

Valparaíso, 02 de noviembre de 2021

Señora
Alicia Gallardo Lagno
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Bellavista 168 piso 18
VALPARAISO

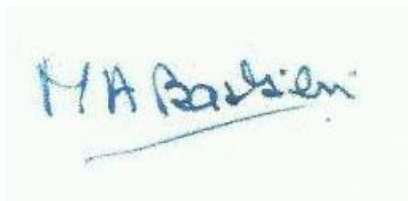
Ref.: Adjunta Informe Técnico N° 02/2021 del
Comité Científico Técnico de Recursos
Crustáceos Demersales (CCT-CD).

- 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°2-2021 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) para el 2022, en las pesquerías de langostino colorado y langostino amarillo.

Saluda atentamente a Ud.,



María Angela Barbieri Bellolio
Presidenta
Comité Científico Técnico Recursos Crustáceos Demersales

INFORME TÉCNICO N° 02/2021

Comité Científico Técnico de Recursos Crustáceos Demersales

**DETERMINACIÓN DE ESTADO DE SITUACIÓN Y RANGO DE CAPTURA BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLE,
AÑO 2022**

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

Valparaíso, octubre de 2021

CONTENIDO

	Pág.
1. NOMBRE.....	4
2. PROPÓSITO	4
3. ANTECEDENTES	4
Legales.....	4
Documentos Técnicos	4
Aspectos generales del seguimiento de las pesquerías de crustáceos.....	4
4. PESQUERÍAS DE LANGOSTINO AMARILLO	5
4.1. Seguimiento de la pesquería de langostino amarillo	5
<i>a) Langostino amarillo Unidad de Pesquería Norte (UPN).....</i>	<i>5</i>
<i>b) Langostino amarillo Unidad de Pesquería Sur (UPS) – Región de Valparaíso a Región de Biobío</i>	<i>8</i>
4.2. Evaluación directa de langostino amarillo.....	10
4.3. Evaluación de stock de langostino amarillo	14
<i>a) Evaluación de stock de Langostino amarillo Unidad de Pesquería norte.....</i>	<i>14</i>
<i>b) Evaluación de stock de Langostino amarillo Unidad de Pesquería Sur</i>	<i>22</i>
4.4. Asesoría respecto del estatus y rango de CBA Langostino amarillo	30
<i>a) Establecimiento del Estatus y recomendación de CBA 2022 para la Pesquería de Langostino</i>	
<i>Amarillo Atacama – Coquimbo.</i>	<i>30</i>
<i>b) Establecimiento de estatus y recomendación de CBA 2022 para la Pesquería de Langostino</i>	
<i>Amarillo Valparaíso – Biobío.</i>	<i>30</i>
5. PESQUERÍAS DE LANGOSTINO COLORADO.....	31
5.1. Seguimiento de la pesquería de langostino colorado	31
<i>a) Langostino colorado Unidad de Pesquería Norte.....</i>	<i>31</i>
<i>b) Seguimiento Langostino colorado: Unidad de Pesquería Sur.....</i>	<i>35</i>
5.2. Evaluación directa de langostino colorado.....	37
5.3. Evaluación de stock Langostino colorado	40
<i>a) Langostino colorado Unidad de Pesquería Norte.....</i>	<i>40</i>

b) <i>Langostino colorado Unidad de Pesquería Sur</i>	46
5.4. Asesoría respecto del estatus y rango de CBA Langostino colorado	52
a) <i>Establecimiento de estatus y recomendación de CBA 2022 de Langostino Colorado</i> <i>Valparaíso – Biobío</i>	52
b) <i>Establecimiento de estatus y recomendación de CBA 2022 de Langostino Colorado</i> <i>Valparaíso – Biobío</i>	52
6.- CONCLUSIONES	53

1. NOMBRE

Determinación del estado de situación y rango de captura biológicamente aceptable, año 2022: Langostino colorado, Región de Arica y Parinacota a Región de Coquimbo y Langostino colorado, Región de Valparaíso a Región del Biobío, Langostino amarillo, Región de Atacama a Región de Coquimbo, Langostino amarillo, 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°5-2021 (C.I. Virtual 3918-2021), la que da cuenta de los acuerdos de la reunión realizada mediante conexión remota el 5 de octubre de 2021.

3. ANTECEDENTES**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.

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 2021. La lista completa de los documentos técnicos se indica en Anexo.

Aspectos generales del seguimiento de las pesquerías de crustáceos

Durante el 2020 las actividades de monitoreo de las pesquerías de crustáceos demersales reflejaron una cobertura global de muestreo del 17% de total de viajes. Hasta julio de 2021 se registró una disminución, como resultado de restricciones de orden de seguridad sanitaria que se impusieron a los observadores científicos. (Tabla1).

Tabla 1. Cobertura de muestreo por flota registrado en 2020 y 2021 (hasta julio). Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021, a y b.

2020			2021		
	Flota	Total		Flota	Total
IFOP	Industrial	178	IFOP	Industrial	66
	Artesanal	42		Artesanal	29
	Total	220		Total	95
Control Cuota	Industrial	897	Control Cuota	Industrial	599
	Artesanal	379		Artesanal	214
	Total	1276		Total	813
	% Cobertura	17%		% Cobertura	12%

Cabe destacar que las embarcaciones industriales históricamente han presentado mayor cobertura en tanto que la flota artesanal ha presentado porcentajes menores registrando al 12% en los últimos 3 años (Fig. 1).

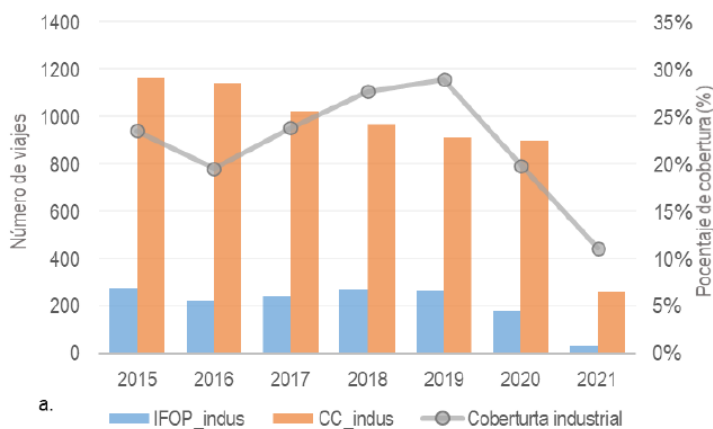


Figura 1. Número de viajes con observador IFOP, viajes registrados por control cuota y cobertura de muestreo (%) por año, período 2015-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021b.

4. PESQUERÍAS DE LANGOSTINO AMARILLO

4.1. Seguimiento de la pesquería de langostino amarillo

a) Langostino amarillo Unidad de Pesquería Norte (UPN)

El desembarque registrado por Sernapesca hasta el mes de agosto de 2021 correspondió a 507 t, equivalente al 35% de la cuota en la UPN (1.457 t). El rendimiento de pesca se estimó en 511 kg/h.a. sin diferencias significativas respecto de 2020 aunque se observa una tendencia decreciente desde el 2018 (Figs. 2 y 3).

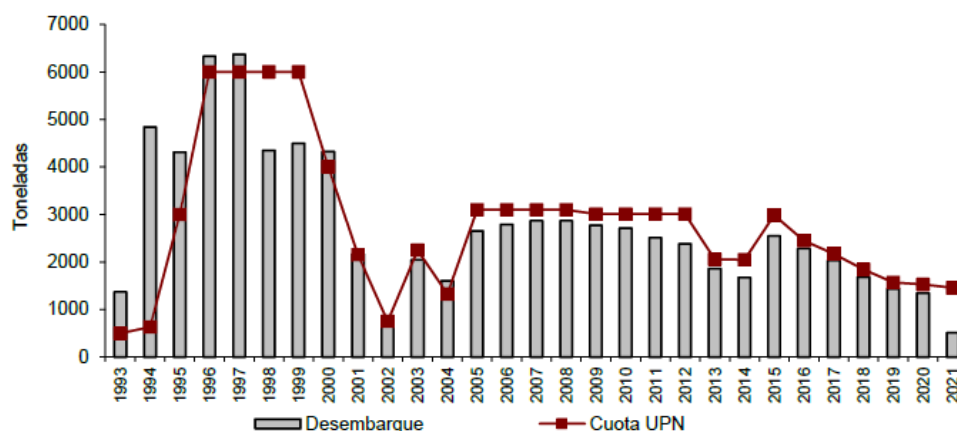


Figura 2: Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino amarillo (t) para la UPN, período 1993–2020. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

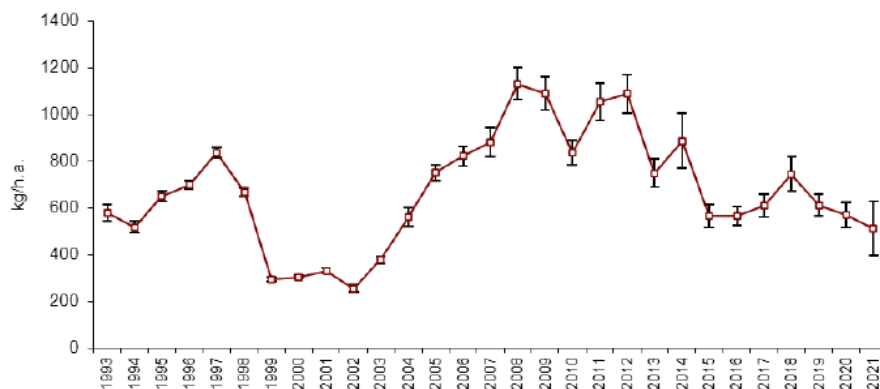


Figura 3. Rendimiento de pesca (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) de langostino amarillo para la UPN, período 1993–2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021b.

La distribución de longitudes de langostino amarillo en el periodo monitoreado de 2021 mostró una disminución de la mediana en ambos sexos, respecto del año anterior. Además, se presentaron estructuras asimétricas con varias modas, con una principal en 36 mm para machos y en 32 mm para hembras (Figs. 4 y 5).

Drante 2021 se registró la menor proporción de hembras en las capturas de toda la serie histórica con un 18%. En relación con las hembras ovíferas, el mayor porcentaje se registró en el mes de julio con un 100% de hembras con huevos. Por último, la proporción de hembras inmaduras se estimó en 23% [L50% a 25,6 mm LC], similar al valor observado el 2019 (Figs. 6 y 7).

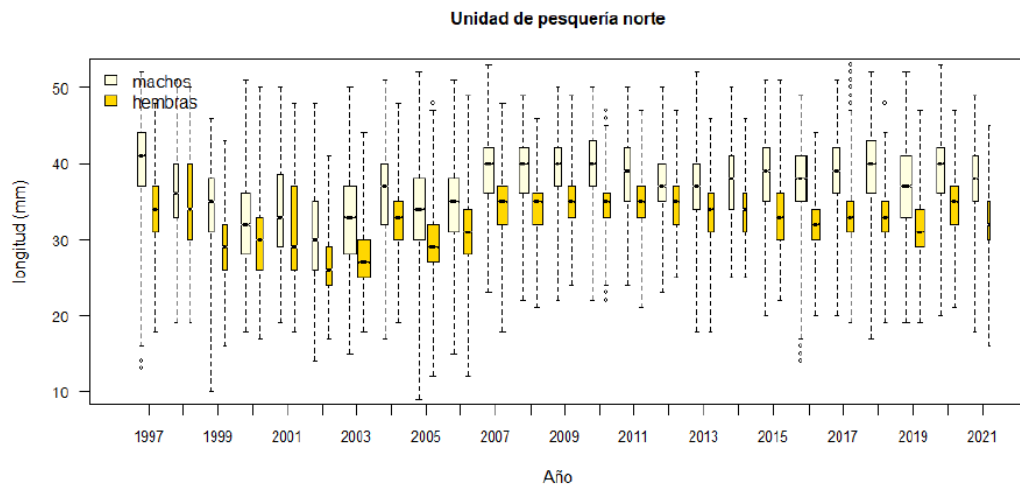


Figura 4. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino amarillo por sexo para la UPN, período 1997- 2021. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas es proporcional al número de ejemplares. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

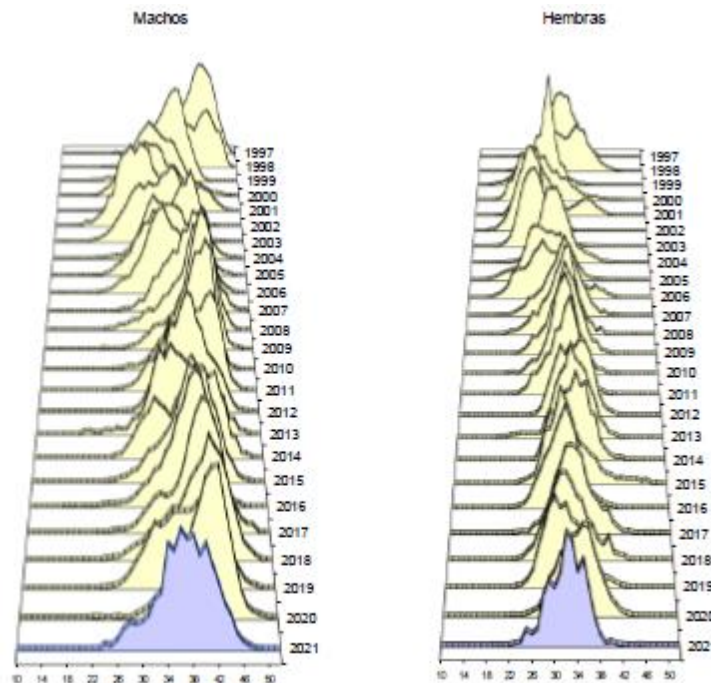


Figura 5. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino amarillo por sexo para la UPN, período 1997-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

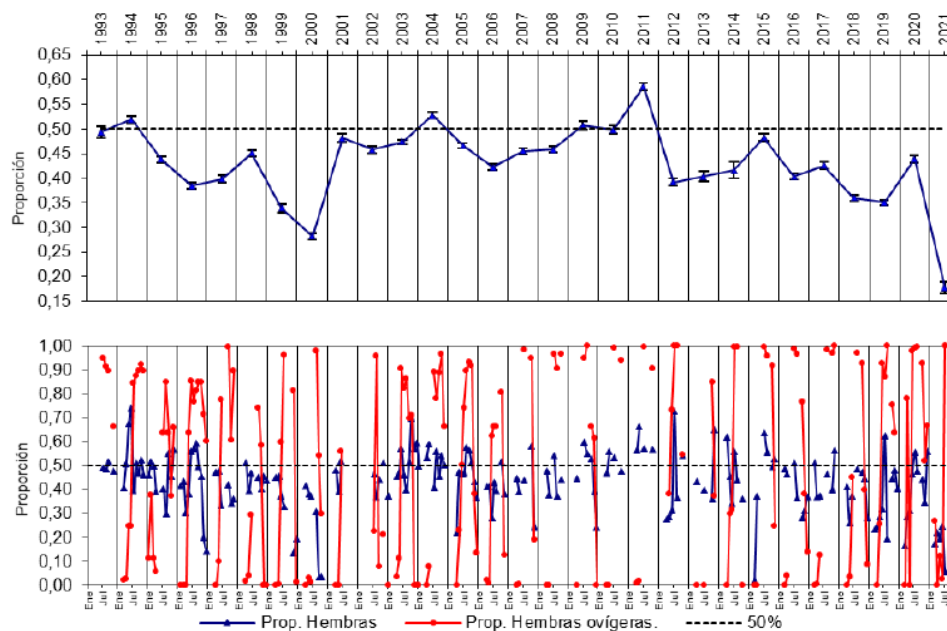


Figura 6. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y de hembras ovígeras de langostino amarillo para la UPN, período 1993-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

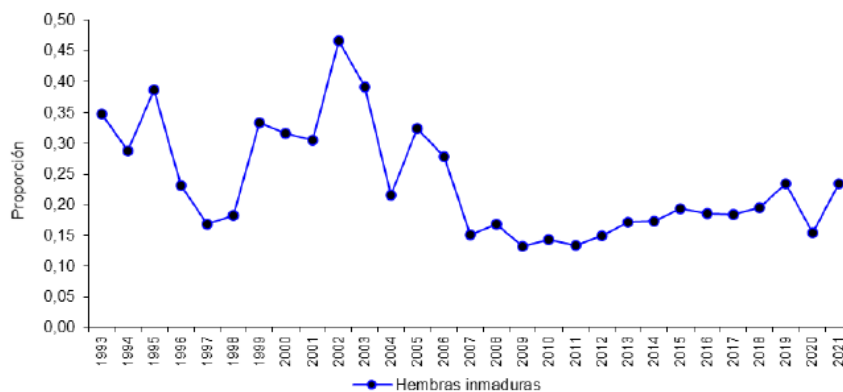


Figura 7. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino amarillo para la UPN, período 1993-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

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

En esta unidad el desembarque fue de 1.223 t hasta el mes de agosto, cantidad equivalente al 54% de la cuota establecida (2.260 t). El rendimiento de pesca aumentó de manera significativa a 2.712 kg/h.a., con el valor más alto de la serie (Figs. 8 y 9).

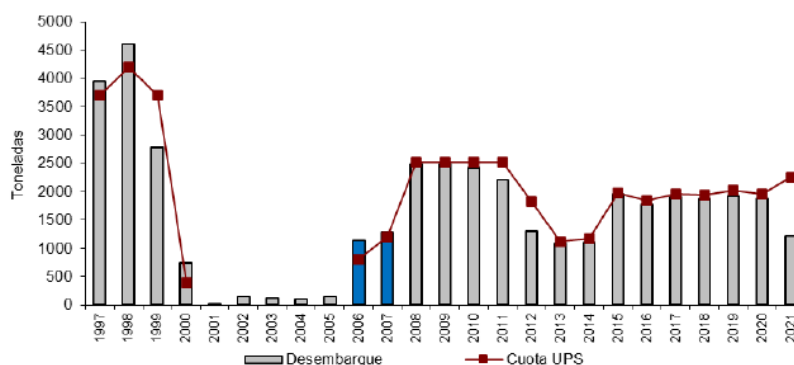


Figura 8. Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino amarillo (t) para la UPS, período 1997-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021b.

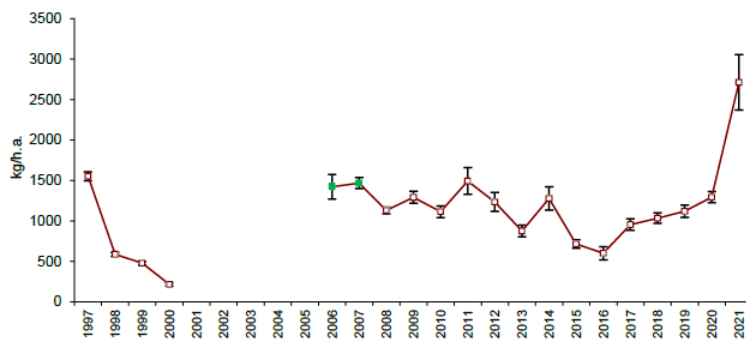


Figura 9. Rendimiento de pesca de langostino amarillo (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) para la UPS, período 1997-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021b.

Con respecto a la longitud de ejemplares en la UPS, la mediana para ambos sexos aumentó respecto de lo observado en el año 2020 (Fig. 10). Se presentaron en general estructuras de longitud polimodales, con un rango más amplio y una moda principal para los machos en 41 mm LC y para las hembras en 34 mm LC (Fig. 11).

