota comercial y en el panel inferior las tallas provenientes de los cruceros.

Las biomásas estimadas por el modelo base para el período 1968-2019 (Fig. 53) dan cuenta de un nivel de biomasa total, en condición virginal, se encontraba entre 150 y 200 mil t, pero luego del comienzo

de la remoción de los individuos, y reclutamientos decrecientes, esta comienza a disminuir. Posterior a 1980, año en que se estima uno de los menores valores de biomasa total, se observan paulatinos incrementos hasta 1993, produciéndose, a partir de ese año, nuevamente, una reducción de la biomasa total hasta el año 2001, momento en que se produce el cierre de la pesquería. Debido al periodo de veda establecido para esta unidad de pesquería, los niveles de biomasa registraron una tendencia creciente hasta el año 2009. Posteriormente se observa, una reducción sostenida de los niveles, estabilizándose durante los últimos 3 años, alcanzando en 2020, valores de biomasa total y desovante iguales a 42.920 t (36.355 -49.485 t, I.C. 95%) y 25.040 t (21.173 -28.907 t, I.C. 95%), respectivamente.

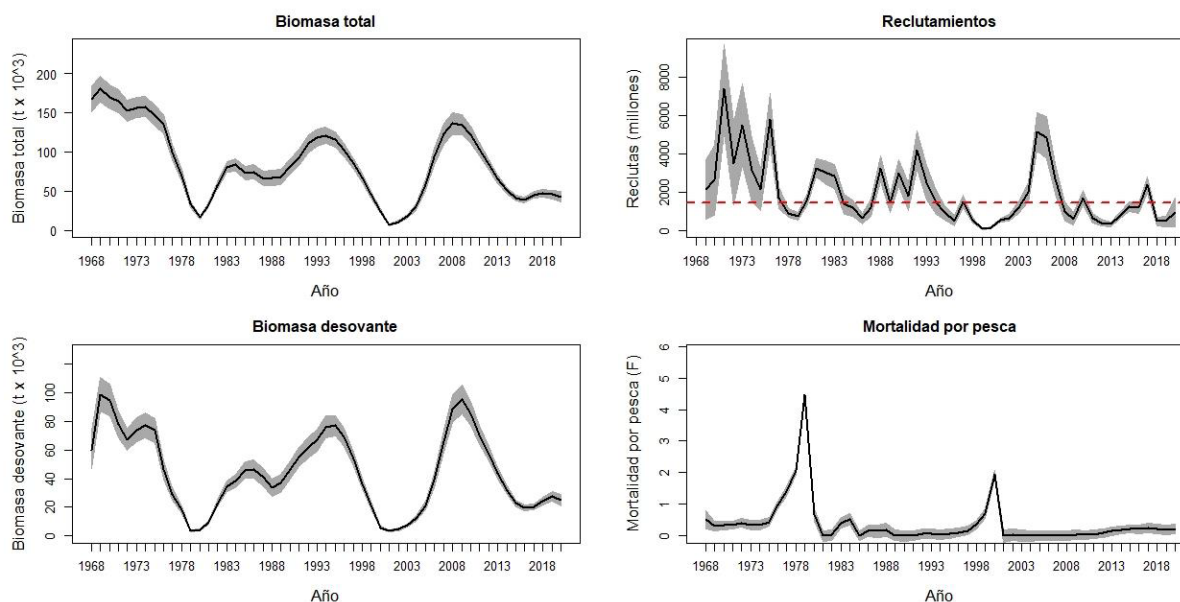


Figura 53. Biomasa total, reclutamientos, biomasa desovante y mortalidad por pesca estimados por el modelo para el langostino colorado de la UPS, período 1968-2019.

La estimación del modelo de evaluación de stock muestra que la población, posterior al inicio de la pesquería, se redujo en términos del stock parental, probablemente por una alta remoción de individuos bajo la talla de madurez sexual. Es así como los niveles llegaron a descender al mínimo en la segunda mitad de la década de los 70. Posteriormente, este indicador muestra una recuperación del stock mostrando dos puntos máximos, uno en 1995 y otro en 2009, para luego presentar una constante caída hasta alcanzar 48% de la biomasa virgen, en la presente evaluación de stock (Fig. 54), encontrándose por sobre el PBR objetivo (40%BDo).

