

Universidad de Concepción
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Departamento de Oceanografía



INFORME TÉCNICO 2021-01

Convenio UdeC – Camanchaca Pesca Sur

**Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de
langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-
sur, año 2020**
Concepción – mayo 2021



COPAS Sur-Austral
Ciencias y Desarrollo para el sur de Chile
sur-austral.udec.cl

Convenio UdeC – Camanchaca Pesca Sur

INDICADORES BIOLÓGICOS Y PESQUEROS DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTINO COLORADO Y
LANGOSTINO AMARILLO EN LA ZONA CENTRO-SUR, AÑO 2020
Departamento de Oceanografía – Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

Luis A. Cubillos (Ed.)

Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile
Concepción- 2019

Citar como:

Cubillos L.A. (Ed.) 2020. Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur, año 2020. Informe Técnico 2021-01.

INSERTAR DERECHOS AQUI

PRESENTACION

En este documento se comunican resultados de productos de monitoreo e investigación de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo que opera en la unidad de pesquería sur por Camanchaca Pesca Sur SA.

En el Capítulo I se comunica el desempeño operacional de indicadores pesqueros y biológicos durante el año 2020, consistente principalmente en el análisis espaciotemporal de las capturas, esfuerzo de pesca, rendimientos de pesca, tallas promedio, proporción sexual, composición de tallas y cambios en la proporción de hembras maduras.

En el ámbito de los productos de investigación, en el Capítulo II se determina el crecimiento en longitud y la tasa de mortalidad natural de langostino colorado en la zona centro-sur. En el Capítulo III se indica el contexto espacial de la pesquería de langostinos respecto de la huella de arrastre en el periodo 2016-2020.

Prof. Dr. Luis Cubillos

Departamento de Oceanografía
Universidad de Concepción
Tel.: 41 2207233 - 41 2661274