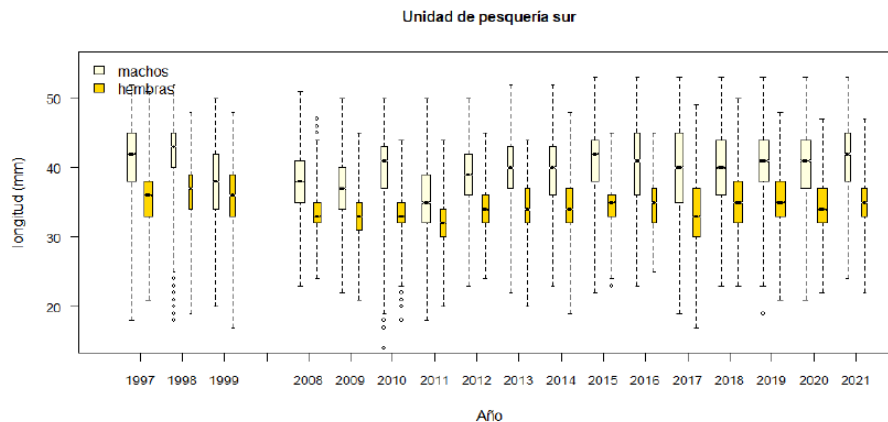


Figura 10. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino amarillo por sexo para la UPS, período 1997-2021. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas representa el número de ejemplares. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

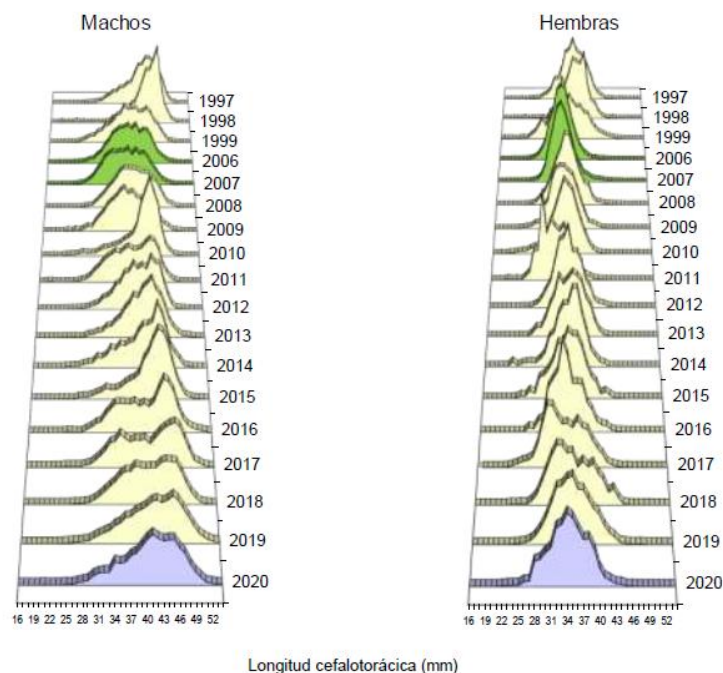


Figura 11. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino amarillo por sexo para la UPS, período 1997-2021. Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

La proporción de hembras de langostino amarillo en la UPS fue de 33%, con valores mensuales que fluctuaron entre 20% y 41%. El porcentaje de hembras ovígeras en las capturas alcanzó los valores más altos en los meses de julio y agosto con 77% y 100%, respectivamente; en tanto la proporción de hembras inmaduras se estimó en 13% similar a los valores observados en los últimos años [L50% en 25,6 mm LC (Espejo *et al.*, 2001)] (Figs. 12 y 13).

4.2. Evaluación directa de langostino amarillo

Langostino amarillo se presentó desde el norte de la zona prospectada. En la Unidad de Pesquería Norte (UPN) se observó en Caldera y mayormente en la Bahía de Coquimbo y luego se proyecta en el sur de manera más continua. Entre Licantén y Constitución (Región del Maule) se pierde su abundancia, pero más al sur se observa mayor continuidad en su distribución (Fig. 14). Se delimitaron 21 focos de abundancia. Los resultados preliminares de la estimación de biomasa vulnerable (Tabla 2) dan cuenta de 23.623 t, de las cuales el 16,7% corresponden a la Unidad de Pesquería Norte y el 83,3% a la Unidad de Pesquería Sur.

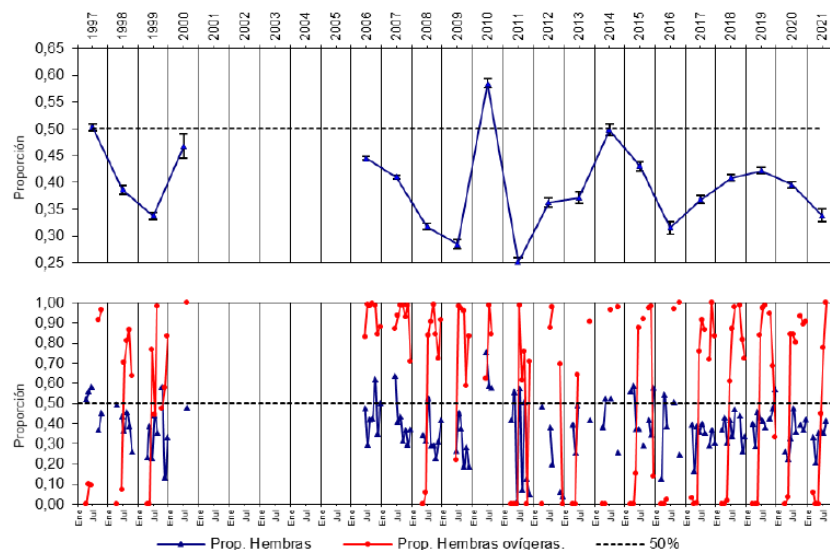


Figura 12. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y hembras ovígeras de langostino amarillo para la UPS, período 1997-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

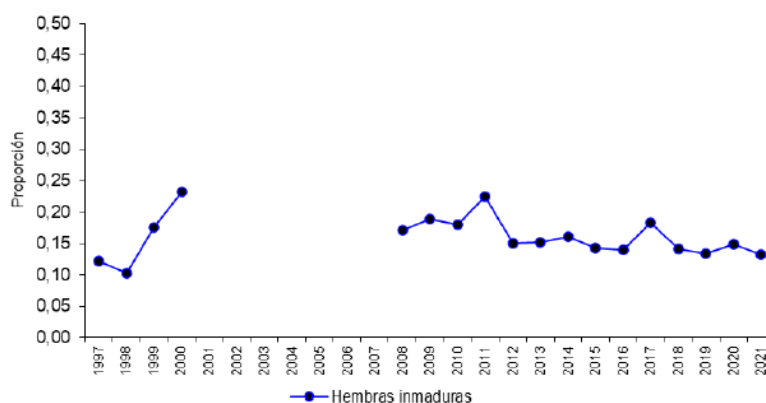


Figura 13. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino amarillo para la UPS, período 1997-2021. Fuente: Zilleruelo *et. al.*, 2021 b.

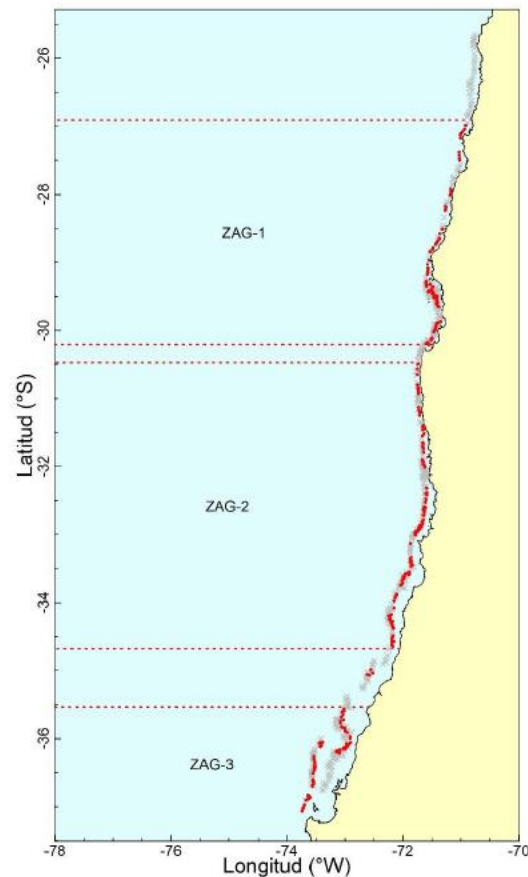


Figura 14. Distribución de langostino colorado acorde a los resultados preliminares del crucero de evaluación directa 2021. Fuente: R. Alarcón, com. pers.

Tabla 2. Estimación de biomasa vulnerable de langostino amarillo, resultados preliminares de crucero de evaluación directa 2021. Fuente: R. Alarcón, com. pers.

Unidad Pesquería	Foco	Región	Area (km ²)	Biomasa (tons)
Norte	1	3	112.27	113.58
	2	3	64.60	721.00
	3	3	19.99	27.08
	4	3	150.62	615.83
	5	3	48.46	63.40
	6	4	258.41	924.45
	7	4	48.01	32.25
	8	4	57.07	751.23
	9	4	76.24	609.43
	10	4	60.32	56.55
	11	4	48.62	32.03
Sur	12	5	268.16	7574.77
	13	5	164.38	1399.29
	14	5	45.78	323.71
	15	6	82.70	951.47
	16	6	90.78	425.87
	17	7	198.60	3951.24
	18	7	137.04	886.48
	19	8	139.90	1489.79
	20	8	91.45	817.26
	21	8	40.93	1856.96

Unidad Pesquería	Area (km ²)	Biomasa (tons)
Norte	944.6	3946.8
Sur	1259.7	19676.8
Total	2204.3	23623.7

En relación con la estructura de tamaños, en la zona norte se observó mayor proporción de ejemplares bajo los 35 mm de longitud cefalotorácica (LC). En el resto de las regiones las estructuras tienden a componerse de tallas superiores a 35 mm LC. (Fig. 15).

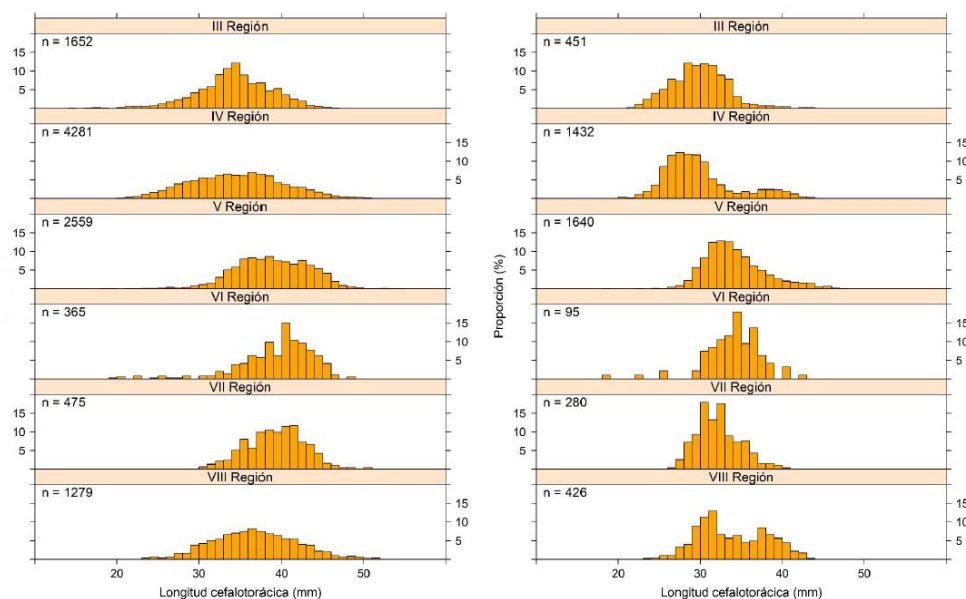


Figura 15. Estructura de tallas de langostino amarillo (machos: izquierda, hembras: derecha), crucero de evaluación directa 2021. Fuente R. Alarcón, com pers.

Desde una perspectiva histórica se destaca la tendencia decreciente de la biomasa vulnerable en la UPN, en tanto que en la UPS la tendencia es ascendente (Fig.16).

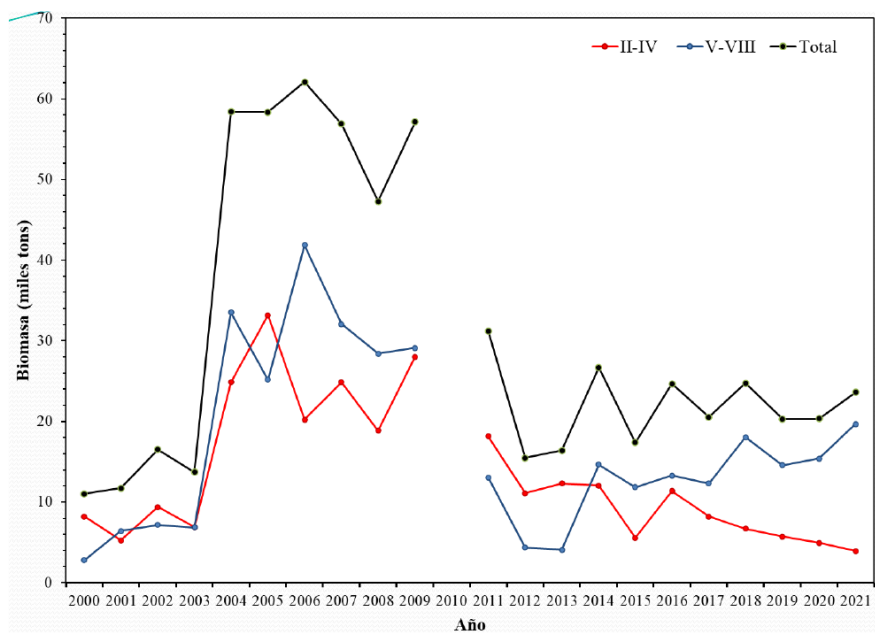


Figura 16. Serie histórica de biomasa vulnerable de langostino amarillo estimada partir de los cruceros de evaluación directa. Fuente R. Alarcón, com pers.

4.3. Evaluación de stock de langostino amarillo

Para la evaluación del stock del recurso langostino amarillo, se utilizó un modelo edad-estructurado, con observaciones en tallas (Age Structured Statistical Catch-at-Length, Maunder y Watters, 2003) el que ha sido utilizado sistemáticamente desde el año 2006. Los principales supuestos son:

- El stock de langostino amarillo está constituido por 2 sub-unidades de stock, correspondientes a la unidad de pesquería norte ($26^{\circ}03' - 32^{\circ}10'$ L.S) y a la zona de evaluación sur ($32^{\circ}10' - 38^{\circ}48'$ L.S).
- El stock está compuesto por 11 grupos de edad.
- El crecimiento es diferenciado entre machos y hembras.
- La mortalidad natural es conocida, constante entre años y edades.
- La mortalidad natural y por pesca son simultáneas (ecuación de Baranov).
- El patrón de vulnerabilidad de los individuos es a la edad y sigue un modelo logístico.
- Los reclutas corresponden a individuos del grupo de edad 3 y son estimados a partir del reclutamiento medio y desvíos anuales con distribución lognormal.
- Los desembarques están sujetos a error de observación.

A diferencia de la evaluación de stock realizada en años anteriores, en esta ocasión el procedimiento de evaluación de stock se ajustó a los límites geográficos de cada una de las unidades de pesquerías. Esto significó la construcción de todas las series de datos.

a) *Evaluación de stock de Langostino amarillo Unidad de Pesquería norte*

Se consideraron los desembarques desde el año 1987 en adelante, coincidente con el inicio de la información del índice de abundancia. En cuanto a los parámetros de mortalidad por pesca, se estimó en un rango mayor al cual se venía estimando previamente. El valor de L_0 (primera talla de reclutamiento) se fijó en 18 mm para machos y hembras; sin embargo, el cv asociado a este parámetro se dejó libre para ser estimado.

El modelo base utilizó la madurez fisiológica estimada por Flores (com. pers.), quien presenta un artículo en preparación con estas estimaciones. Además, se incorporó el uso de un $cv = 0,1$ asociado a la biomasa del crucero (años anteriores este valor era igual a 0,3) desde el año 2005 en adelante como parte de las sugerencias realizadas por el CCT-CD. Por último, los tamaños de muestra fueron estimados mediante la metodología desarrollada por Francis (2011).

El modelo presenta buenos ajustes al desembarque, índice estandarizado y biomasa del crucero. Se destaca que la mejora en el ajuste a los datos del crucero se debe al cambio en el coeficiente de variación asignado a los datos de este indicador a partir del año 2005, sugerencia realizada por el CCT-CD. Mejora también, respecto a análisis anteriores y la evaluación del año anterior, el ajuste al índice de abundancia, el cual a pesar de no representar de manera efectiva los últimos tres años, recoge la tendencia general de la serie (Fig. 17).

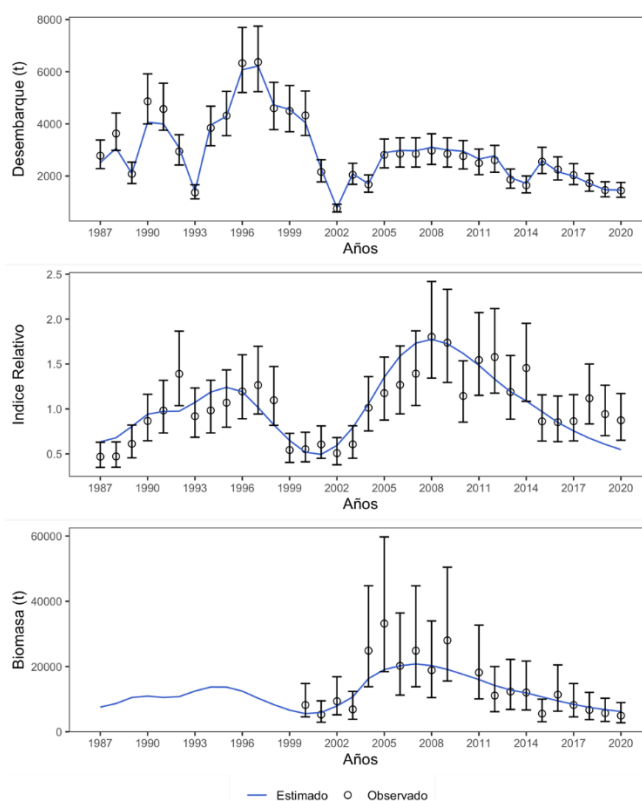


Figura 17. Ajustes del modelo base a los datos de desembarque, índice estandarizado de abundancia y biomasa del crucero, Langostino amarillo UPN. IFOP, 2021.

Dado que el modelo base, utiliza tamaños de muestra efectivos estimados mediante la metodología de Francis (2011), los ajustes a las estructuras de tallas no son prioridad en esta modelación, privilegiando el ajuste a los índices y desembarques; sin embargo, se aprecian ajustes aceptables en la mayoría de los años tanto en machos como en hembras de la flota (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Por su parte, las tallas medias de la flota se encuentran bien representadas por el modelo salvo los primeros años de la serie en machos y entre 1999 y 2006 en hembras (Fig. 20).

El ajuste a las estructuras de tallas del crucero en la UPN también es aceptable, salvo particulares años como el 2000, 2015 y 2019. En cuanto al ajuste realizado por el modelo a las estructuras de tallas de las hembras, no se observan buenos ajustes principalmente debido a la distribución acotada a un pequeño rango de tallas de las estructuras observadas, mientras que el modelo estima un rango más amplio (Figs. 21 y 22). Sin embargo y contrario a lo observado en la flota, los ajustes a las tallas medias del crucero se encuentran bien definidos salvo puntuales excepciones (Fig. 23).

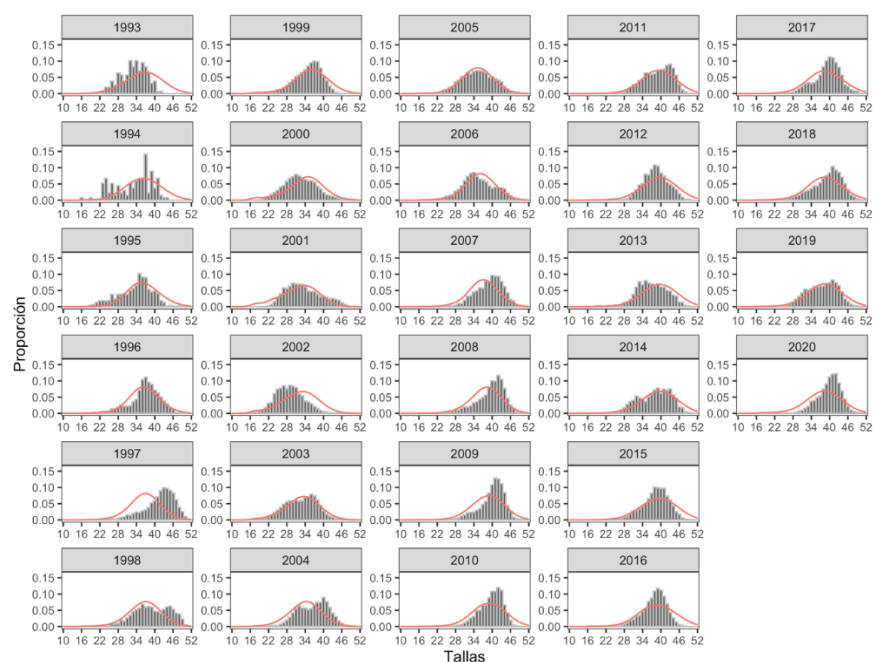


Figura 18. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de machos observados en la flota, Langostino amarillo, UPN. (IFOP, 2021).