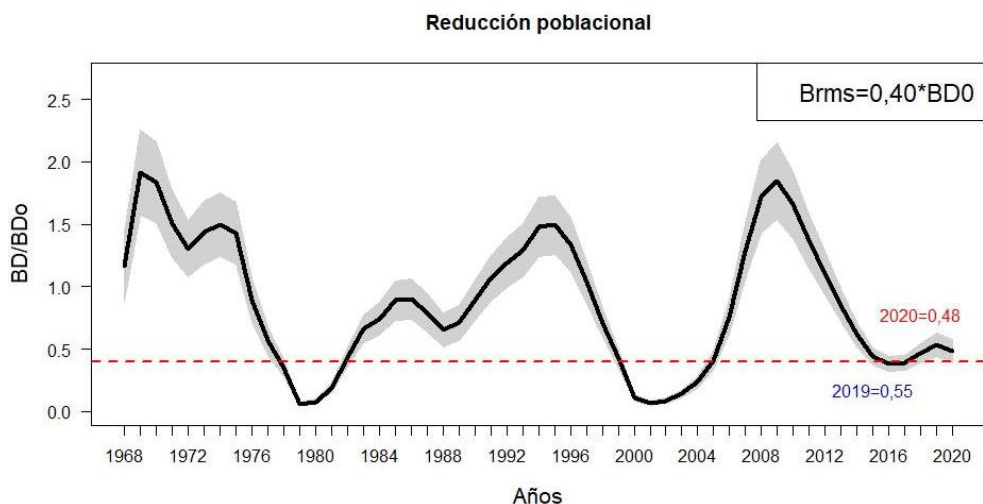


Figura 54. Razón de la biomasa desovante y la biomasa desovante virginal en la pesquería del langostino colorado UPS. La línea segmentada roja corresponde a la BRMS.

En relación a la mortalidad por pesca, las trayectorias muestran que al inicio de la pesquería hubo un fuerte incremento, alcanzando el máximo valor en 1979, para luego descender y presentar variabilidad durante la década de 1980. En el año 2000, la mortalidad por pesca alcanza nuevamente altos niveles, momento que coincide con la peor condición del stock, declarándose veda total del recurso en esta unidad de pesquería. En la actualidad la mortalidad por pesca ($F_{2020} = 0,22$), se encuentra bajo el nivel de remoción objetivo ($F_{45\%BDPR} = 0,35$) (Fig. 55).

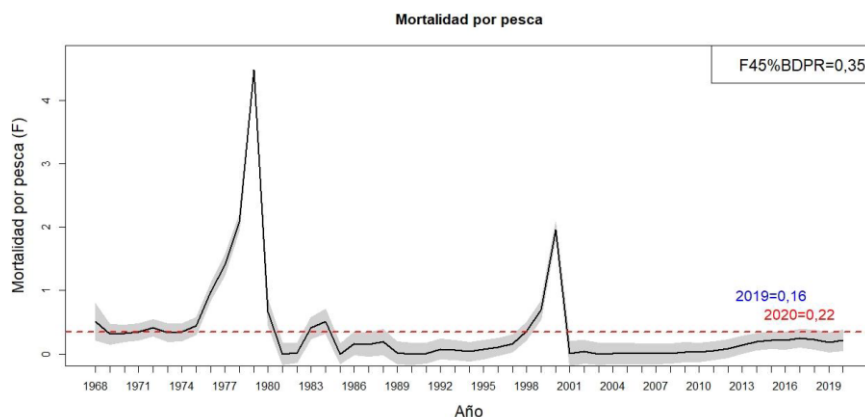


Figura 55. Mortalidad por pesca para el langostino colorado UPS entre los años 1968-2020. La línea roja segmentada corresponde al valor del PBR objetivo ($F_{45\%BDPRS}$).