ÍNDICE GENERAL

1. DESEMPEÑO OPERACIONAL DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO, AÑO 2020	11
RESUMEN.....	12
INTRODUCCION	13
<i>Objetivo general</i>	13
<i>Objetivos específicos</i>	13
ACTIVIDAD PESQUERA	14
<i>Caladeros de pesca</i>	14
<i>Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca</i>	16
<i>Profundidad de las capturas</i>	19
<i>Aspectos Biológicos</i>	19
<i>Proporción sexual y talla promedio</i>	20
<i>Composición de tallas en las capturas</i>	22
<i>Relación longitud-peso</i>	25
<i>Aspectos reproductivos</i>	26
<i>Discusión y conclusiones</i>	28
2. CRECIMIENTO DE LANGOSTINO COLORADO EN CHILE CENTRAL (35°S-37°S)	29
RESUMEN.....	31
INTRODUCCION	31
MATERIALES Y METODOS	32
<i>Datos</i>	32
RESULTADOS.....	34
DISCUSION	41
REFERENCIAS	42
3. HUELLA DE ARRASTRE DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTINOS EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE	45
RESUMEN.....	47
INTRODUCCION	47
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ESFUERZO DE PESCA.....	48
<i>Periodo 2016-2020</i>	48
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
REFERENCIAS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS LANCES DE PESCA ORIENTADOS A LANGOSTINO COLORADO (A) Y LANGOSTINO AMARILLO (B), EN LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR DURANTE EL AÑO 2020. SE INDICA EL LÍMITE DE CINCO MILLAS NÁUTICAS Y LA ISOBATA DE 200 M.	14
FIGURA 1.2. CALADEROS DE PESCA VISITADOS DURANTE EL 2020.	15
FIGURA 1.3. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LOS LANCES DE PESCA ORIENTADOS A LANGOSTINO COLORADO EN LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR DURANTE MARZO-DICIEMBRE DE 2020.	16
FIGURA 1.4. DISTRIBUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE PESCA (CAPTURA POR HORA DE ARRASTRE) DE LANGOSTINO COLORADO (A) Y LANGOSTINO AMARILLO (B) EN LA UNIDAD DE PESQUERÍA SUR, MARZO-DICIEMBRE DE 2020.	18
FIGURA 1.5. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DEL TIEMPO DE ARRASTRE (HORAS) (A) Y RENDIMIENTO (KG/HORA DE ARRASTRE) (B), DE LANGOSTINO COLORADO (ROJO) Y LANGOSTINO AMARILLO (AMARILLO), AÑO 2020.	18
FIGURA 1.6. PROFUNDIDAD DE CAPTURA DE LANGOSTINO AMARILLO (LAM), LANGOSTINO COLORADO (LCOL) Y DE LANCES EN DONDE SE CAPTURARON AMBAS ESPECIES (LCOL/LAM), DURANTE LA CAPTURA COMERCIAL DE 2020.	19
FIGURA 1.7 TALLA PROMEDIO (LC, MM) DE LANGOSTINO COLORADO (A) Y LANGOSTINO AMARILLO (B) EN EL PERIODO 2016-2020.	21
FIGURA 1.8. COMPARACIÓN DE LA TALLA (LC MM) DE LANGOSTINO COLORADO (A) Y LANGOSTINO AMARILLO (B) DURANTE EL 2020.	22
FIGURA 1.9. COMPOSICIÓN DE TALLAS DE LANGOSTINO COLORADO POR MESES, EN LAS CAPTURAS DEL 2020.	22
FIGURA 1.10. COMPARACIÓN DE LAS TALLAS DE LANGOSTINO COLORADO DE HEMBRAS (PANEL SUPERIOR) Y MACHOS (PANEL INFERIOR), POR ZONAS EN LAS CAPTURAS DE 2020.	23
FIGURA 1.11. COMPOSICIÓN DE TALLAS DE LANGOSTINO AMARILLO POR MES Y SEXO, EN LAS CAPTURAS DE 2020.	24
FIGURA 1.12. COMPARACIÓN DE LAS TALLAS DE LANGOSTINO AMARILLO DE HEMBRAS (PANEL SUPERIOR) Y MACHOS (PANEL INFERIOR), POR ZONAS EN LAS CAPTURAS DE 2020.	24
FIGURA 1.13. RELACIÓN LONGITUD-PESO (EN ESCALA LOG) DE LANGOSTINO COLORADO (A) Y LANGOSTINO AMARILLO (B) ENTRE SEXOS, 2020.	25
FIGURA 1.14. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE TALLAS MENSUALES DE EJEMPLARES HEMBRA NORMALES Y OVÍGERAS DE LANGOSTINO COLORADO (A) Y LANGOSTINO AMARILLO (B), AÑO 2020.	27
FIGURA 1.15. COMPARACIÓN DE HEMBRAS OVÍGERAS DE LANGOSTINO COLORADO (PANEL SUPERIOR) Y LANGOSTINO AMARILLO (PANEL INFERIOR), ENTRE LOS AÑOS 2016, 2017, 2018 Y 2019.	27
FIGURA 2.1. ORDEN DE MENOR A MAYOR DE LAS TALLAS MEDIAS IDENTIFICADAS PARA MACHOS Y HEMBRAS DE LANGOSTINO COLORADO. LAS LÍNEAS VERTICALES REPRESENTAN ± 1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR.	37
FIGURA 2.2 NÚMERO DE CLASES DE EDAD IDENTIFICADOS MEDIANTE SALTOS EN LA LONGITUD MEDIA Y ESTABILIDAD DE LA MEDIA (LÍNEAS ROJAS) DE HEMBRAS Y MACHOS DE LANGOSTINO COLORADO.	37
FIGURA 2.3. CRECIMIENTO EN LONGITUD DE HEMBRAS Y MACHOS DE LANGOSTINO COLORADO SEGÚN EL MODELO DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY.	38
FIGURA 2.4. REGRESIÓN EJE MAYOR (MA) ENTRE LA CONSTANTE DE CRECIMIENTO Y LA LONGITUD ASINTÓTICA (TRANSFORMADOS A LOGARITMO). EL PUNTO NEGRO MUESTRA LA ESTIMACIÓN DE ESTE ESTUDIO PARA AMBOS SEXOS. LA ELIPSE REPRESENTA 95% DE CONFIANZA.	40
FIGURA 2.5. REGRESIÓN EJE MAYOR (MA) ENTRE LA CONSTANTE DE CRECIMIENTO Y LA LONGITUD ASINTÓTICA (TRANSFORMADOS A LOGARITMO) PARA HEMBRAS (LÍNEA AZUL) Y MACHOS (LÍNEA AMARILLA). LOS PUNTOS SÓLIDOS CORRESPONDEN A LAS ESTIMACIONES DE ESTE ESTUDIO.	41
FIGURA 3.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS OPERACIONES DE PESCA DE ARRASTRE REALIZADAS SOBRE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO EN EL PERIODO 2016-2020 (PUNTOS ROJOS), Y SU COMPARACIÓN CON LA HUELLA DE ARRASTRE HISTÓRICA SUGERIDO POR SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA PARA LA ZONA CENTRO-SUR (POLÍGONO AMARILLO) EN BASE A LA PESCA DE ARRASTRE DE MERLUZA COMÚN Y LANGOSTINOS.	48
FIGURA 3.2. CAMBIOS INTERANUALES EN LA COBERTURA DE LAS OPERACIONES DE PESCA DE ARRASTRE DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO EN LA UPS, AÑOS 2016 A 2019.	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1. INDICADORES OPERACIONALES DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO DURANTE 2020, UNIDAD DE PESQUERÍA SUR.	17
TABLA 1.2. COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE PESCA (KG/HA) DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO OBTENIDO EN 2020 RESPECTO DEL RENDIMIENTO PROMEDIO EN EL PERIODO 2019 (KG/HA).....	19
TABLA 1.3. NÚMERO DE EJEMPLARES (N), PROPORCIÓN SEXUAL (PROP.), TALLA PROMEDIO (LC), DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE), TALLA MÍNIMA (MIN.) Y MÁXIMA (MAX.) REGISTRADA DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO EN LAS CAPTURAS 2020. .	20
TABLA 1.4. COEFICIENTES PARA LA RELACIÓN LONGITUD-PESO (EN ESCALA LOG) DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO.	25
TABLA 1.5. FRACCIÓN PORCENTUAL DE HEMBRAS OVÍGERAS Y HEMBRAS MADURAS DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO EN 2020.	26
TABLA 2.1. COMPONENTES NORMALES DE EDAD IDENTIFICADOS EN LOS DATOS DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LONGITUDES DE HEMBRAS DE LANGOSTINO COLORADO POR MES Y ZONA DE PESCA, AÑO 2020.	34
TABLA 2.2. COMPONENTES NORMALES DE EDAD IDENTIFICADOS EN LOS DATOS DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DE LONGITUDES DE MACHOS DE LANGOSTINO COLORADO POR MES Y ZONA DE PESCA, AÑO 2020.	35
TABLA 2.3. ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN LONGITUD DE MACHOS Y HEMBRAS Y AMBOS SEXOS EN CONJUNTO DE LANGOSTINO COLORADO.	38
TABLA 2.4. ESTIMACIONES DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO POR SEXO PARA LANGOSTINO COLORADO.....	39
TABLA 2.5. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO POR SEXO PARA LANGOSTINO COLORADO, REGRESIÓN TIPO II.	40
TABLA 3.1. INDICADORES DE DESEMPEÑO ANUALES DE LAS OPERACIONES DE PESCA ORIENTADA A CRUSTÁCEOS DEMERSALES LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE, RESPECTO DEL POLÍGONO HISTÓRICO DE HUELLA DE ARRASTRE DE SUBPESCA.	49