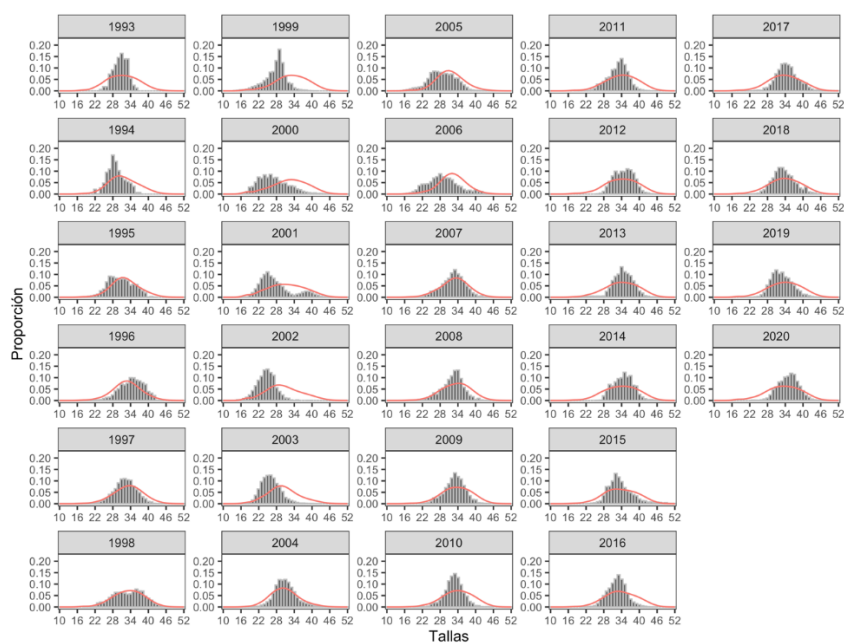


Figura 19. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de hembras observados en la flota, Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

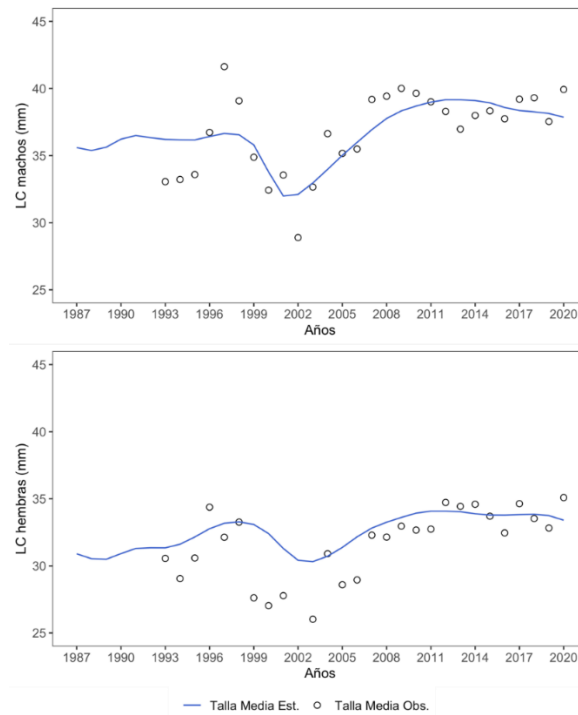


Figura 20. Ajuste del modelo a las tallas medias de machos (superior) y hembras (inferior) observados en la flota, Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

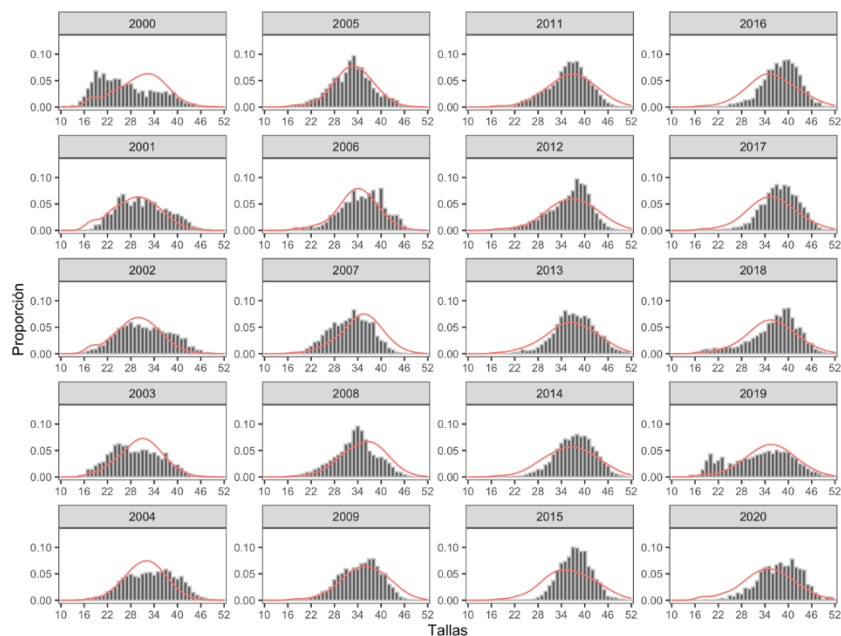


Figura 21. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de machos observados en la evaluación directa (Crucero), Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

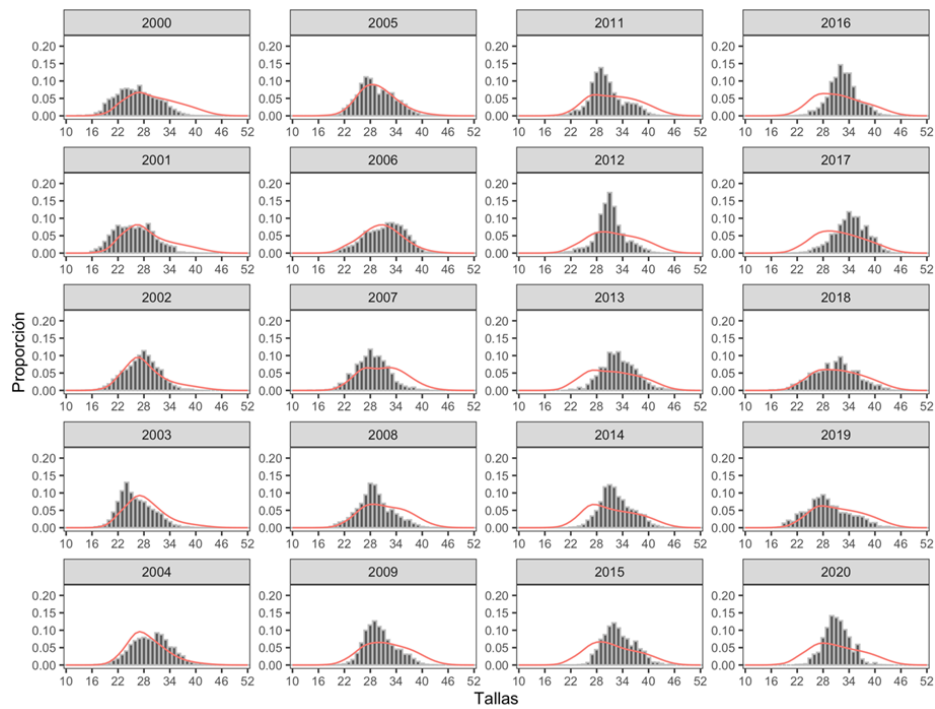


Figura 22. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de hembras observados en la evaluación directa (Crucero), Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

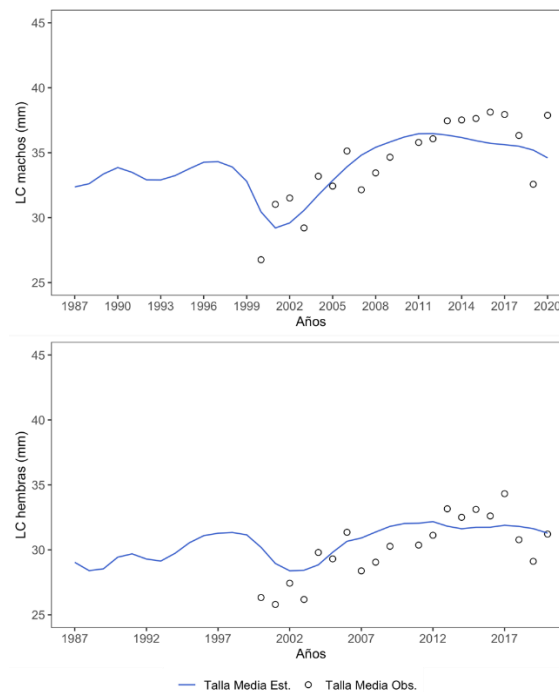


Figura 23. Ajuste del modelo a las tallas medias de machos (superior) y hembras (superior) observados en la evaluación directa (Crucero), Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

Variables Poblacionales y Mortalidad por Pesca

El reclutamiento presenta mayor variabilidad en los primeros años de la serie, mientras que desde el año 2005 en adelante se observa una tendencia a la estabilidad en torno a valores menores que la media de toda la serie (Fig. 24).

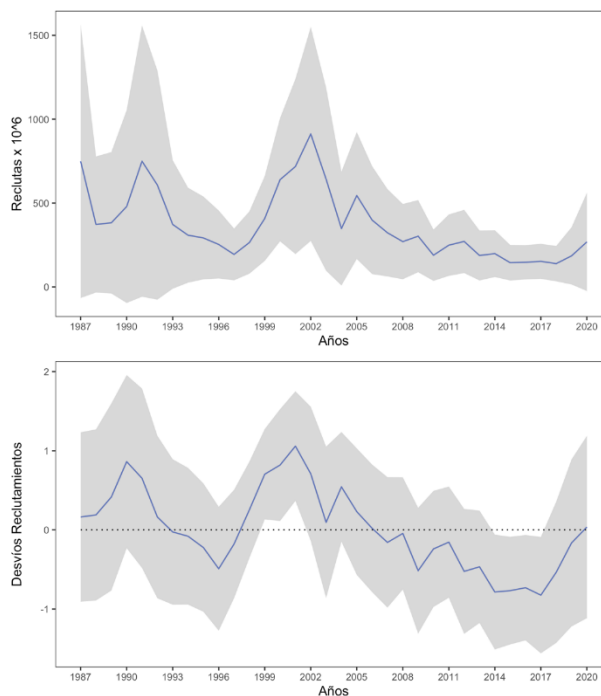


Figura 24. Reclutamientos y desvíos de los reclutamientos estimados para Langostino amarillo UPN. IFOP, 2021.

Respecto de las biomazas total y desovante (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. la tendencia es similar a las evaluaciones anteriores, presentando un aumento sobre las 40 mil toneladas a principios de los años 90, para luego disminuir al final de esa década. Entre los años 2005 y 2007 se observa el máximo valor de la serie, luego de ello se ha registrado un constante descenso. Sin perjuicio de lo anterior, la biomasa desovante se encuentra niveles superiores a la del Rendimiento Máximo Sostenible (B_{RMS}).

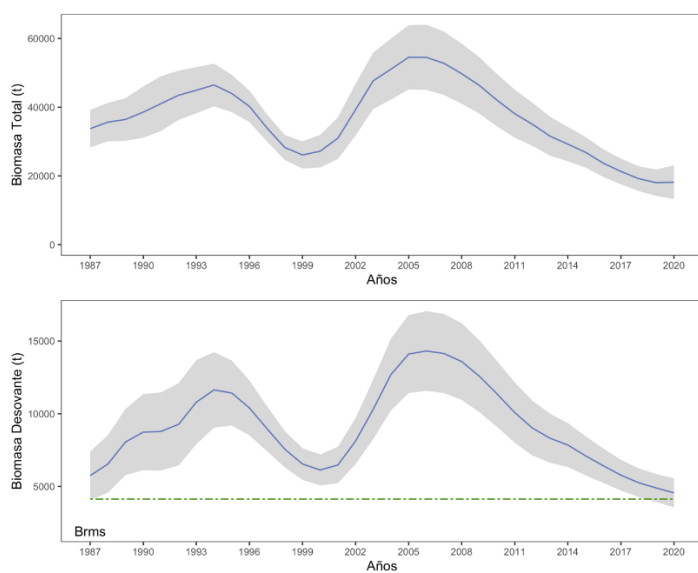


Figura 25. Biomasa total y desovante estimadas por el modelo para Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

En relación con la mortalidad por pesca, la estimación del modelo da cuenta de una tendencia similar a la observada en el reclutamiento. Los valores más altos se registran durante los primeros 12 años de la serie, mientras que desde el año 2002 en adelante los valores estimados por el modelo son menores y permanecen estables sin mostrar una tendencia clara a aumentar (Fig. 26). Es importante mencionar, que los valores de F no han sobrepasado el valor de mortalidad natural utilizada en el modelo ($M = 0,3$ año⁻¹).

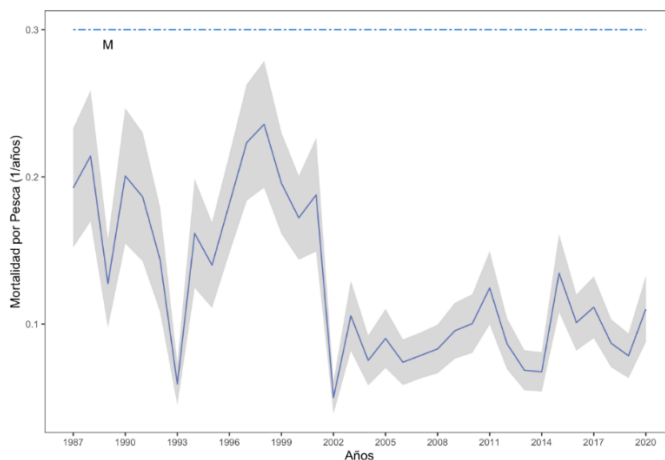


Figura 26. Mortalidad por pesca estimada por el modelo para para Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

Diagnóstico y Estatus 2021

De acuerdo con los resultados obtenidos con el modelo base, el estatus de la pesquería corresponde a Plena Explotación. El diagrama de fases (Kobe), evidencia que la pesquería ha transitado principalmente desde una zona de Sub Explotación hacia la Plena Explotación los últimos 4 años (Fig. 27). La reducción

de stock en términos de biomasa desovante se estimó en 0,44 lo que indica que el recurso se encuentra por sobre el nivel de referencia ($BD/BDo = 0,44$). De la misma forma la mortalidad por pesca se encuentra bajo el límite de referencia ($F_{2020}/FRMS = 0,31$) (Tabla xx). Consistente con estos resultados el stock de langostino amarillo en su UPN se encuentra en plena explotación y sin sobrepesca.

Tabla 2. Principales indicadores estimados para la UPN.

F_{RMS}	B_{RMS}	F_{2020}/F_{RMS}	BD_{2020}/B_{RMS}	BD/BDo
0,36	4124	0,31	1,11	0,44

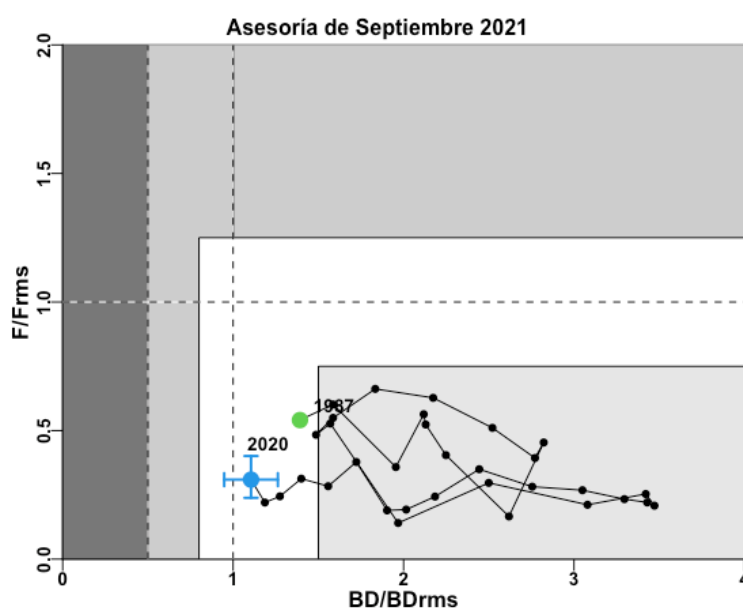


Figura 27 Diagrama de fases que define el estatus del recurso para para Langostino amarillo, UPN. IFOP, 2021.

Proyecciones y CBA

Las proyecciones de biomasa presentan una disminución a corto plazo cayendo bajo el valor de B_{RMS} los tres primeros años, sin embargo, se recupera por sobre el punto biológico de referencia. Por su parte, las capturas muestran una tendencia al alza con ambas estrategias de explotación (Fig. 28).

Las proyecciones de captura biológicamente aceptable, considerando probabilidades de exceder la mortalidad por pesca de referencia entre 0,1 y 0,5, fluctúan entre 1.708 t y 2.087 t, valores que consideran un factor de descarte de 0,3% (Tabla 3).

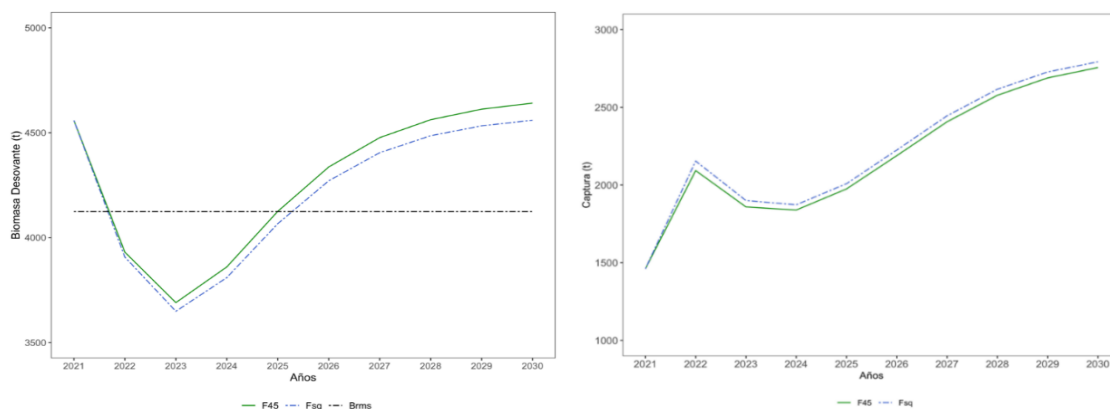


Figura 28. Proyección de Biomasa Desovante (izquierda) y captura (derecha) a largo plazo de acuerdo a diferentes estrategias de explotación para Langostino amarillo, UPN. (IFOP, 2021).

Tabla 3. Estimación de CBA para para Langostino amarillo, UPN, considerando el descarte. IFOP, 2021

Hito	Media	Desv std	10%	20%	30%	40%	50%
CBA 2022	2.087	296	1.708	1.837	1.931	2.012	2.087

b) *Evaluación de stock de Langostino amarillo Unidad de Pesquería Sur*

Los ajustes del modelo base a los datos presentan una notable mejora respecto de las evaluaciones de stock realizadas años anteriores. La metodología utilizada para estimar los tamaños de muestra efectivos correspondió a la desarrollada por McAllister & Ianelli (1997), lo que privilegia un ajuste más balanceado entre índices y estructuras de tallas, a diferencia de Francis (2011), quien otorga mayor credibilidad a los datos de desembarque e índices.

A excepción el año 2010, los datos de desembarques se encuentran bien representados por el modelo el que también recoge la tendencia de los datos correspondientes al índice de abundancia estandarizado, presentando ajustes adecuados principalmente en los últimos 15 años. Igualmente, el modelo recoge de buena manera la tendencia de la biomasa estimada por el crucero. Se considera que esto es una mejora importante en términos de ajustes del modelo, pues en evaluaciones anteriores, no era posible obtener un buen ajuste para este indicador ni tampoco para los datos del crucero (Fig. 29).

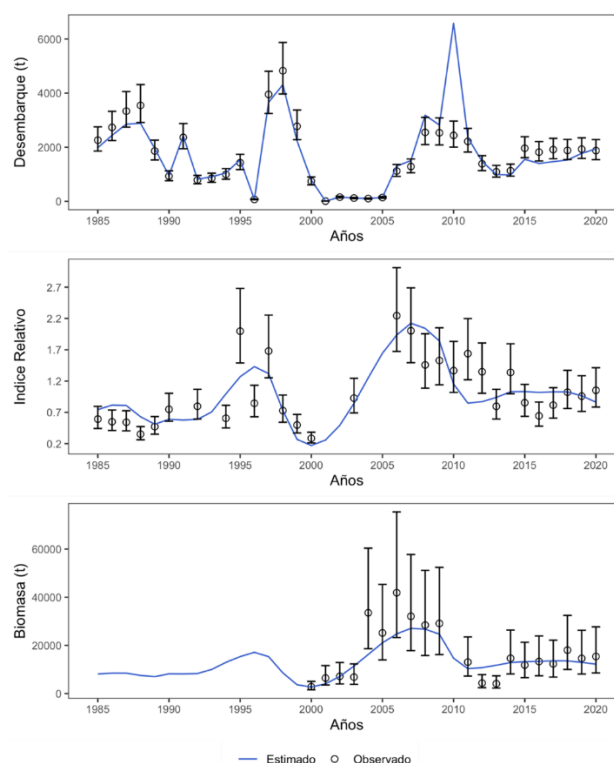


Figura 29. Ajustes del modelo base a los datos de desembarque, índice estandarizado de abundancia y biomasa del crucero, Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

Las estructuras de tallas de la flota se encuentran bien representadas tanto en machos como en hembras. (Figs. 30 y 31). Respecto de las tallas medias de la flota se observa una clara subestimación a los valores observados en machos (panel superior) para los últimos 4 años y una sobre estimación entre los años 2006 y 2010. Las hembras por su parte (panel inferior) presentan un buen ajuste en la mayoría de los años, a excepción del año 2000 y 2011 (Fig. 32).

Las estructuras de tallas de machos observadas por el crucero, presentan buenos ajustes en toda la serie a excepción del año 2020 (Fig. 33). En el caso de las hembras, ocurre algo similar, salvo aquellos años en que las estructuras presentan un rango de distribución más acotado, no permitiendo que el modelo alcance a representar aquellas frecuencias mayormente representadas (Fig. 34).