Los resultados de la evaluación de stock para el modelo base indican que la relación de reducción de la biomasa virginal y la mortalidad por pesca ubican al langostino colorado UPS en una condición de plena explotación (Fig. 45). La mortalidad por pesca, que se aplicó el último año (0,22), se encuentra por debajo del objetivo que se espera alcanzar $F_{45\%} = 0,33$, lo que ha llevado al recurso a una condición de plena explotación. A pesar de lo anterior, se debe ser precautorio, debido a que los niveles de

biomasas y reclutamientos no muestran incrementos considerables y los niveles de mortalidad por pesca muestran una tendencia creciente, pero estables en los últimos 7 años.

Figura

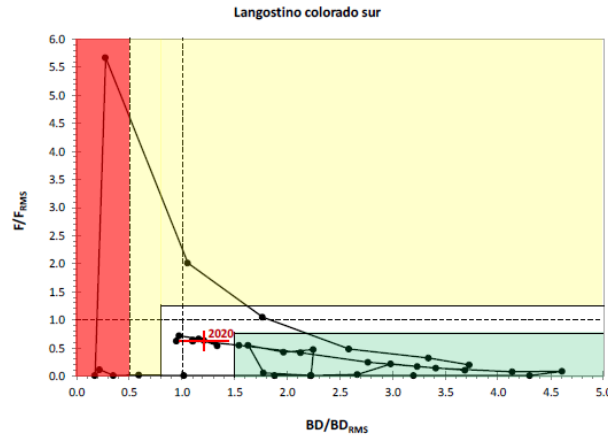


Figura 56. Diagrama de fase del langostino colorado UPS en el modelo base. En el eje X BD/BD_{RMS} y en el eje Y las trayectorias de la mortalidad por pesca históricas sobre el F proxy del RMS ($F_{45\%}$).

Los escenarios de Capturas Biológicamente Aceptables del langostino colorado UPS para 5 niveles de probabilidad de exceder la estrategia de F evaluada (Tabla 8) muestra las hipótesis planteadas en torno a la probabilidad de exceder la estrategia del FRMS, las cuales varían entre 10 y 50%, al aplicar la mortalidad objetivo (F_{45}). Si se considera un escenario conservador, es decir 10% de probabilidad de sobrepasar el FRMS, las capturas estarían alrededor de 5.874 toneladas. En cambio, si se analiza el escenario más pesimista que es la probabilidad igual a 50% de sobrepasar el F_{45} , las capturas alcanzarían alrededor de 6.615 toneladas, pero aumenta el riesgo de deteriorar la condición del stock.

Tabla 8. Escenarios de Capturas Biológicamente Aceptables del langostino colorado UPS para 5 niveles de probabilidad de exceder la estrategia de F evaluada

		$p (F > \text{Preferencia})$					
Fcte	Media	Desv.st	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
F45	6615	975	5874	6128	6312	6468	6615

5.4. Asesoría respecto del estatus y rango de CBA Langostino colorado

a) Unidad de pesquería norte Región de Arica y Parinacota – Región de Coquimbo

Los resultados de la evaluación señalan tendencia descendente de las biomasas, sin embargo, aún por sobre el nivel de BRMS. De la misma forma los niveles de mortalidad por pesca se encuentran por debajo del punto de referencia. Se reconoce existencia de altos niveles de incertidumbre debido a la

volatilidad de los indicadores estimados en las evaluaciones directas y por los problemas de monitoreo de la flota artesanal de la Región de Coquimbo. La evaluación de stock determina que el estatus del recurso se encontraría en niveles de subexplotación, aunque con probabilidad que se encuentre en plena explotación.

La incertidumbre en los resultados de la evaluación stock, debido al bajo nivel de ajuste del modelo a la información del crucero y a que se requiere incorporar mejoras, hacen recomendable considerar una mirada precautoria, por lo que el CCT.CD establece que la condición del recurso es de plena explotación

Respecto del rango de CBA, en atención a la incertidumbre proveniente de la evaluación de stock, se recomienda ser precautorio en el establecimiento de CBA 2021, y en atención a ello se recomienda niveles de remoción moderados, aunque superiores al establecido el año anterior. Sobre esta base y en consideración a la regla de control de captura establecida en el plan de manejo, que establece que si el recurso pasa de un estado de subexplotado a plena explotación se aplica la estrategia FRMS. Consistente con ello el CCT-CD establece el estatus y recomienda el rango de CBA indicado a continuación:

Pesquería	Langostino colorado Arica y Parinacota – Coquimbo
Indicador de biomasa y mortalidad por pesca	BD/BRMS = 1,7 [BD/BDo = 0,68] F/FRMS = 0,22
Estatus	Plena Explotación
Descarte considerado (% del desembarque)	3,0
Recomendación Rango CBA 2021 (t)	889 – 1.112

b) Unidad de pesquería sur Región de Valparaíso – Región del Biobío

El modelo ajusta de buena manera a las observaciones y las variaciones de biomasa son explicadas por variaciones en el reclutamiento y no por el nivel de explotación ejercido sobre el recurso. Los niveles de mortalidad por pesca se encuentran bajo el punto de referencia límite y la biomasa desovante de encuentra en un nivel correspondiente del 48% de la biomasa virginal (B/BRMS=1,2), por lo que el estatus es de plena explotación.

Consistente con los resultados de la evaluación y considerando la regla de control de captura, que indica que en el caso que el recurso se encuentre en plena explotación, la cuota no puede aumentar más del 15% respecto del año anterior, el CCT-CD se establece lo siguiente:

Comité Científico Técnico de Crustáceos Demersales
Informe N°1-2020

Pesquería	Langostino Colorado Valparaíso – Biobío
Indicador de biomasa y mortalidad por pesca	Plena explotación
Estatus	BD/BRMS = 1,2 [BD/BDo = 0,48] F/FRMS = 0,88
Descarte considerado (% del desembarque)	0,6
Recomendación Rango CBA 2021 (t)	5.076- 6.346

6. CONCLUSIONES

Acorde a los antecedentes que el CCT-CD tuvo a la vista, los cuales fueron expuestos en el presente informe, el establecimiento de estatus así como la recomendación los rangos de captura biológicamente aceptable en las unidades de pesquería de Langostino amarillo y de Langostino para el 2021 son los siguientes:

a) **Estatus de pesquerías**

El estado de situación del recurso langostino amarillo en su Unidad de Pesquería Norte (Atacama-Coquimbo) se encuentra en Plena Explotación y sin riesgo de sobrepesca. Por su parte, la Unidad de Pesquería Sur (Valparaíso- Biobío) se encuentra en Plena Explotación y sin riesgo de sobrepesca.

El estado de situación del recurso langostino colorado en la Unidad de Pesquería Norte (Arica y Parinacota- Coquimbo) se encuentra Plena explotación y sin riesgo de sobrepesca. Por su parte, la Unidad de Pesquería Sur (Valparaíso-Biobío) se encuentra en Plena explotación y sin riesgo de sobrepesca.

b) **Rangos de Captura Biológicamente Aceptable (CBA)**

Recursos	Unidad de Pesquería (Región)	Rango de CBA (t)
Langostino amarillo	Atacama-Coquimbo	[1.195-1.494]
	Valparaíso- Biobío	[1.864-2.331]
Langostino colorado	Arica y Parinacota- Coquimbo	[889-1.112]
	Valparaíso- Biobío	[5.076-6.346]

ANEXO
Lista de documentos técnicos

Bernal, C., V. Escobar, C. Román, M. San Martín, C. Vargas & J. López. 2020. Estimaciones de Descarte para evaluación de stock, año 2019. Programa de Investigación y monitoreo del descarte y la captura de pesca incidental en Pesquerías demersales y aguas profundas 2020-2021. Documento Técnico Instituto de Fomento Pesquero. 11 pp.

Ibarra M., E. Leal & A. Yáñez. 2020. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2021: Instituto de Fomento Pesquero. Informe Técnico Estatus y Posibilidades de explotación para langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon. 344 pp.

Zilleruelo, M, D. Párraga & C Bravo. 2020. Programa de Seguimiento de las Pesquerías de Crustáceos Demersales 2019: Crustáceos Demersales. Informe Final Convenio de Desempeño 2019. Instituto de Fomento Pesquero. 147 pp.

Zilleruelo, M, D. Párraga & C Bravo. 2020. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2020: Crustáceos Demersales. Informe de Avance. Instituto de Fomento Pesquero. 88 pp.