1. DESEMPEÑO OPERACIONAL DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO, año 2020

María José Cuevas, Luis Cubillos

AUTORES

COLABORADORES:

Blanca Bustos Cid

Germán Vásquez

Roberto Torres Valenzuela

Juan Vilches

Tania Ponce López

Juan Antón Heredia

Citar como:

Cuevas, M.J., Cubillos, L.A., 2020. Capítulo I: Desempeño operacional de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo, año 2020. En: Cubillos L.A. (Ed.), Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur, año 2020. Informe Técnico 2020-01

RESUMEN

La actividad operacional de pesca orientada a la captura de langostino colorado y langostino amarillo comenzó con rendimientos altos durante la primera quincena de marzo. No obstante, y producto de la crisis sanitaria COVID-19 y las medidas de confinamiento y la implementación de protocolos orientados a minimizar movilidad y contagios, afectó a la pesquería restringiendo el esfuerzo a caladeros de pesca cercanos a puerto. De esta manera, de abril a junio destacaron los caladeros de pesca al oeste de Itata, San Vicente, Achira y Nugurúe, con incursiones a caladeros de Carranza y Chanco. De julio hasta diciembre, las operaciones de pesca se centran esencialmente en caladeros localizados al oeste de la Isla Santa María y cañón norte y sur del río Biobío (San Vicente). La operación en estos últimos caladeros determinó un aumento en el rendimiento de pesca, duración de lances, y un aumento en el tamaño promedio tanto de langostino colorado como de langostino amarillo. En efecto, la talla promedio en estos caladeros fueron del orden de 36 y 38 mm del cefalotórax en langostino colorado hembra y macho, respectivamente. En el caso del langostino amarillo, la talla promedio en los caladeros al oeste de la Isla Santa María, San Vicente y cañón del Biobío fueron significativamente más grandes que en otros caladeros. El ciclo de portación de huevos se comportó según el patrón observado en los últimos tres años. Se concluye que la crisis sanitaria afectó las operaciones de pesca que se tradujeron en una restricción espacial del esfuerzo de pesca.