Destaca que tanto en machos como en hembras el valor observado para el año 2020, presenta un alto número de individuos pequeños, lo cual desplaza la media de los datos de este año hacia un menor.

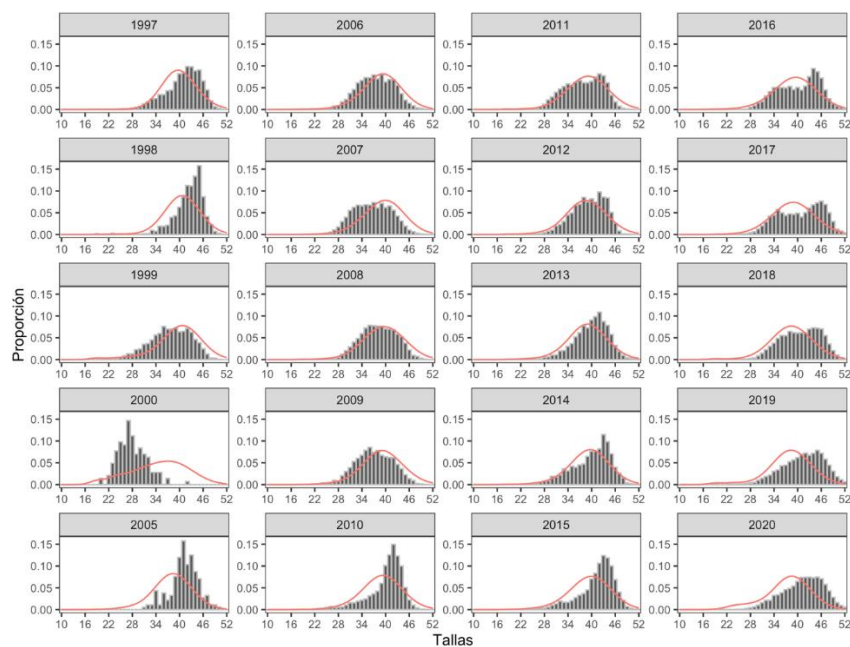


Figura 30. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de machos observados en la flota. Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

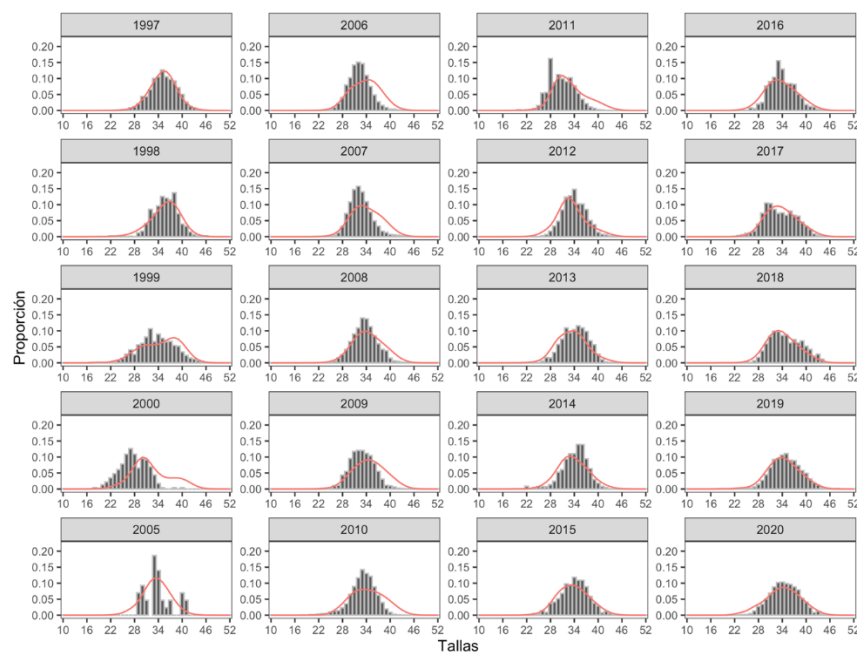


Figura 31. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de hembras observados en la flota. Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

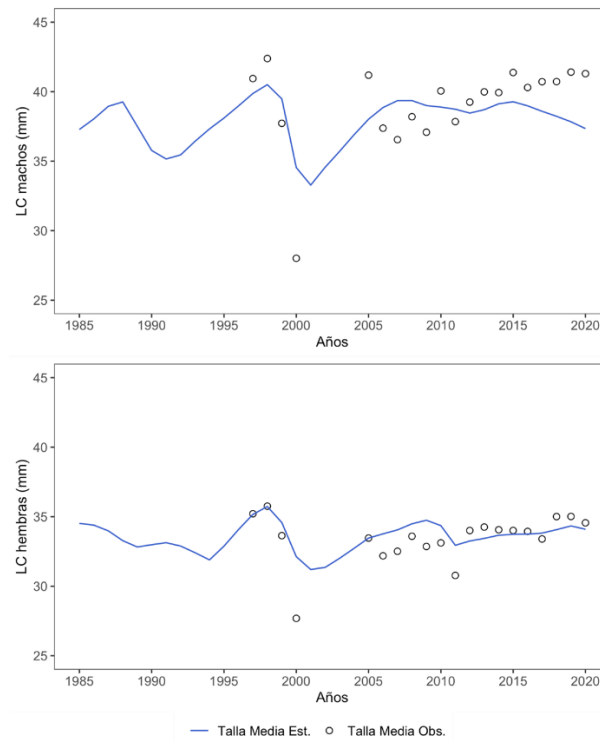


Figura 32. Ajuste del modelo a las tallas medias de machos (superior) y hembras (inferior) observados en la flota. Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

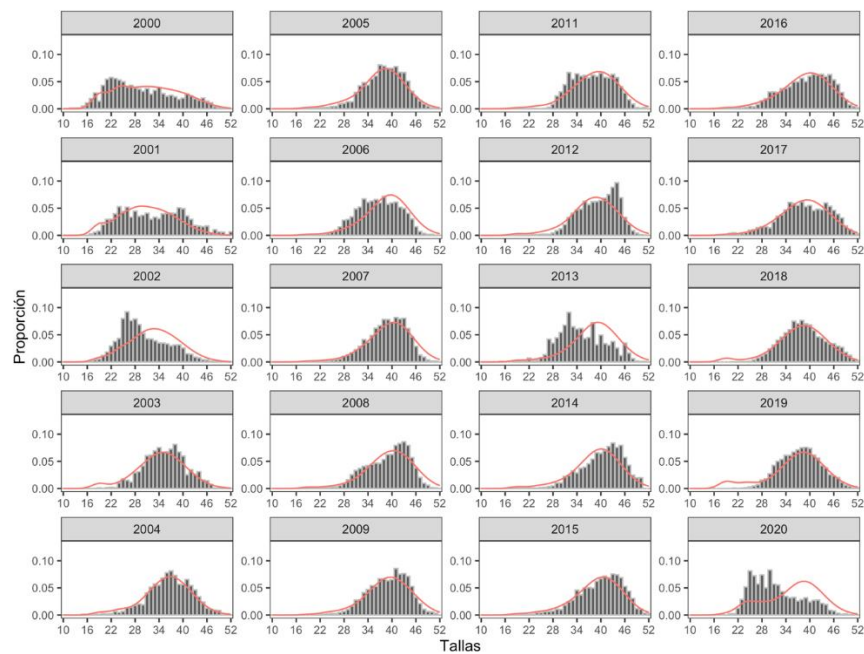


Figura 33. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de machos observados en la evaluación directa (Crucero). Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

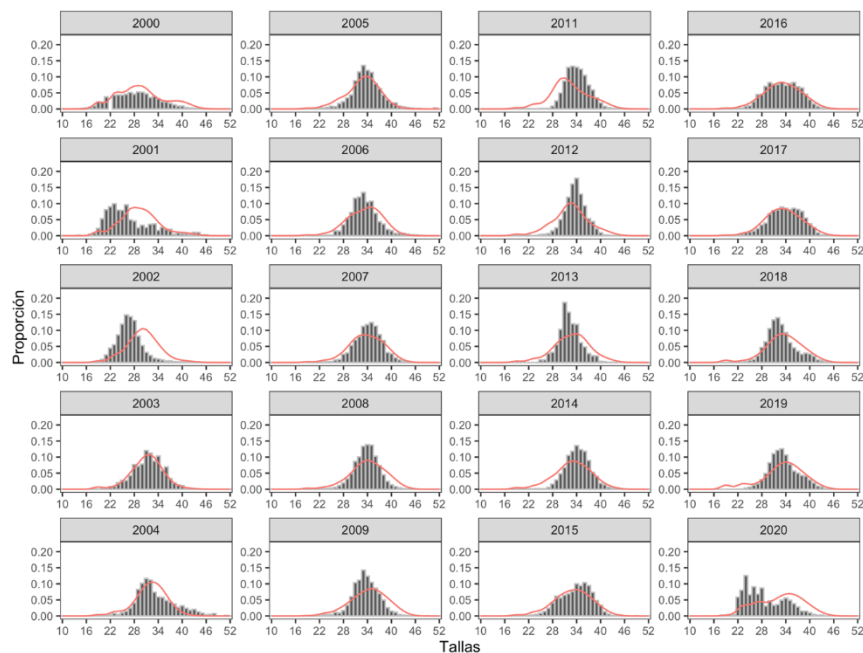


Figura 34. Ajuste del modelo a las estructuras de tallas de hembras observados en la evaluación directa (Crucero). Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

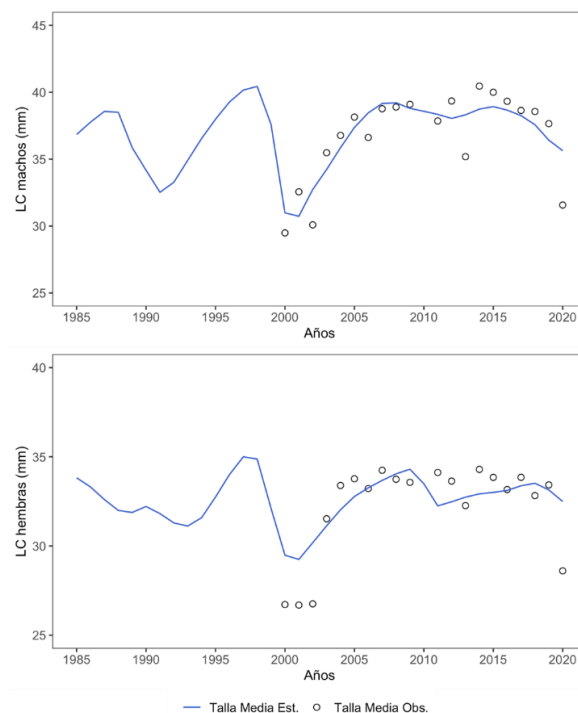


Figura 35. Ajuste del modelo a las tallas medias de machos (superior) y hembras (superior) observados en la evaluación directa (Crucero). Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

Variables Poblacionales y Mortalidad por Pesca

Los reclutamientos estimados por el modelo muestran valores que han estado en torno a la media histórica salvo a comienzos de la serie, donde se observa un peak en 1991 y el 2018 (Fig. 36). Este último valor explicaría la estructura de talla del 2020.

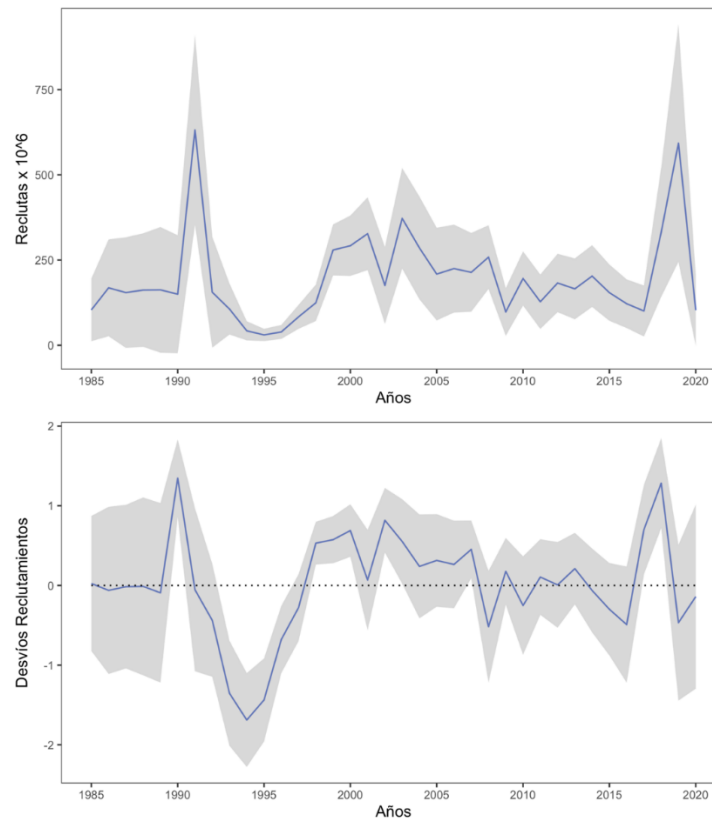


Figura 36. Reclutamientos y desvíos de los reclutamientos estimados para Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

Respecto de las biomásas total y desovante, a partir del 2011 presentan una tendencia de estabilidad y creciente (Fig. 37). Esto difiere de lo que se venía observando en evaluaciones anteriores, las cuales mostraban una constante caída de la biomasa sin signos de recuperación y que se contrastaba con los índices de abundancia y biomasa del crucero.

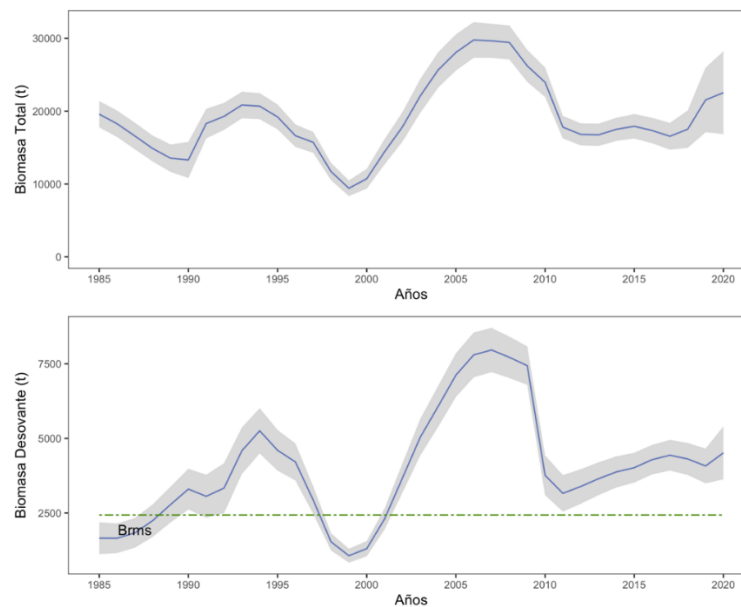


Figura 37. Biomasa total y desovante estimadas por el modelo para Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

En cuanto a la mortalidad por pesca estimada por el modelo, omitiendo el valor estimado para 2010, se observan dos períodos claramente identificables. El primero de valores altos, hasta el 2000, en tanto que el segundo, a partir de 2001 con valores más bajos, pero con una tendencia al aumento de manera paulatina (Fig. 38). Es importante mencionar que el valor de mortalidad por pesca no sobrepasa generalmente el valor de mortalidad natural ni el punto biológico de referencia F_{RMS} .

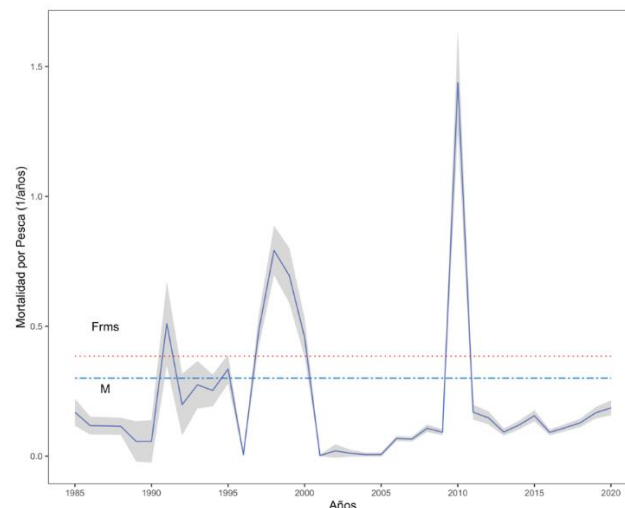


Figura 38. Mortalidad por pesca estimada por el modelo para Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

Diagnóstico y Estatus 2022

Los resultados de la evaluación de stock dan cuenta de un indicador de reducción de biomasa $BD/BDo = 0,74$, valor superior a valor de referencia objetivo $BD/BDo = 0,4$. En términos de mortalidad por pesca, el stock se encontraría en valores inferiores al valor límite $F/F_{RMS} = 0,48$ (tabla 4). De acuerdo con lo anterior, el stock de langostino amarillo en la UPS se encuentra en estado de subexplotado y sin sobrepesca (Fig. 39).

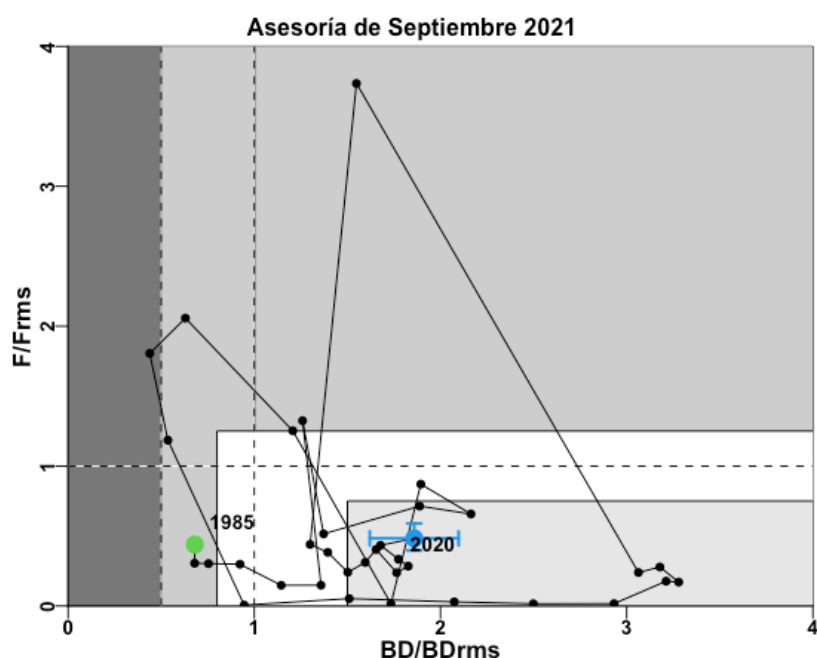


Figura 39. Diagrama de fases que define el estatus del recurso para Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

Tabla 4. Principales indicadores estimados para Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

F_{RMS}	B_{RMS}	F_{2020}/F_{RMS}	BD_{2020}/B_{RMS}	BD/BDo
0,38	2429	0,48	1,86	0,74

Proyecciones y CBA

En términos de biomasa desovante, cualquiera de las estrategias presentadas permitiría aumentar los valores a corto plazo, tendiendo en el largo plazo a buscar la B_{RMS} sin lograr alcanzarla. Por su parte en términos de captura se observa una disminución en el corto plazo para aumentar el año siguiente y mantenerse estables en el largo plazo (Fig. 40).

Considerando un descarte estimado para la UPS igual a 1,4%, la CBA estimada para el año 2022 se encontraría en un rango entre los 1.303 t y 1.590 t. para probabilidades de exceder la mortalidad por pesca límite de 0,1 y 0,5, respectivamente

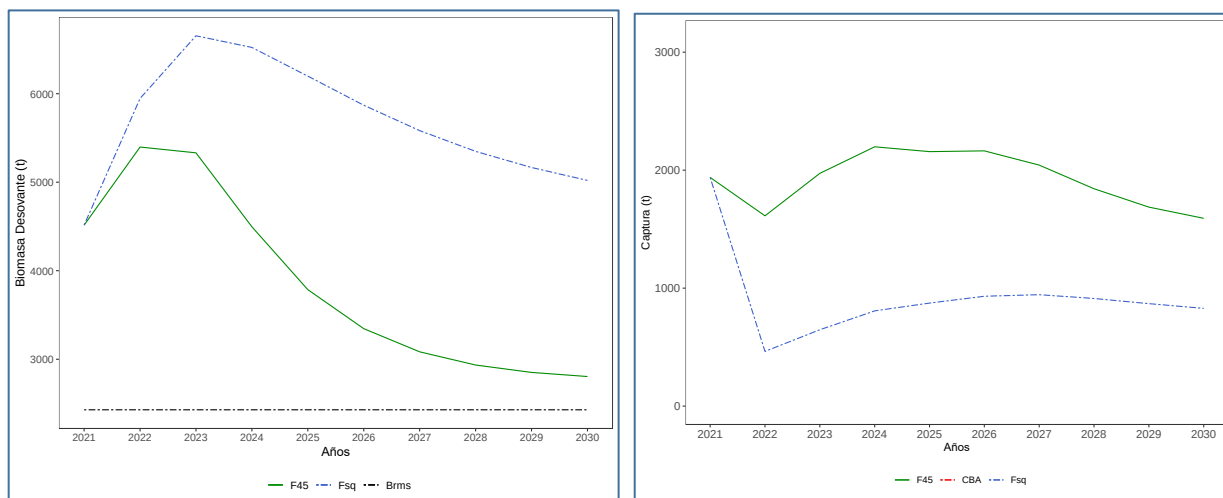


Figura 40. Proyección de Biomasa Desovante (izquierda) y captura (derecha) a largo plazo de acuerdo a diferentes estrategias de explotación.