INTRODUCCION

Se resume el desempeño operacional de la actividad pesquera ejercida por la flota de arrastre de Camanchaca Pesca Sur sobre langostino colorado y langostino amarillo en la Unidad de Pesquería Sur, comprendida entre el límite norte de la Región de Valparaíso y el límite sur de la Región del Biobío.

Se analiza la distribución espaciotemporal del esfuerzo de pesca mediante el procesamiento y análisis de bitácoras de pesca, y se resume las capturas obtenidas durante la temporada de pesca. Se identifican los caladeros de pesca más visitados, el esfuerzo de pesca ejercido en horas de arrastre y rendimientos de pesca nominal (captura por lance y captura por hora de arrastre).

Los indicadores biológicos que se analizan son el tamaño, proporción sexual y composición de tallas de hembras, machos, y fracción de hembras ovígeras.

Objetivo general

Determinar cambios en indicadores biológico-pesqueros de langostino colorado y langostino amarillo a partir de la actividad pesquera ejercida por la Camanchaca Pesca Sur en la Unidad de Pesquería Sur.

Objetivos específicos

1. Determinar cambios en la distribución espaciotemporal de las capturas, esfuerzo de pesca y rendimiento de pesca de langostino colorado y langostino amarillo.
2. Determinar los cambios espaciotemporales en la talla y proporción sexual de langostino colorado y langostino amarillo.
3. Determinar periodos de portación de huevos y presencia de hembras con huevos maduros.

ACTIVIDAD PESQUERA

Caladeros de pesca

Las operaciones de pesca efectuadas durante el año 2020 cubrieron los caladeros de pesca distribuidos a lo largo de la región del Maule, Ñuble y de Biobío (**Fig. 1.1**). En la región del Maule, destacan los caladeros de pesca de langostino colorado en la cuadra de Constitución y Carranza orientados en casi su totalidad a esta especie.

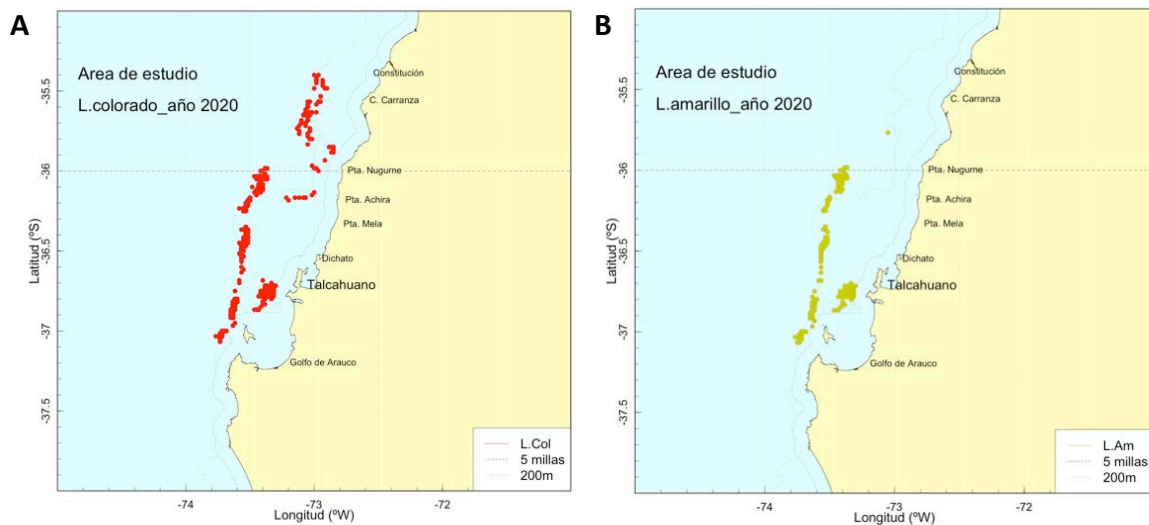


Figura 1.1. Distribución espacial de los lances de pesca orientados a langostino colorado (A) y langostino amarillo (B), en la unidad de pesquería sur durante el año 2020. Se indica el límite de cinco millas náuticas y la isobata de 200 m.

Los caladeros de pesca fueron Carranza y Chanco en la Región del Maule, Nugurúe, oeste de Achira, Achira, y oeste de Itata en la Región de Ñuble, oeste de Tumbes y San Vicente, San Vicente, Cañón norte y sur del río Bío-Bío, y oeste de la isla Santa maría (**Fig. 1.2**).

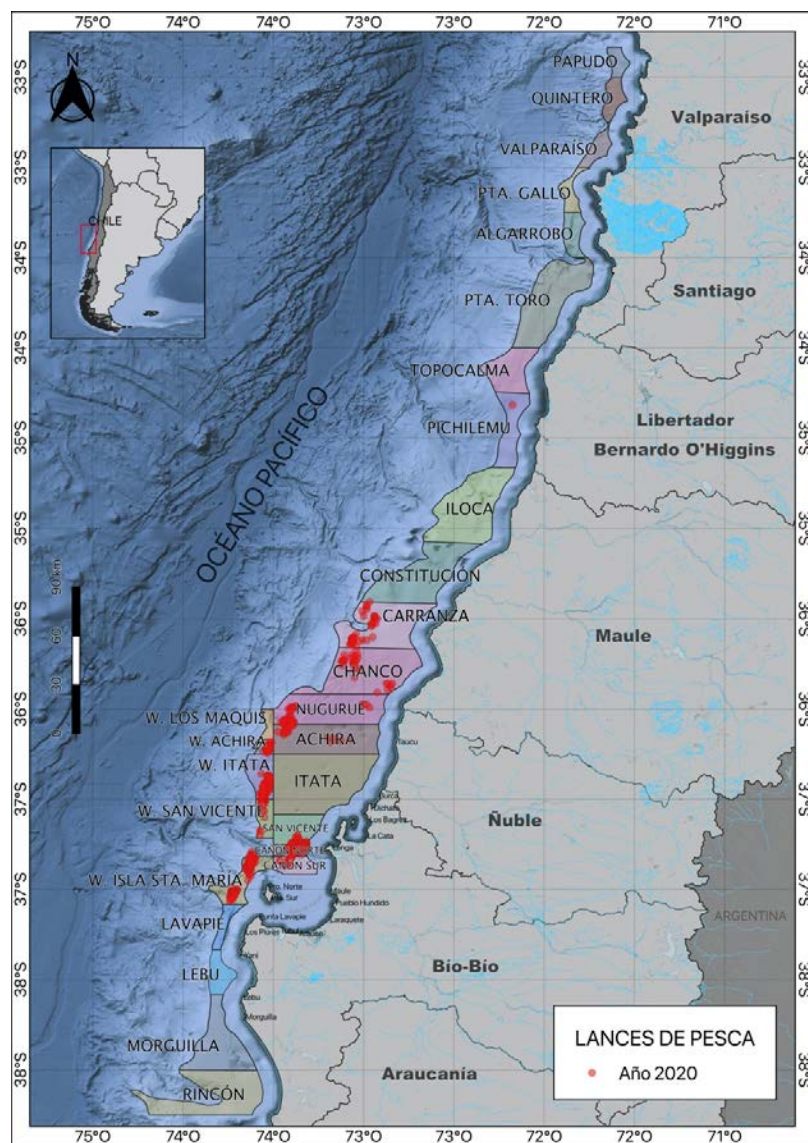


Figura 1.2. Caladeros de pesca visitados durante el 2020.

En marzo, las operaciones de pesca comenzaron al oeste de Achira, Itata, y San Vicente, extendiéndose a los caladeros de Carranza, Chanco y Nugurúe en abril, y manteniéndose la actividad en estos caladeros hasta junio. No obstante, en junio la flota comenzó operaciones de pesca en el caldero al oeste de la isla Santa María y cañon norte del río Bío-Bío (**Fig. 1.3**).