Tabla 5. Estimación de CBA (considera descarte), para Langostino amarillo, UPS. IFOP, 2021.

Hito	Media	Desv std	10%	20%	30%	40%	50%
CBA 2022	1.590	224	1.303	1.402	1.473	1.534	1.590

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

a) Establecimiento del Estatus y recomendación de CBA 2022 para la Pesquería de Langostino Amarillo Atacama – Coquimbo.

El CCT-CD, adopta los resultados provenientes de la evaluación de stock. Observa la tendencia descendente de la biomasa total y desovante. No obstante, el nivel de reducción de la biomasa desovante (BD/BD_0 de 0,44) se encuentra por sobre el nivel de referencia objetivo. De la misma forma la mortalidad por pesca (F/F_{RMS} = 0,31) se encuentra bajo el nivel límite. Consecuente con estos indicadores se establece que el estatus del recurso es **Plena explotación y sin sobrepesca**.

Para la recomendación de CBA, el CCT consideró un porcentaje de riesgo de sobrepasar la mortalidad por pesca límite de 10% y estableció un valor máximo de captura de 1.708 toneladas. Por lo tanto, recomienda el rango de CBA para el 2022 de **[1.366 - 1.708]** toneladas.

b) Establecimiento de estatus y recomendación de CBA 2022 para la Pesquería de Langostino Amarillo Valparaíso – Biobío.

El CCT-CD concuerda que el modelo ha presentado mejoras, respecto a lo que se había desarrollado en años anteriores. Concuerda que el recurso no presenta riesgos de sobre explotación y que,

considerando que el indicador de reducción de stock (BD/BD_0) es de 0,74, valor inferior al de referencia, el recurso califica como **Subexplotado**. Igualmente establece que **no se registra sobrepesca**.

El CCT-CD considera que al ser un nuevo enfoque de evaluación requiere mayo($F/F_{RMS}=0,48$) análisis respecto de las proyecciones de captura para el establecimiento de rango de CBA. En atención a ello recomienda establecer *status quo*, respecto de la recomendación de CBA del año anterior, considerando el rango de CBA para el 2022 de **[1.864 – 2.331]** toneladas.

Al igual que el caso de la pesquería Atacama-Coquimbo y sin perjuicio de los resultados, miembros del CCT-CD muestran su preocupación por el cambio de paradigma en el cual es difícil admitir que el recurso en toda su historia pocas veces estuvo sometido a sobrepesca ni sobre-explotación. Se menciona que este tipo de cambios tan radicales deben ser sometidos a profundos análisis antes de ser presentados para fines de la decisión.

5. PESQUERÍAS DE LANGOSTINO COLORADO

5.1. Seguimiento de la pesquería de langostino colorado

a) *Langostino colorado Unidad de Pesquería Norte*

En el año 2020, el desembarque de langostino colorado fue de 456 t equivalente al 63% de la cuota establecida para esta unidad de pesquería zona (729 t), asignada en un 92% a la flota artesanal. En el período monitoreado durante 2021 (enero-agosto) el desembarque registrado fue de 110 t, equivalente al 10% de la cuota para esta unidad de pesquería. (Fig. 41). Cabe destacar que debido a la baja actividad en esta unidad no fue posible recopilar durante 2021 información suficiente para el análisis de los indicadores biológicos y pesqueros. Respecto de los rendimientos de pesca, el 2020 se registró un valor promedio de 476 kg/h.a., confirmando la tendencia decreciente registrada a partir de 2017 (Fig. 42).

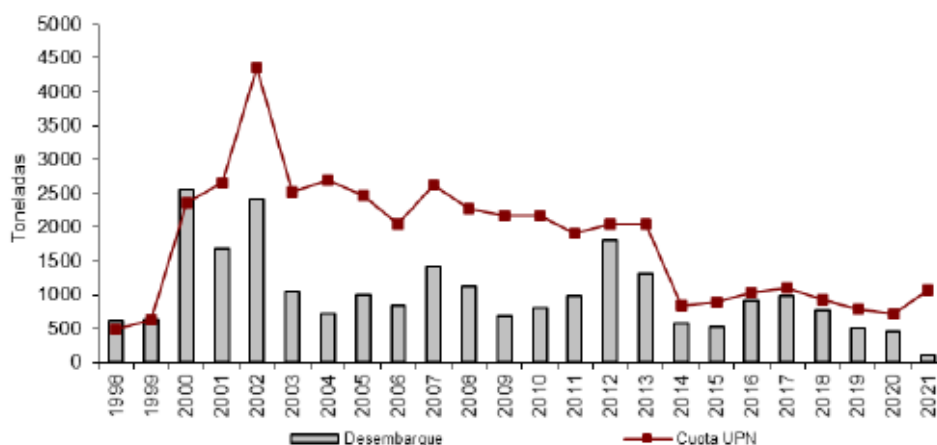


Figura 41. Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino colorado (t) para la UPN, período 1993–2021. (Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b).

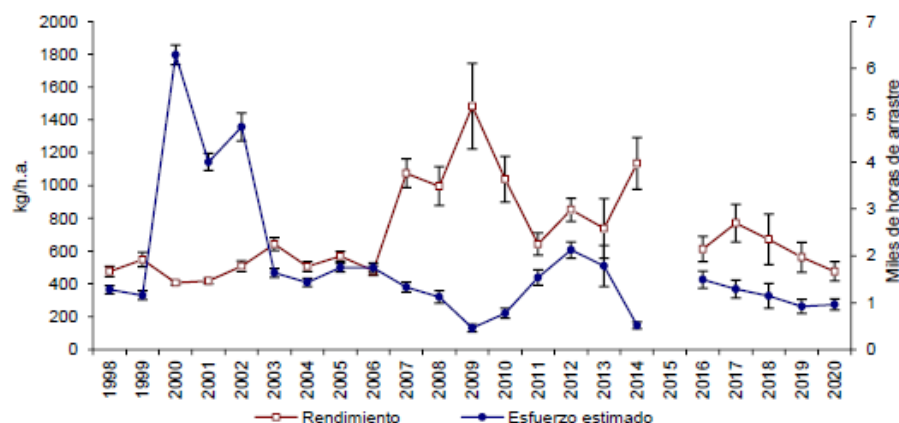


Figura 42. Rendimiento de pesca de langostino colorado (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%) y esfuerzo de pesca estimado (miles de horas de arrastre, IC 95%) para la UPN, período 1998-2020. Fuente Zilleruelo *et al.*, 2021 a.

La talla media de langostino colorado experimentó un aumento en ambos sexos respecto del año 2019 (Fig. 43) y se observaron estructuras de tallas polimodales para la mayoría de los años. En el año 2020, las estructuras, tanto para machos como para hembras, presentaron un rango acotado con una moda principal en los 41 mm (Fig.44).

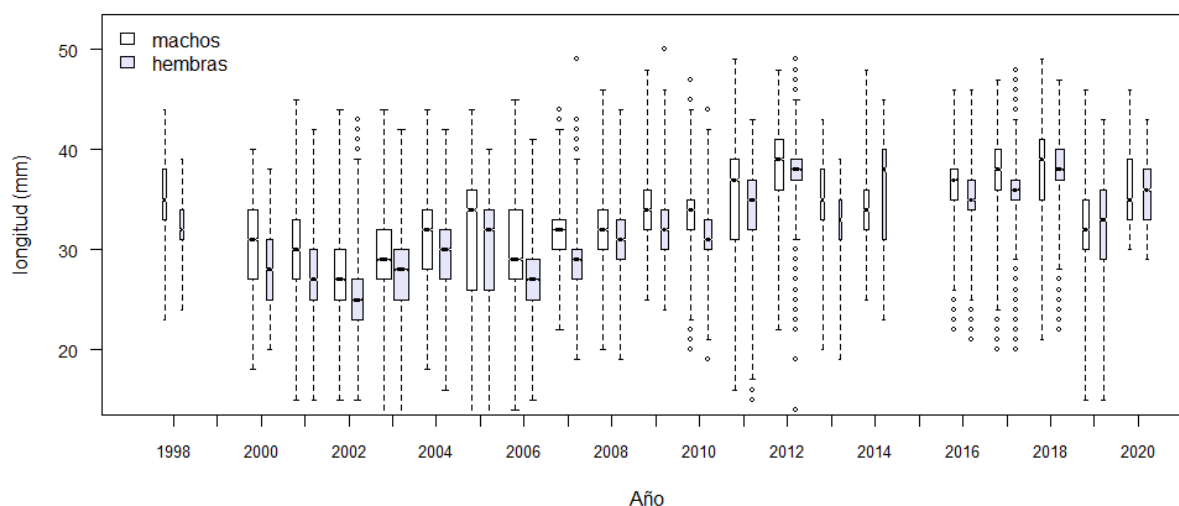


Figura 43. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino colorado por sexo para la UPN, período 1998- 2020. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas representa el número de ejemplares. Fuente Zilleruelo *et al.*, 2021 a.

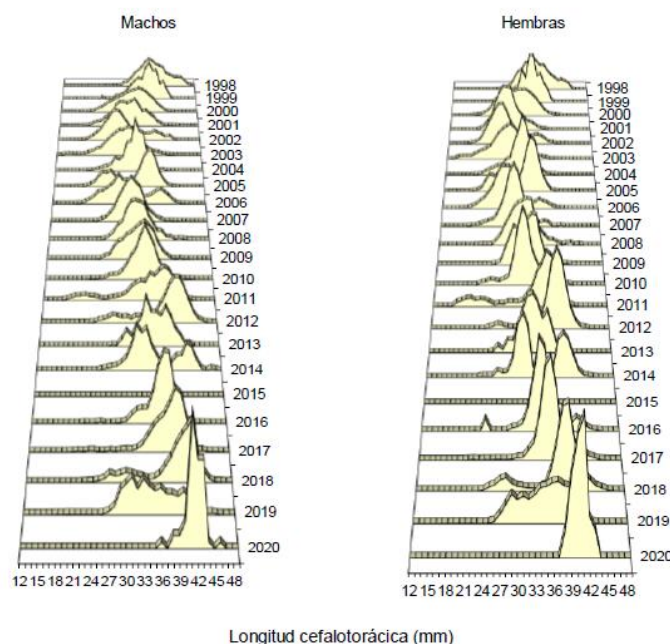


Figura 44. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino colorado por sexo para la UPN, período 1998-2020. Fuente Zilleruelo *et al.*, 2021 a.

Respecto de la composición sexual de las capturas, en general, en toda la serie se registran marcadas variaciones. En el 2020 se observa predominio de hembras las que representan el 65% de las capturas en los meses muestreados. En cuanto a la proporción hembras con huevos, el valor mayor se registró octubre con 88%; y la de hembras inmaduras no alcanzó el 1%, con el valor más bajo de la serie histórica [L50% a 25,6 mm LC] (Figs. 45 y 46).

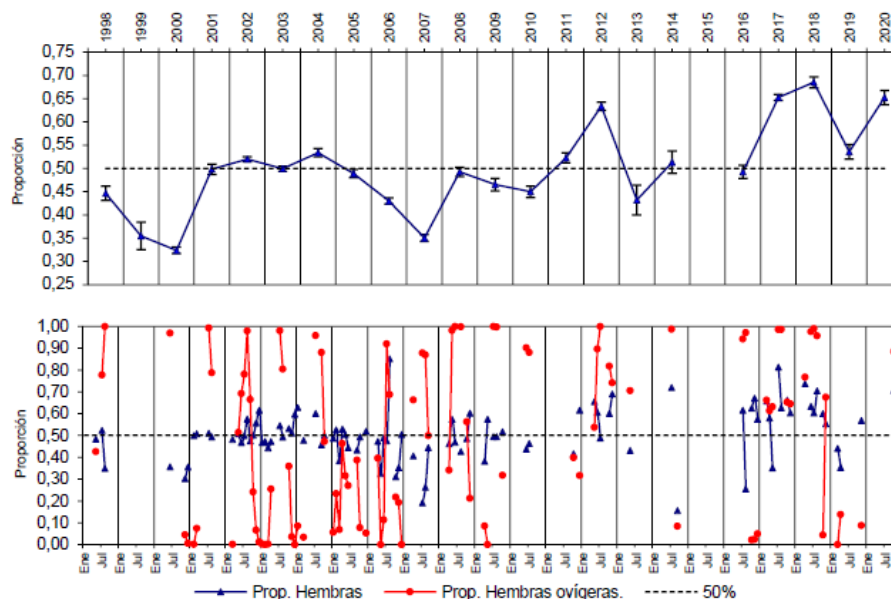


Figura 45. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y de hembras ovígeras de langostino colorado para la UPN, período 1998-2020. Fuente Zilleruelo *et al.*, 2021 a.

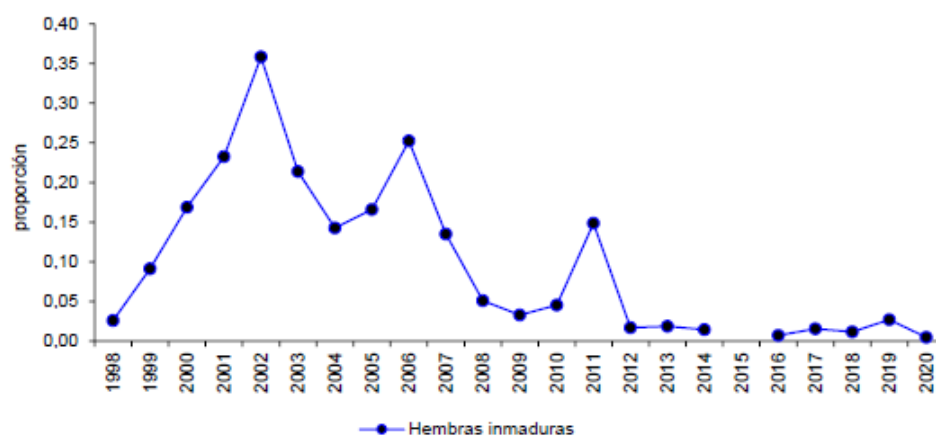


Figura 46. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino colorado para la UPN, período 1998-2020. Fuente Zilleruelo *et al.*, 2021 a.

b) Seguimiento Langostino colorado: Unidad de Pesquería Sur

El desembarque de langostino colorado en la UPS en el 2020 fue de 5.265 t, equivalente al 98% de la cuota global establecida. Por su parte, hasta agosto de 2021, las cifras de desembarque dan cuenta de 3.999 t, lo que equivale a un consumo de 65% de la cuota asignada (Fig. 47).

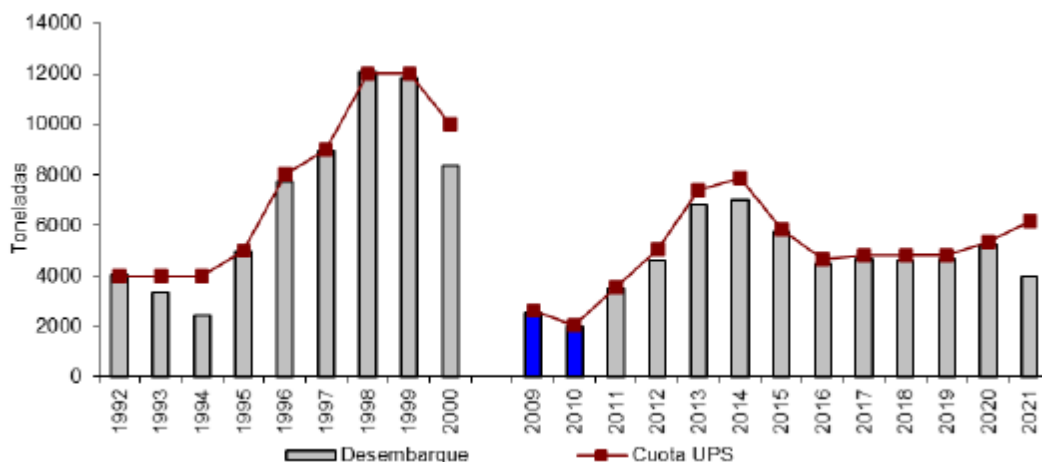


Figura 47. Desembarque anual (t) y cuota de captura de langostino colorado (t) para la UPS, período 1992–2021. Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

Respecto de los rendimientos de pesca, en el 2020 se estimó un promedio de 1.405 kg/h.a. que aumentó significativamente respecto al año anterior. Por su parte en el 2021 el valor promedio se vuelve a incrementar alcanzando 1.964 kg/h.a. (Fig.48).

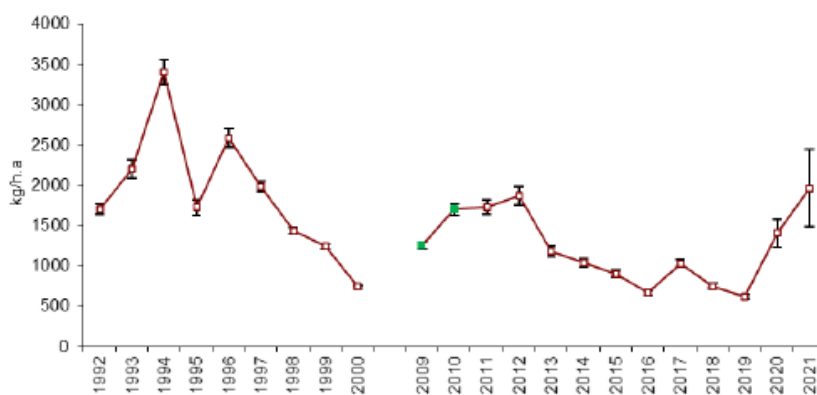


Figura 48. Rendimiento de pesca de langostino colorado (estimador de razón en kg/h.a., IC 95%), UPS, período 1992-2021. Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

En el 2021 los tamaños se mantienen similares a los observados desde el año 2018, con un aumento en la mediana de los machos y una disminución en las hembras (Fig. 49). Las estructuras de tallas hasta

el 2013 en general son simétricas, aunque en los últimos años se presentan polimodales. Durante el 2021 se observa una moda principal en los machos de 36 mm y de 34 mm en las hembras (Fig. 50).

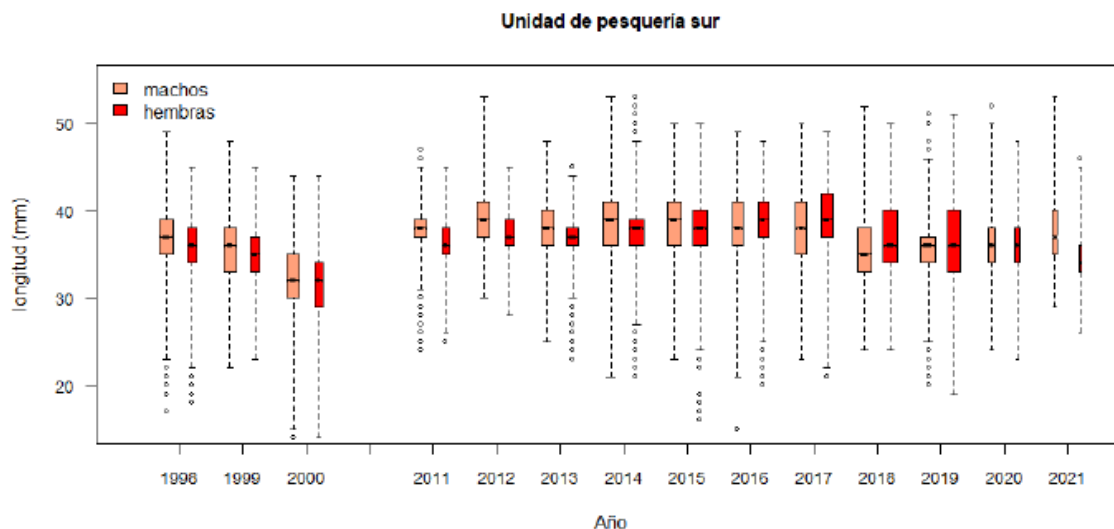


Figura 49. Boxplot de la longitud cefalotorácica de langostino colorado por sexo para la UPS, período 1998-2021. Incluye mínimo, máximo, mediana, primer y tercer cuartil. El ancho de las cajas representa el número de ejemplares. Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

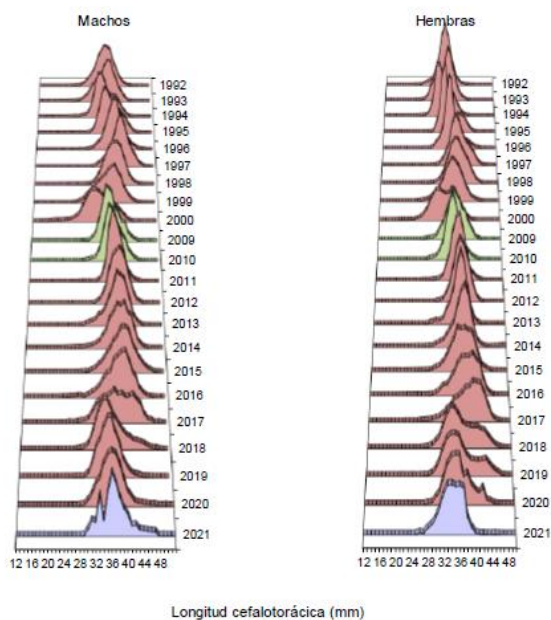


Figura 50. Distribución histórica de frecuencia de longitud de langostino colorado por sexo para la UPS, período 1992-2021. Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

La proporción de hembras en las capturas durante el 2021 se estimó en 42%, cifra similar a la del año anterior con fluctuaciones mensuales entre 28% y 51%. Respecto de hembras ovígeras los mayores porcentajes se registraron en los meses de julio y agosto con 82% y 96%, respectivamente (Fig. 51). La

proporción de hembras inmaduras aumentó hasta un 5%, similar a los valores estimados en los años 2009 y 2010 (Fig. 52).