Desde julio a diciembre, la flota orienta su esfuerzo básicamente en los caladeros de el oeste de la isla Santa María, cañon norte y sur del río Bío-Bío, disminuyendo la actividad en los caladeros de Nugurúe, oeste de Achira y oeste de Itata (**Fig. 1.3**).

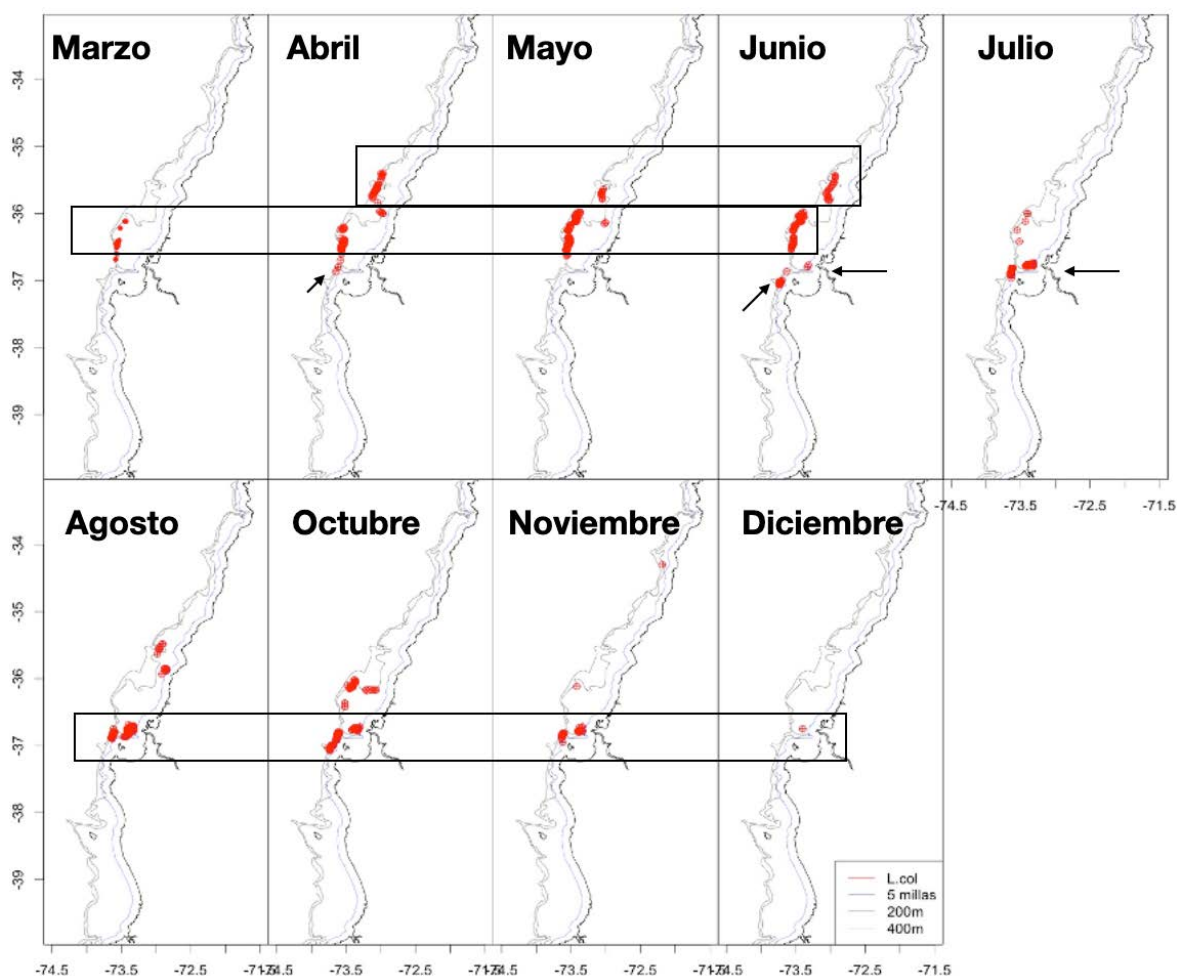


Figura 1.3. Distribución mensual de los lances de pesca orientados a langostino colorado en la unidad de pesquería sur durante marzo-diciembre de 2020.

Captura, esfuerzo y rendimiento de pesca

Los de lances de pesca estuvieron orientados a langostino colorado, pero en la mayoría se presentó tanto langostino colorado como amarillo, en un total de 1560 lances, el 29% fue solo de langostino colorado con 727 horas de arrastre, el 1,2% fue solo langostino amarillo con 23 horas de arrastre y el 70,1% de los lances con 2126 horas de arrastre presentó ambas especies.