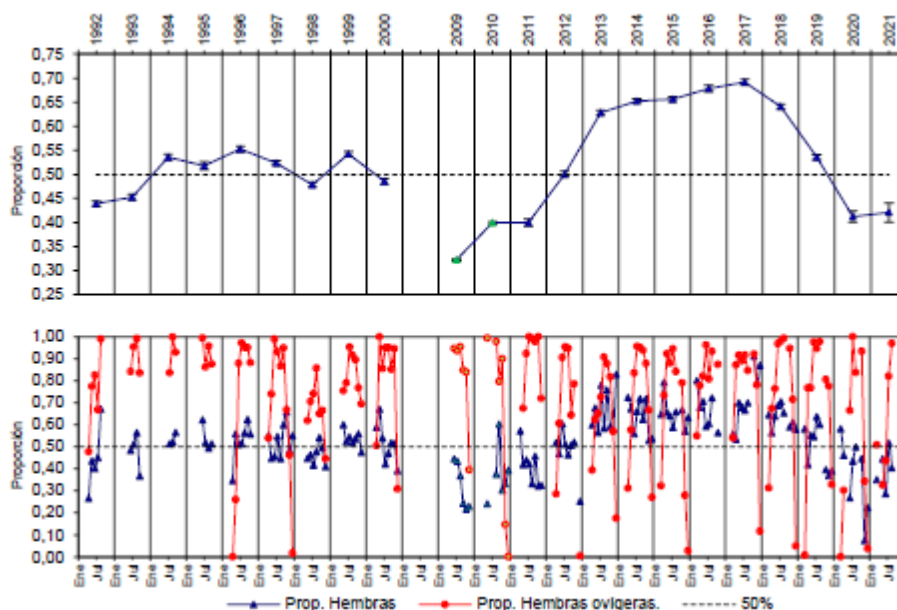


Figura 51. Serie anual (IC 95%) y mensual de proporción sexual y hembras ovígeras de langostino colorado para la UPS, período 1992-2021. Fuente: Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

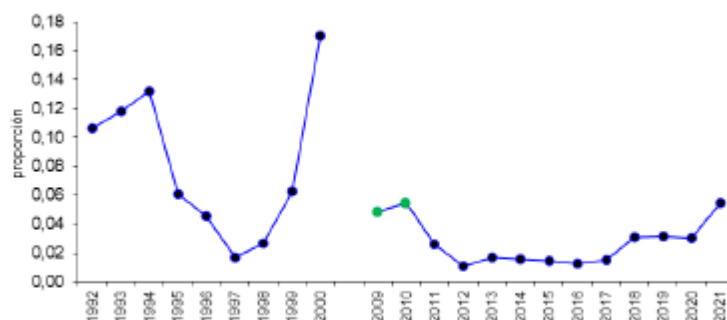


Figura 52. Proporción de hembras inmaduras en las capturas de langostino colorado para la UPS, período 1992-2021. Fuente: Fuente: Zilleruelo *et al.*, 2021 b.

5.2. Evaluación directa de langostino colorado

Los resultados preliminares provenientes del crucero de evaluación directa 2021 dan cuenta de una baja presencia de langostino colorado en la zona norte, con una mayor ocurrencia en Región de Atacama y prácticamente su ausencia entre Punta Lengua de Vaca y Valparaíso (Fig. 53). Se identificaron 19 focos de abundancia, estimándose una biomasa vulnerable de 39.567 t, de las cuales 17,4% corresponde a la UPN y 82, 6% a la UPS (Tabla 6).

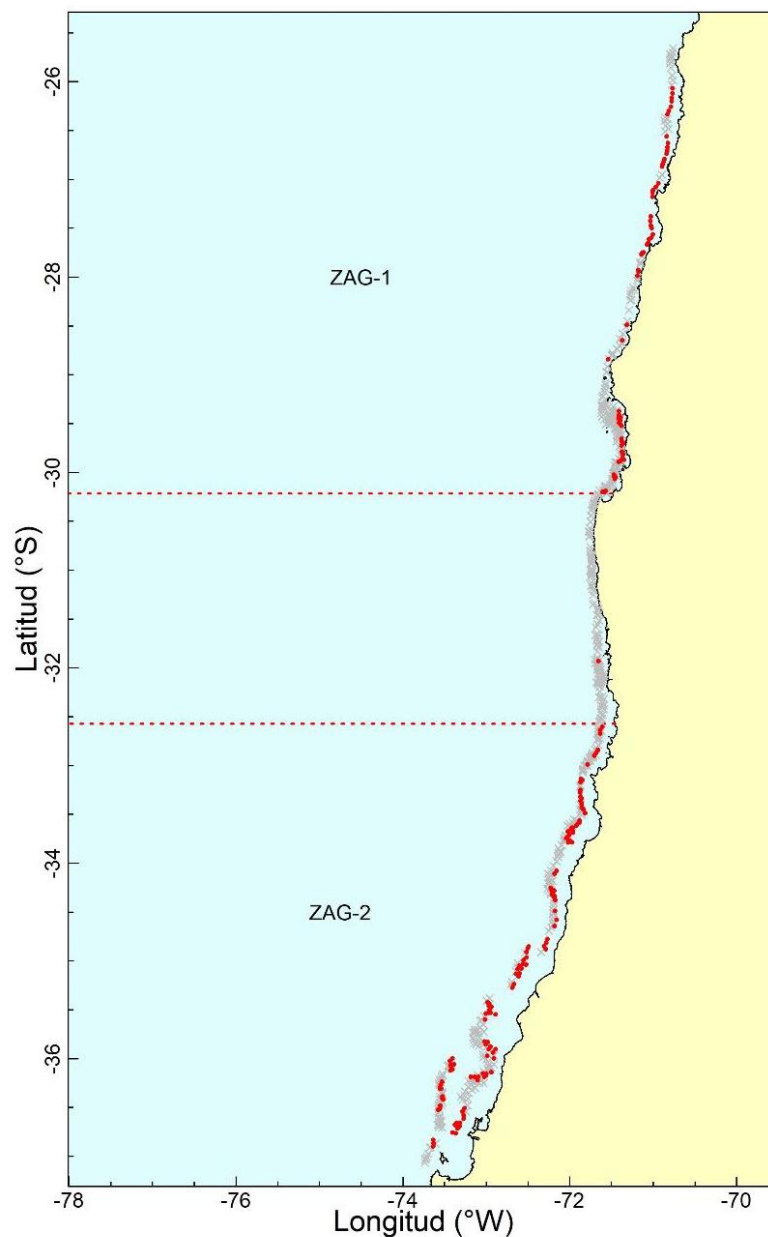


Figura 53. Distribución de langostino colorado acorde a los resultados preliminares del crucero de evaluación directa 2021. (Fuente: R. Alarcón, com. Pers).

Respecto de la distribución de frecuencia de tallas de langostino colorado se observa un gradiente latitudinal norte-sur creciente de las tallas, entre la Región de Atacama y la de Maule. Destaca la estructura con un rango amplio de tallas y la presencia de ejemplares bajo 20 mm LC en la Región del Biobío (Fig. 54).

Tabla 6. Estimación de biomasa vulnerable de langostino colorado, resultados preliminares de crucero de evaluación directa 2021. Fuente. R. Alarcón, com pers.)

Unidad Pesquería	Foco	Región	Area (km ²)	Biomasa (tons)
Norte	1	3	114.31	846.92
	2	3	164.04	3703.59
	3	3	136.98	1742.24
	4	3	46.88	45.34
	5	3	11.80	56.19
	6	4	190.57	455.87
	7	4	41.87	37.05
	8	4	36.80	12.86
Sur	9	5	77.55	57.56
	10	5	42.97	360.47
	11	5	269.36	1240.38
	12	6	37.22	1088.16
	13	6	107.68	2415.13
	14	7	223.38	7758.69
	15	7	39.72	643.94
	16	7	226.00	9972.34
	17	8	252.53	1023.24
	18	8	133.96	6906.40
	19	8	99.71	1201.03

Unidad Pesquería	Area (km ²)	Biomasa (tons)
Norte	743.2	6900.1
Sur	1510.1	32667.4
Total	2253.3	39567.4

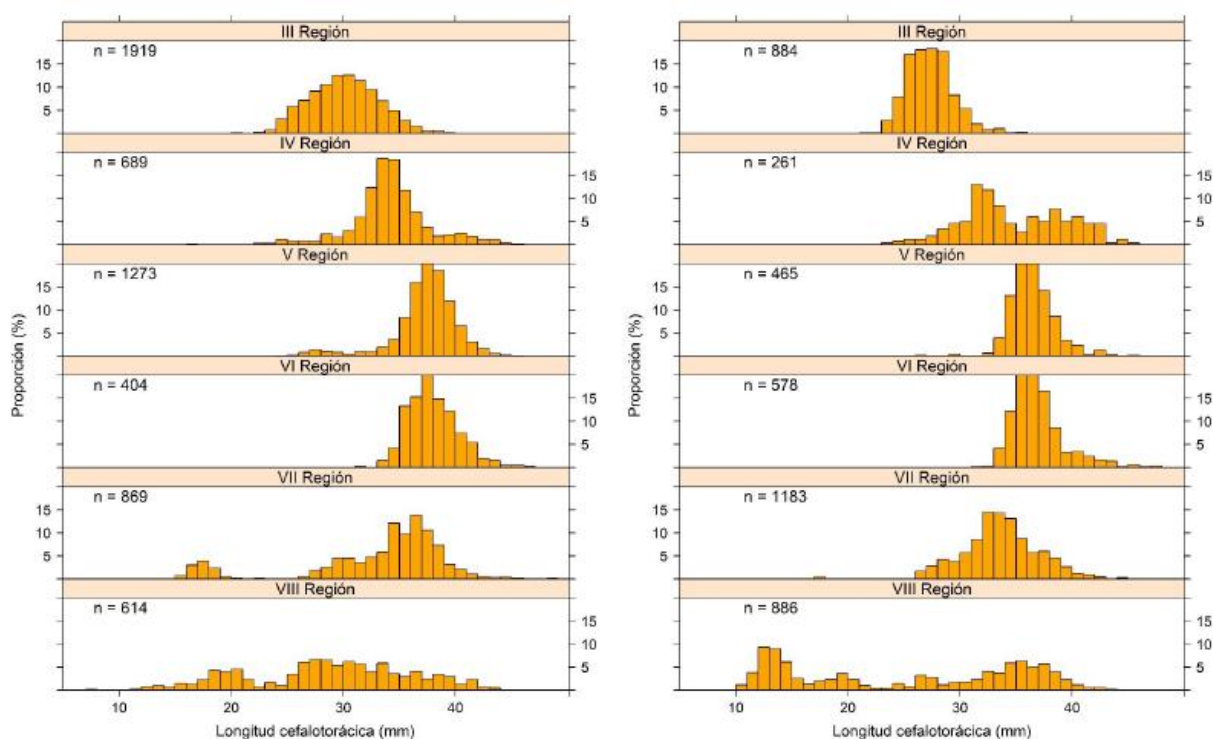


Figura 54. Distribución de frecuencia de tallas de las capturas de langostino colorado (izquierda macho, derecha hembras) del crucero de evaluación directa 2021. Fuente: R. Alarcón, com pers.

5.3. Evaluación de stock Langostino colorado

Para la evaluación del stock del recurso langostino colorado, se utilizó un modelo edad-estructurado, con datos en tallas (Maunder & Watters, 2003). Los principales supuestos, en los que se fundamenta la evaluación de stock son:

- El stock de langostino colorado está constituido por 2 sub-unidades de stock, correspondientes a la Unidad de Pesquería Norte y la Unidad de Pesquería Sur.
- El stock está compuesto por 5 grupos de edad.
- La mortalidad natural es conocida y constante entre años y edades.
- La mortalidad natural y por pesca son simultáneas (ecuación de Baranov).
- El patrón de vulnerabilidad de los individuos es a la edad y sigue un modelo logístico.
- Los reclutas corresponden a individuos a individuos de edad 2 y son estimados a partir de un reclutamiento medio y un desvío anual log-normal.
- En la UP norte, la población en 1998 es de equilibrio a partir del reclutamiento estimado
- Las series de datos utilizadas abarcan el período 1998-2020, para la unidad de pesquería norte (UPN) y 1968-2020, para la unidad de pesquería sur (UPS).

Se utilizaron dos escenarios de evaluación. El primero (Escenario 1 (Base)) considera tamaños de muestra para estimar la distribución multinomial de las estructuras de tallas, estimados mediante la metodología de Francis (2011), 2 bloques de capturabilidad del crucero, con cambio en 2004 (q) y madurez funcional de Flores (2020). El escenario 2, considera la misma configuración anterior, pero con selectividad tipo domo. Este último escenario no fue considerado para la asesoría.

a) *Langostino colorado Unidad de Pesquería Norte*

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. Respecto de las biomásas observadas por el crucero, el modelo no logra reproducir de buena manera la tendencia, debido a 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. Los desembarques son bien representados por las estimaciones del modelo en toda de la serie. (Fig. 55).

Respecto de las estructuras de tallas provenientes de las capturas comerciales, el modelo de evaluación presenta dificultades para reproducirlas (Fig. 56). Las tallas observadas en los cruceros de evaluación directa también fueron variables y el modelo tuvo dificultades de representar su estructura (Fig. 57).

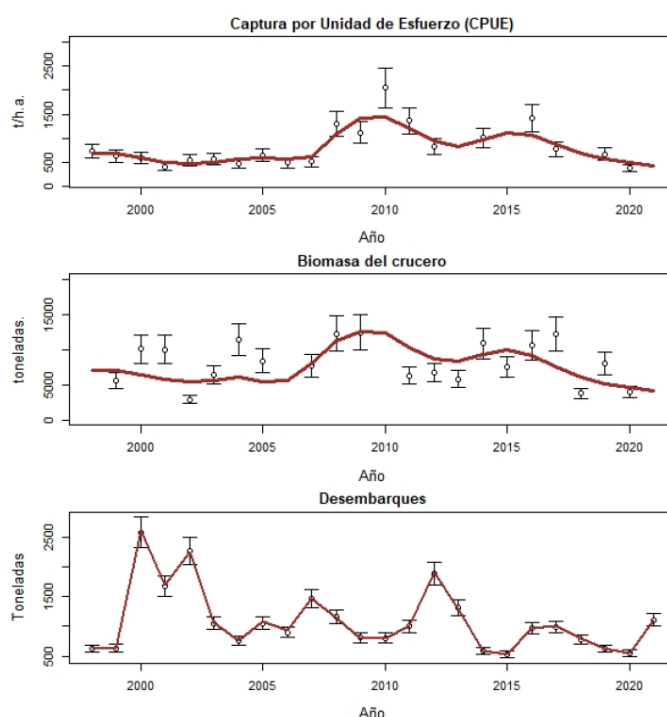


Figura 55. Ajuste del modelo a la información del índice relativo, biomasa directa y desembarques para el langostino colorado UPN. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre (líneas verticales). La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo.

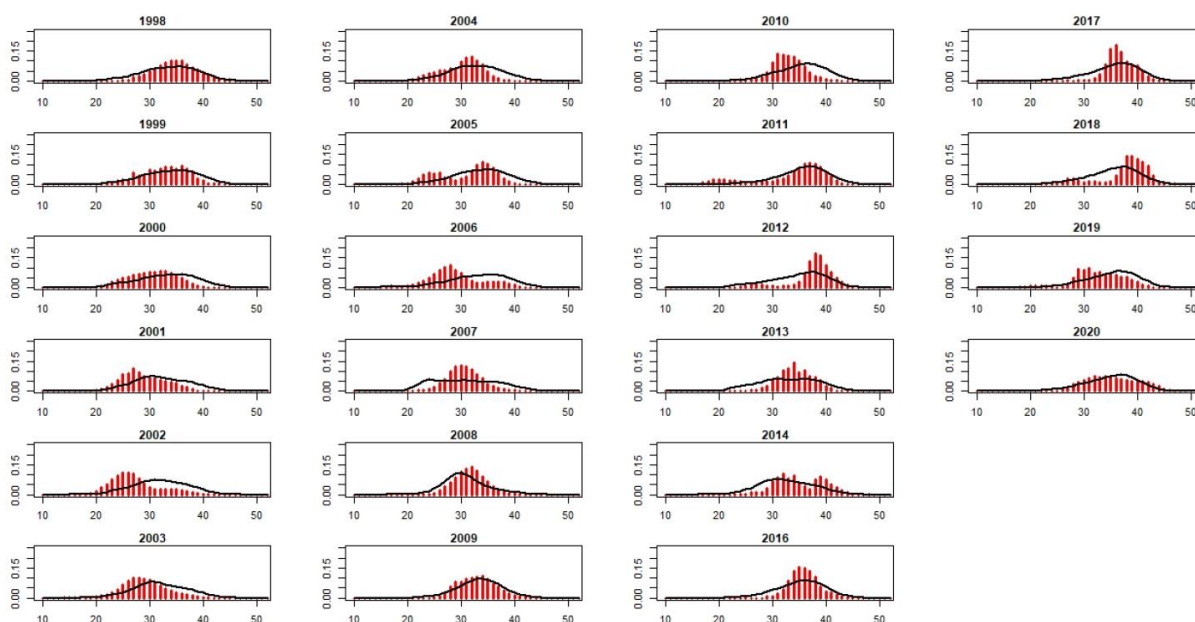


Figura 56. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de las capturas de langostino colorado UPN. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y las líneas negras muestran el ajuste del modelo.

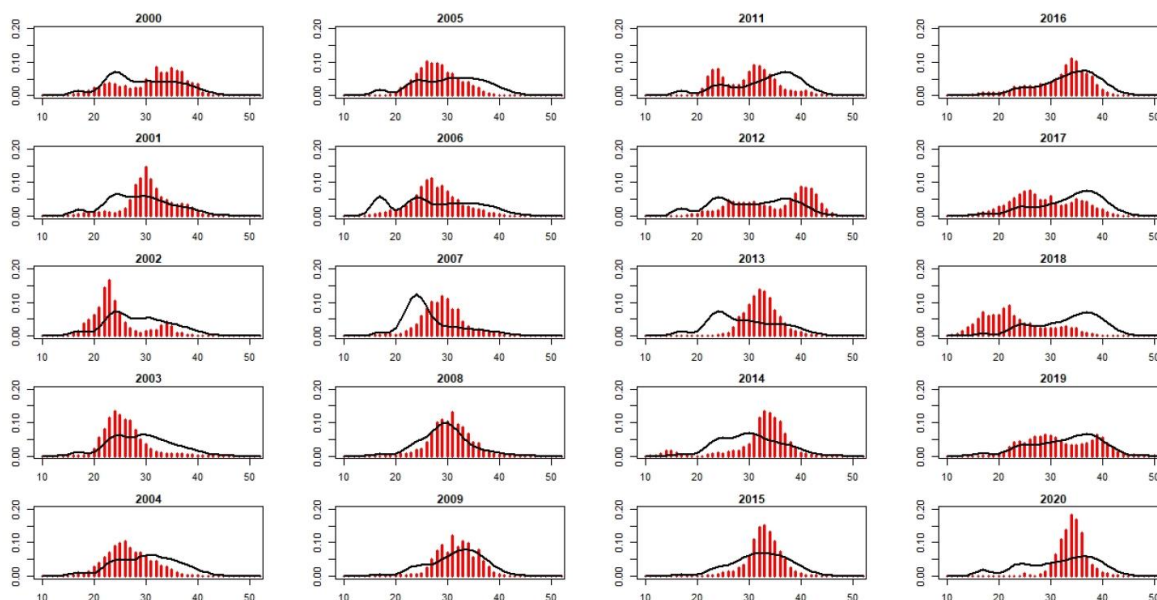


Figura 57. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de los cruceros de evaluación directa de langostino colorado UPN. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y la línea negra representa el ajuste del modelo.

En relación con las tallas medias de la flota comercial y de los cruceros de evaluación directa el modelo es adecuado y recoge la tendencia de las observaciones, con excepción de la fuerte disminución observada durante 1998 y 2002 y los cruceros de evaluación durante los años 2000-2002. En los últimos años se han observados ejemplares de mayor tamaño en la pesquería (Fig. 58), contrario a lo observado en los cruceros de evaluación, los que muestran tallas menores durante los últimos 3 años.

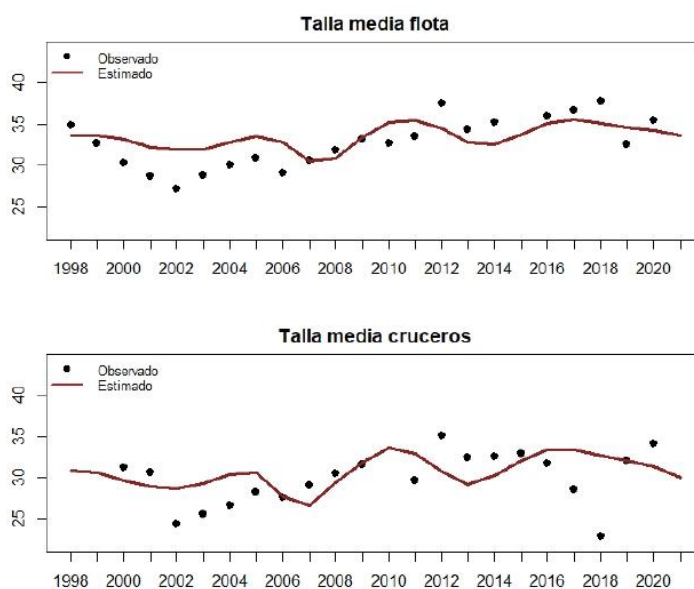


Figura 58. Tallas medias observadas (circulo) y estimadas por el modelo (línea negra), UPN, período 1998 – 2020. Panel superior Flota y panel inferior Cruceros.

Variables Poblacionales y Mortalidad por pesca

La serie de biomazas estimadas por el modelo para los años 1998 a 2021 (Fig. 59) evidencia que en los primeros años los niveles de biomasa total estaban alrededor de las 10 mil t, valor que se incrementó hasta alcanzar cerca de 17 mil t entre 2008 y 2011, lo que se explicaría por el aumento de reclutas en 2006 y bajos niveles de remoción por pesca desde el mismo año. Desde 2012, las biomazas total y desovante descienden y en el año 2021 se estimaron 7.153 t (5.094 -9.212 t., I.C. 95%) y 3.885 t (2669 – 5.101 t., I.C. 95%). Respecto del reclutamiento, se observa una reducción entre 2014 y 2019, pero vuelve a incrementarse, levemente, en los dos últimos años. Esto último es concordante con lo que reflejan las estructuras de tamaños de la flota y del crucero. La biomasa desovante del stock (3.885t) se encuentra reducida hasta 47% de la condición sin captura (0,47BDo), siendo el objetivo el 40% de la biomasa desovante virgen (3.308 t) (Fig. 60).

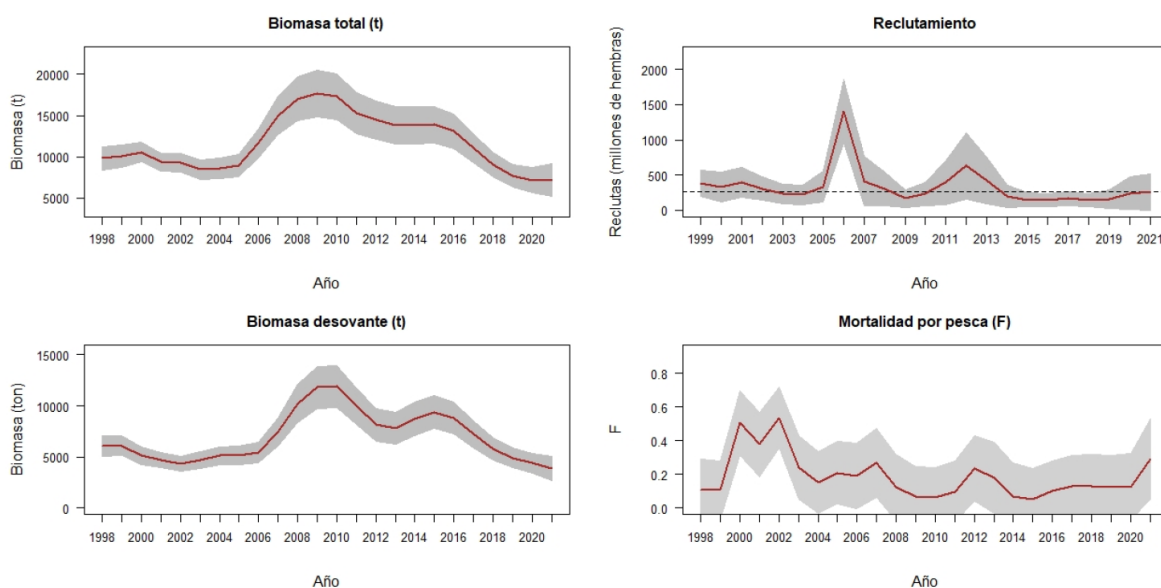


Figura 59. Biomasa total, desovante (t) reclutas (n°) y mortalidad por pesca estimadas por el modelo para el langostino colorado UPN, período 1998 - 2020. La línea roja punteada corresponde al reclutamiento medio (R_0).

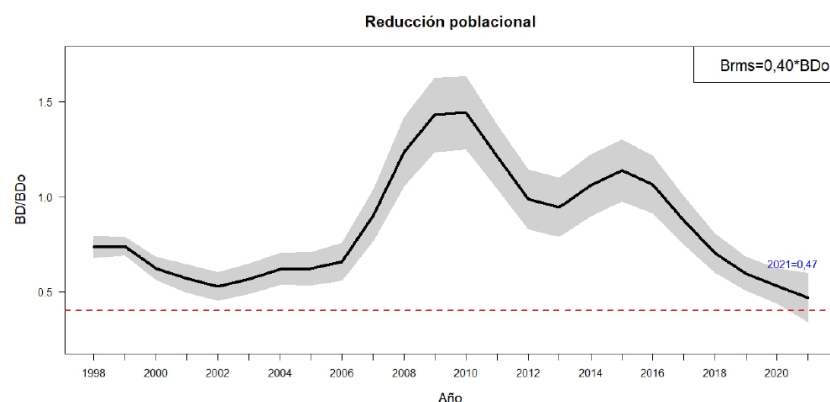


Figura 60. Reducción de la biomasa desovante, respecto de la biomasa desovante y la biomasa desovante virginal en la pesquería del langostino colorado UPN. La línea segmentada roja corresponde a la B_{RMS} .

Diagnóstico y estatus

En la UPN del langostino colorado, los resultados indican que, desde una condición de ausencia de explotación en 1998, el stock pasa a estar sometido a importantes niveles de mortalidades por pesca entre los años 2000 y 2003. Posteriormente, los niveles de mortalidad por pesca disminuyen drásticamente, manteniéndose en niveles bajo el F_{RMS} , hasta el año 2021 (Fig. 61), siendo la relación $F_{2021}/F_{RMS} = 0.71$.

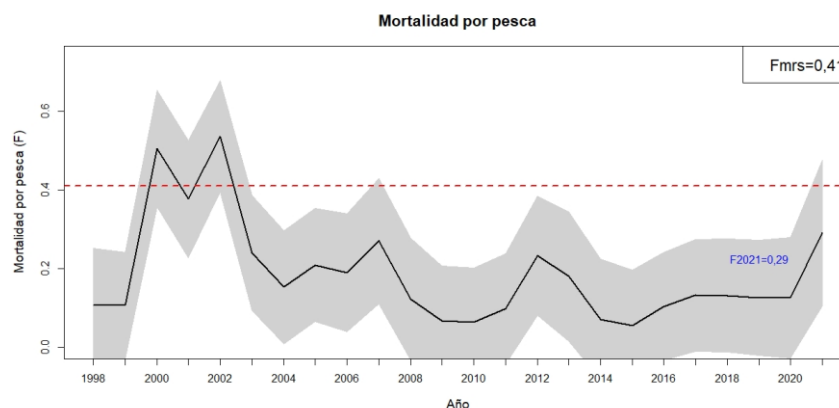


Figura 61. Mortalidad por pesca para el langostino colorado UPN entre los años 1998-2021. La línea roja segmentada corresponde al valor de F_{RMS} .

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 sobreexplotación y 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 bajo el RMS. El aumento de los niveles de biomasa del recurso, observado a fines de la primera década del 2000, lo llevó a la subexplotación, condición en la que se encuentra actualmente, debido a que su biomasa desovante está por debajo de la biomasa que genera

el RMS ($BD/BDRMS=1,17$) (Fig. 62) y la mortalidad por pesca actual ($F_{2021} = 0.29$) es menor que el PBR objetivo ($F_{RMS} = 0.41$).

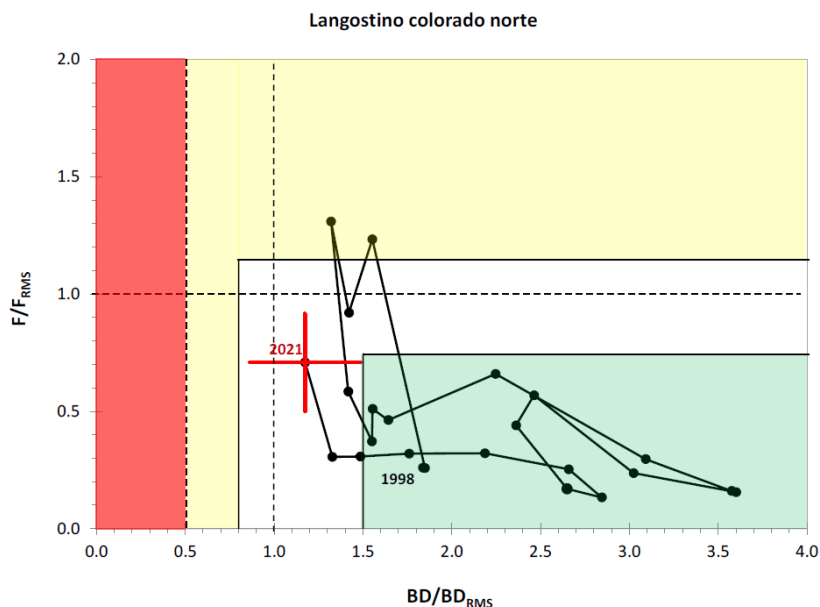


Figura 62. Diagrama de fase del langostino colorado UPN en el modelo base.

Proyecciones y CBA

Se evaluaron dos estrategias en la proyección de captura y biomasa desovante. Con la estrategia de mantener los actuales niveles de mortalidad por pesca ($F_{sq} = 0,31$) los desembarques disminuirían los primeros años de proyección, para luego aumentar hasta el año 2029 y mantenerse en torno a las 1100 t. Por su parte con la estrategia de F_{RMS} , la captura, en el largo plazo, se alcanzaría alrededor de 1300 t. En relación a la biomasa desovante con la estrategia del F_{sq} , se lograría alcanzar, en el año 2025, una biomasa cercana a 4.000 t y con F_{RMS} , la biomasa desovante alcanzaría, en el largo plazo, alrededor de 33.00 t (Fig. 63).

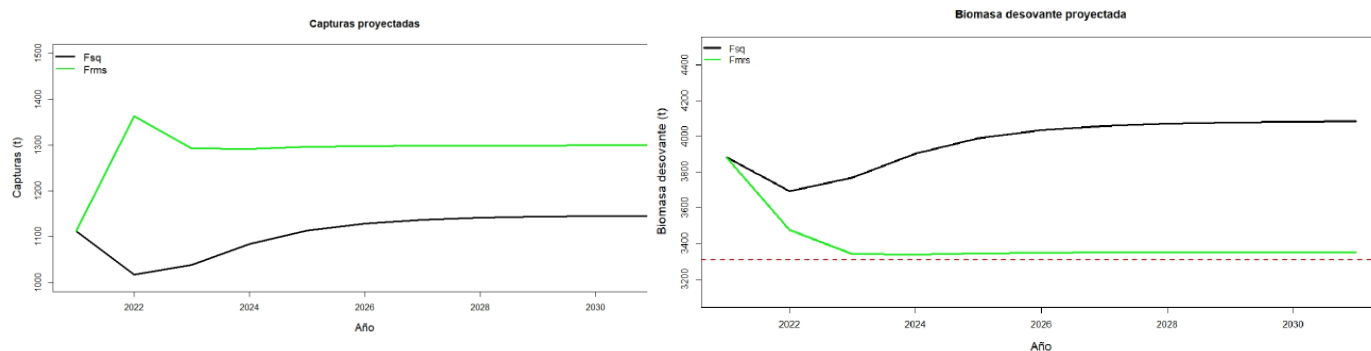


Figura 63. Trayectorias de la captura (izquierda) y biomasa desovante (t) (derecha) proyectada para langostino colorado en la UPN ante distintas estrategias de explotación (F_{sq} , y F_{RMS}) en el largo plazo (10 años). Se muestra referencialmente la BD_{RMS} ($0.4 \cdot DBo$) (línea segmentada horizontal).

Las capturas proyectadas del langostino colorado en la UPN ante distintas estrategias de explotación en función de un F constante indica que al aplicar la estrategia del FRMS, con un rango de probabilidad entre 10% y 50% de exceder ese objetivo, la CBA para el año 2022 se encontraría entre 1001 y 1346 toneladas. (Tabla 6)

Tabla 6. Escenarios de Capturas Biológicamente Aceptables del langostino colorado UPN para 5 niveles de riesgo de exceder la estrategia de F evaluada.

Fcte	Media	Desv.st	p ($F > \text{Preferencia}$)				
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
F_{MRS}	1346	269	1001	1119	1205	1278	1346
F46	1353	270	1006	1125	1211	1284	1353

b) Langostino colorado Unidad de Pesquería Sur.

Se ajustó el modelo de evaluación de stock de langostino colorado de la UPS en el período comprendido entre 1968 y 2020. A pesar de que en algunos años no se cuenta con información de los rendimientos de la flota, el modelo reproduce adecuadamente la tendencia de los valores observados (Fig. 64). En términos del desembarque, el modelo se ajusta adecuadamente a los datos observados, lo que es esperable debido al alto peso informativo (bajo coeficiente de variación) que se le asigna a esta pieza de información en el modelo de evaluación de stock.

El modelo logra reproducir la señal de la biomasa vulnerable del crucero de evaluación directa, en casi la totalidad de la serie, siendo la excepción el periodo 2009-2011, el cual subestima los valores observados. Respecto de las estructuras de tallas, el modelo no logra reproducir de manera adecuada las observaciones de las estructuras de tallas observadas en la flota comercial, los años previos a 1996 (Fig. 65). Lo anterior podría estar ocurriendo por variaciones en el patrón de explotación de la flota, debido a cambios en la operación o variaciones tecnológicas.

Las estimaciones de las estructuras de tamaños son relativamente mejores en el crucero de evaluación directa, pero tiene dificultades cuando se observan composiciones bi-modales (Fig. 66).

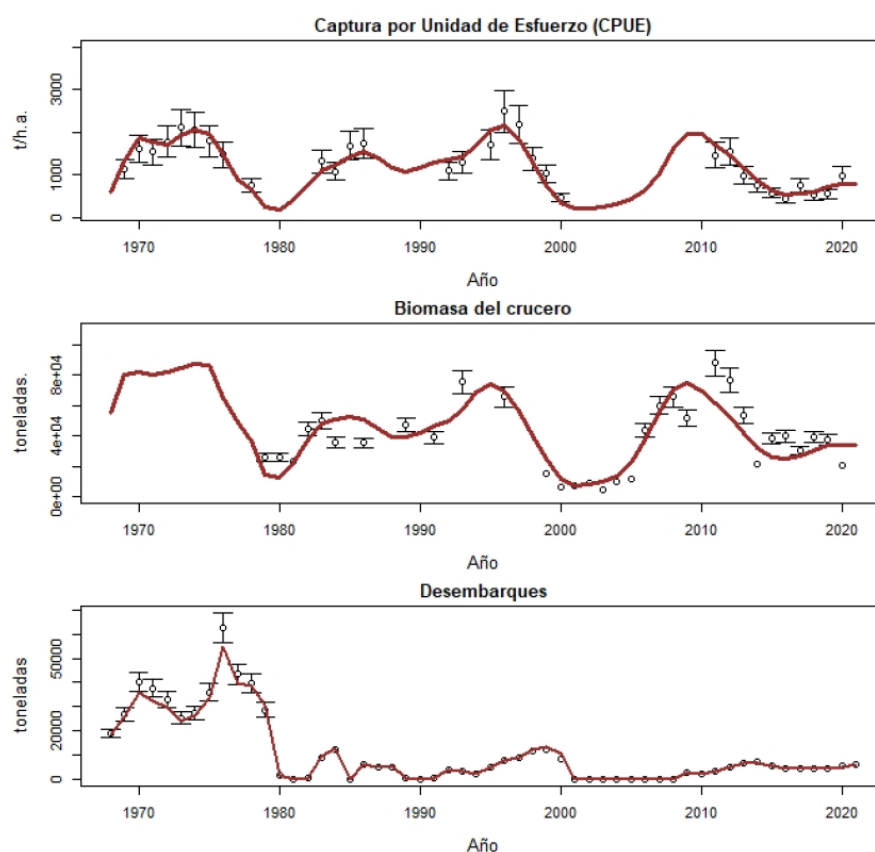


Figura 64. Ajuste del modelo al índice relativo, biomasa directa y desembarques para el langostino colorado UPS. Los puntos representan a las observaciones junto a sus niveles de incertidumbre (líneas verticales). La línea negra sólida muestra el valor estimado por el modelo.

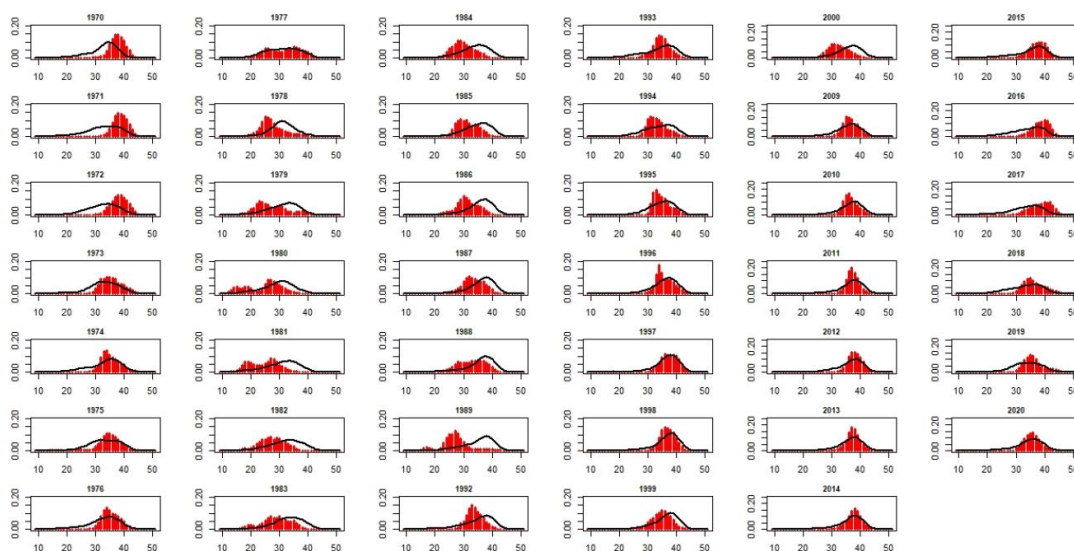


Figura 65. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de las capturas de langostino colorado UPS. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y las líneas negras muestran el ajuste del modelo.

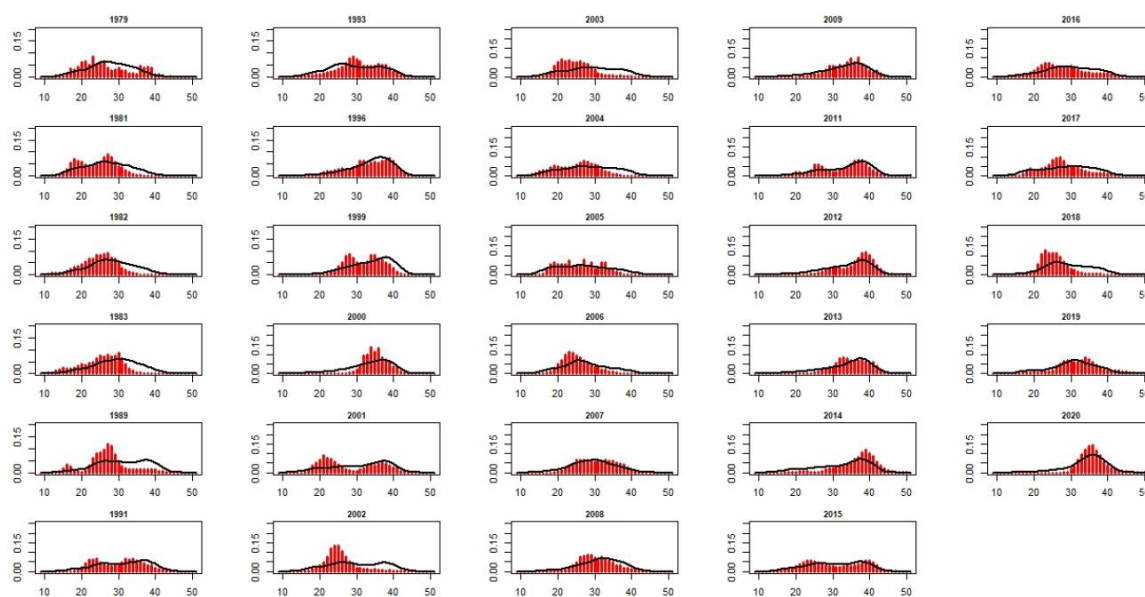


Figura 66. Ajuste del modelo a las estructuras de talla de los cruceros de evaluación directa de langostino colorado UPS. Las barras representan las proporciones de capturas observadas y la línea negra muestra el ajuste del modelo.

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, salvo en el período previo a 1989. 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. 67).

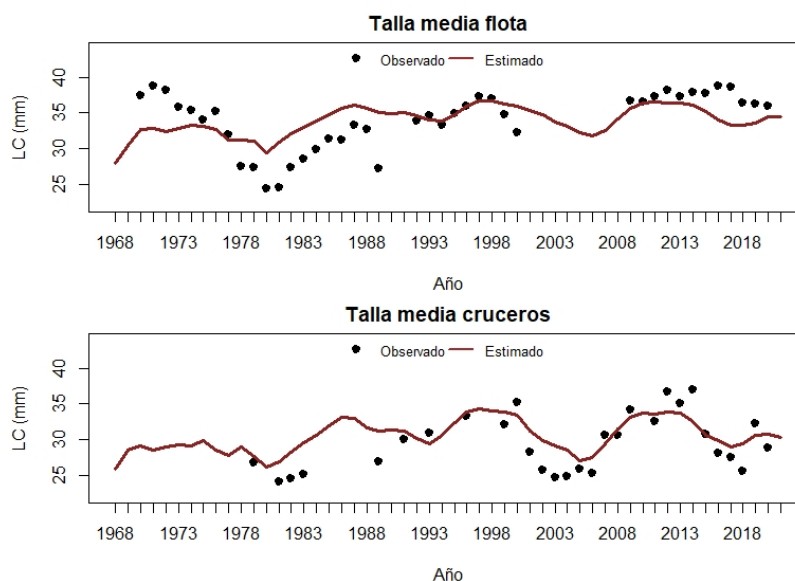


Figura 67. Tallas medias observadas (circulo) y estimadas por el modelo (línea negra), UPS, período comprendido entre 1968 – 2020. En panel superior se presentan las tallas medias de la flota comercial y en el panel inferior las tallas provenientes de los cruceros.

Variables poblacionales y mortalidad por pesca

De las trayectorias de las biomazas estimadas por el modelo base para el período 1968-2021 (Fig. 68) se observa que, en condición virginal, la biomasa total se encontraba entre 120 y 150 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 1995, 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 5 años, alcanzando en 2021, valores de biomasa total y desovante iguales a 47.793 t (35.329 -60.257 t., I.C. 95%) y 25.679 t (18.942 -32.417 t., I.C. 95%), respectivamente.

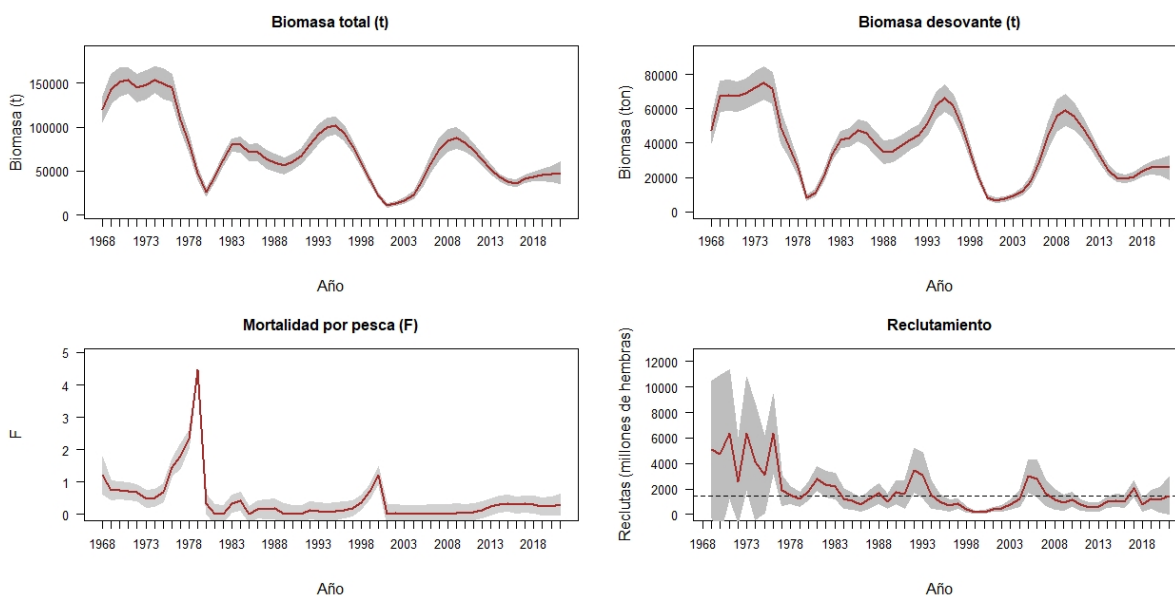


Figura 68. Biomasa total, reclutamientos, biomasa desovante y mortalidad por pesca estimados por el modelo para el langostino colorado de la UPS, período 1968-2017.

Diagnóstico y estatus del recurso

La estimación del modelo de evaluación de stock muestra que la población, posterior al inicio de la pesquería, se redujo en términos del stock reproductivo, 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 hasta 1995. Luego, la población se reduce a niveles inferiores a la condición límite (20%·BD0) lo que provocó el cierre de la pesquería hasta el año 2010. Posteriormente, debido al reinicio de la operación de pesca, el stock se reduce, pero esta vez a niveles en torno a biomasa desovante objetivo (Fig. 69).

En relación a la mortalidad por pesca, las trayectorias muestran que al inicio de la pesquería hubo un brusco incremento de la presión de pesca, alcanzando el máximo valor en 1979. Desde 1980 en

adelante, la mortalidad por pesca se ha mantenido en niveles por debajo del objetivo de manejo (F_{MRS}). En la actualidad la mortalidad por pesca ($F_{2021} = 0,31$), se encuentra bajo el nivel de remoción objetivo ($F_{MRS} = 0,56$) (Fig. 70).

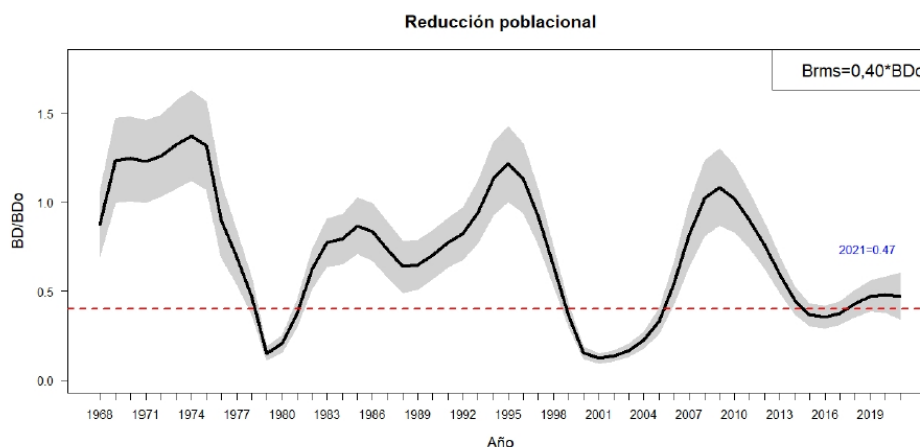


Figura 69. Razón de la biomasa desovante y la biomasa desovante virginal en la pesquería del langostino colorado UPS. La línea segmentada roja corresponde a la B_{RMS}

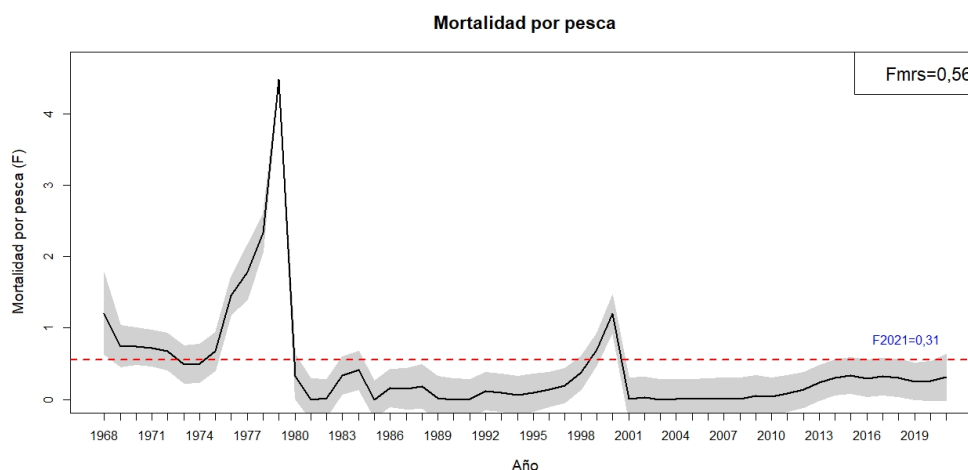


Figura 70. Mortalidad por pesca para el langostino colorado UPS entre los años 1968-2021. La línea roja segmentada corresponde al valor del PBR objetivo (F_{MRS}).

Diagrama de Fases langostino colorado

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. 71). La mortalidad por pesca, que se aplicó el último año (0,31), se encuentra por debajo del objetivo que se espera alcanzar $F_{45\%} = 0,56$. A pesar de lo anterior, se debe ser precautorio, debido a que los niveles de biomasa y reclutamientos no muestran incrementos considerables y los niveles de mortalidad por pesca muestran una tendencia levemente creciente, pero estables en los últimos

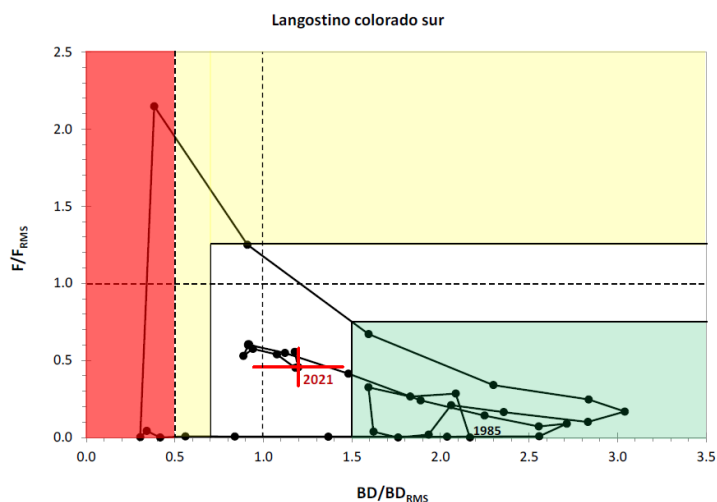


Figura 71. Diagrama de fase del langostino colorado UPS en el modelo base. En el eje X BD/BD_{RMS} y en el eje Y las trayectorias de la mortalidad por pesca históricas sobre el F proxy del RMS ($F_{45\%}$).

Proyecciones y CBA

Estas variables están medidas en función de la estrategia de explotación a utilizar, que corresponden a F_{sq} y F_{RMS} . En ambos casos, las capturas aumentarían el primer año de proyección. En el largo plazo, la captura, con la estrategia de explotación F_{sq} , se encontraría cercana a 7.200 t. Las capturas asociadas al F_{RMS} , en el largo plazo, se encontrarían en torno a 9.000 t. (Fig. 72)

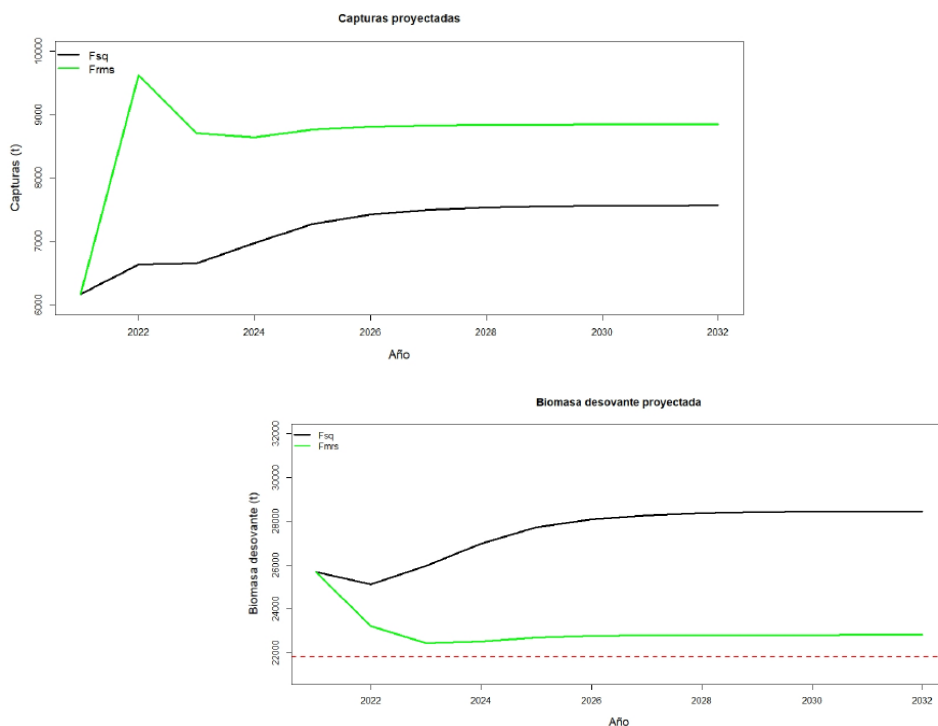


Figura 72. Trayectorias de las capturas (t) (superior) y biomasa desovantes (t) proyectadas (inferior) en el langostino colorado UPS ante distintas estrategias de explotación (F_{sq} y F_{MRS}) en el largo plazo (10 años).

Siguiendo la misma metodología empleada en la estimación de CBA para el langostino colorado UPN, se realizó la proyección de la captura y biomasa desovante para el langostino UPS. Estas variables están medidas en función de la estrategia de explotación a utilizar, que corresponden a F_{sq} y F_{MRS} . En ambos casos, las capturas aumentarían el primer año de proyección. En el largo plazo, la captura, con la estrategia de explotación F_{sq} , se encontraría cercana a 7.200 t. Las capturas asociadas al F_{MRS} , en el largo plazo, se encontrarían en torno a 9.000 t.

Tabla 7. Escenarios de Capturas Biológicamente Aceptables del langostino colorado UPS para 6 niveles de probabilidad de exceder la estrategia de F evaluada.

			p(F > Preferencia)					
Fcte	Media	Desv.st	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Frms	9498	1493	7042	7584	8241	8715	9120	9498
Fsq	6546	1029	4853	5227	5680	6006	6285	6546

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

a) Establecimiento de estatus y recomendación de CBA 2022 de Langostino Colorado Valparaíso – Biobío

Durante la discusión, hubo consenso en cuanto a señalar que los indicadores de la pesquería muestran reducciones importantes en términos de biomasa vulnerable en la Región de Coquimbo, con valores notoriamente disminuidos en la gran Bahía de Coquimbo e inexistencia de capturas a lo largo de extensas zonas localizadas al sur Punta de Lengua de Vaca. Así, el comité considera que existen fuertes evidencias que indican agotamientos locales de biomasa vulnerable y que el langostino colorado en su Unidad de Pesquería Norte se distribuye en la actualidad principalmente en lugares en donde la flota no presenta operación, específicamente en la Región de Atacama (Caldera).

El CCT-CD concuerda con los resultados de la evaluación de stock, considerando el modelo base, tanto en términos del estatus del recurso como en términos de los posibles escenarios de explotación. En atención a ello determina que el estatus del recurso es de **Plena Explotación y sin sobrepesca**. Respecto de la recomendación de la Captura Biológicamente Aceptable (CBA) consideró el valor máximo de 1001 toneladas, acorde al escenario que considera un riesgo de 10% de exceder el valor límite de mortalidad por pesca. Se precisa que este valor incluye el descarte. En consecuencia, el rango de CBA recomendado para el 2022 por el CCT-CD es **[801 - 1.001]** toneladas.

b) Establecimiento de estatus y recomendación de CBA 2022 de Langostino Colorado Valparaíso – Biobío

El CCT adopta la recomendación proveniente de la evaluación de stock, tanto en términos de estatus como de CBA. Dado los niveles de reducción de stock el CCT-CD establece que el estatus de langostino colorado en la unidad de pesquería sur es **Plena explotación y sin sobrepesca**, en tanto que la CBA máxima recomendada es 7.584 toneladas, considerando el descarte y el nivel de riesgo de exceder la mortalidad por pesca límite de 10%. Sin embargo, al aplicar la regla de control de captura establecida en el plan de manejo, que indica que la cuota no debe exceder más del 15% de la cuota del año anterior, la captura máxima es 7.298 toneladas, por lo tanto, el rango de CBA recomendado para el 2022 es **[5.838 – 7.298]** toneladas.

El CCT-CD observa que llama la atención la diferencia observada durante el 2021 entre los niveles de desembarque registrados y lo observado en el monitoreo de la pesquería. Se sugiere realizar un análisis en profundidad de este aspecto por cuanto podría ser un factor de incertidumbre que afectaría la asesoría del próximo año.

6.- CONCLUSIONES

a) Resumen de la Asesoría de langostino amarillo

Langostino Amarillo Atacama – Coquimbo

Indicador de reducción de biomasa (BD/BD ₀)	0,44
Indicador F/F _{RMS}	0,31
Estatus	Plena explotación
% riesgo de no alcanzar el Objetivo	10%
Rango de CBA recomendado (t)	1.366 – 1.708

Langostino amarillo Valparaíso - Biobío

Indicador de reducción de biomasa (BD/BD ₀)	0,74
Indicador F/F _{RMS}	0,48
Estatus	Sub explotado
% riesgo de no alcanzar el Objetivo	10%
Rango de CBA recomendado (t)	1.864 - 2.331

b) Resumen de la Asesoría de langostino colorado

Langostino colorado Arica Parinacota – Coquimbo

Indicador de reducción de biomasa (BD/BD ₀)	0,47
Indicador F/F _{RMS}	0,71
Estatus	Plena explotación
% riesgo de no alcanzar el Objetivo	10%
Rango de CBA recomendado (t)	801 – 1.001

Langostino colorado Valparaíso - Biobío

Indicador de reducción de biomasa (BD/BD ₀)	0,47
Indicador F/F _{RMS}	0,31
Estatus	Plena explotación
% riesgo de no alcanzar el Objetivo	10%
Rango de CBA recomendado (t)	5.838 – 7.298

ANEXO**Lista de documentos técnicos**

- Ahumada, M., D. Queirolo, P. Apablaza, R. Wiff, G. Plaza, M. Lima, J. Montero, A. Flores & S. Klarian. 2021. Evaluación directa de langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon entre las regiones de Antofagasta y Biobío, año 2020. Convenio de Desempeño 2020. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero. 358 pp.
- 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. & A. Yáñez. 2021. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2022: Estatus y Posibilidades de explotación para langostino amarillo, langostino colorado y camarón nailon. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. 366 pp.
- Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 2021. Minuta: Estatus y CBA de Langostino Amarillo presentados en Comité Científico Técnico Crustáceos Demersales. 05 - Octubre – 2021. 32 pp.
- Román, C., V. Escobar, M. San Martín, C. Bernal, C. Vargas, L. Adasme, J. López, J. Azócar, J. Saavedra & C. Bravo. 2021. Programa de investigación y monitoreo del descarte y de la captura de pesca incidental en Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2020-2021. Convenio de desempeño 2020. Informe Final Sección I. Instituto de Fomento Pesquero. 239 pp.
- Zilleruelo, M., C. Bravo & D. Párraga. 2021. Programa de Seguimiento de las Pesquerías de Crustáceos Demersales 2020: Crustáceos Demersales. Informe Final Convenio de Desempeño 2020. Instituto de Fomento Pesquero. 160 pp.
- Zilleruelo, M., C. Bravo & D. Párraga. 2021. Programa de Seguimiento de las Principales Pesquerías Nacionales, año 2021: Crustáceos Demersales. Informe de Avance. Instituto de Fomento Pesquero. 94 pp.