Las capturas mensuales de langostino colorado fluctuaron entre 136 y 531 toneladas, obteniéndose las mayores capturas en agosto y las más bajas en diciembre (**Tabla 1.1**). En el caso del langostino amarillo, las capturas más altas fueron obtenidas en agosto y las más bajas en marzo con 3 y 148 toneladas, respectivamente (**Tabla 1.1**). Las capturas totales registradas en las bitácoras de pesca totalizaron 3.272 toneladas de langostino colorado y 790 toneladas de langostino amarillo.

Tabla 1.1. Indicadores operacionales de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo durante 2020, unidad de pesquería sur.

Mes	Mes	Número de lances (n)	Captura (kg)	Captura por lance (kg/n)	Hora de arrastre (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Profundidad promedio de fondo (m)
L. colorado	Mar	79	263.093	3330,3	92,9	2830,9	296
	Abr	137	346.484	2529,1	169,7	2041,5	244
	May	209	447.909	2143,1	395,5	1132,7	193
	Jun	151	265.205	1756,3	267,4	991,8	191
	Jul	184	438.900	2385,3	386,1	1136,7	147
	Ago	280	531.416	1897,9	605,6	877,5	145
	Oct	273	518.595	1899,6	480,3	1079,8	163
	Nov	150	324.572	2163,8	302,9	1071,7	153
	Dic	78	136.274	1747,1	152,8	892,1	153
Total		1541	3.272.445	2123,6*	2853,1	1146,9*	188*
L. amarillo	Mar	17	341.5	200,9	18,9	181,0	308
	Abr	30	39.567	1318,9	36,1	1096,6	236
	May	143	76.708	536,4	264,5	290,0	195
	Jun	128	74.266	580,2	219,6	338,1	194
	Jul	181	112.744	622,9	383,1	294,3	147
	Ago	212	132.924	627,0	462,2	287,5	146
	Oct	211	147.757	700,3	379,1	389,7	164
	Nov	114	118.107	1036,0	233,3	506,2	152
	Dic	77	84.579	1098,4	152,4	554,9	154
Total		1113	790.067	709,9*	2149,3	367,6*	188*

*promedio

En términos de rendimiento de pesca, la captura por lance de langostino colorado fluctuó entre 877 y 2.830 kg/lance y el rendimiento de pesca lo hizo entre 1747 y 3330 kg/hora arrastre, la distribución espacial indica rendimientos promedios altos (1200-3000 kg/hora de arrastre), en la cuadra de Pta. Nugurne, Dichato e isla Sta. María (**Tabla 1.1, Fig. 1.4**).

En el caso de langostino amarillo, la captura por lance fluctuó entre 200 y 1318 kg/lance, y el rendimiento de pesca entre 181 y 1096 kg/hora arrastre, presentando el mayor rendimiento en la cuadra de la isla Mocha (800-1200 kg/hora de arrastre). (**Tabla 1.1, Fig. 1.4**).

La duración del lance de pesca vario entre meses y entre especies ($p>0.05$), con una media de 1 hora 51 min para langostino colorado, la duración promedio del lance aumentó desde marzo (70 minutos) a mayo (113 minutos), luego disminuyo en junio (106 minutos) y fluctuó entre 105 y 129 minutos entre julio y diciembre. En el caso del langostino amarillo, la duración promedio del lance fue de 116 minutos (1 hora 56 minutos), y aumento de marzo a mayo (66 a 111 minutos), luego disminuyo en junio (102 minutos), aumento en julio para volver a disminuir en octubre, y después se mantuvo en octubre-noviembre (123-119 minutos) (**Fig. 1.5**).

El rendimiento de pesca presenta diferencias significativas entre meses y especies de langostinos, en el caso del langostino colorado el rendimiento de pesca promedio disminuyo de marzo a junio para incrementarse en julio y después se mostro fluctuante entre 922 y 1185 kg/hora de arrastre. En tanto en langostino amarillo el rendimiento entre los meses de marzo y agosto se mantuvo entre los 312-396 kg/hora exceptuando el mes de abril que fue excepcionalmente alto (1400 kg/hora), entre los meses de octubre y diciembre se registro un aumento en torno a los 428 y 600 kg/hora (**Fig. 1.5**).

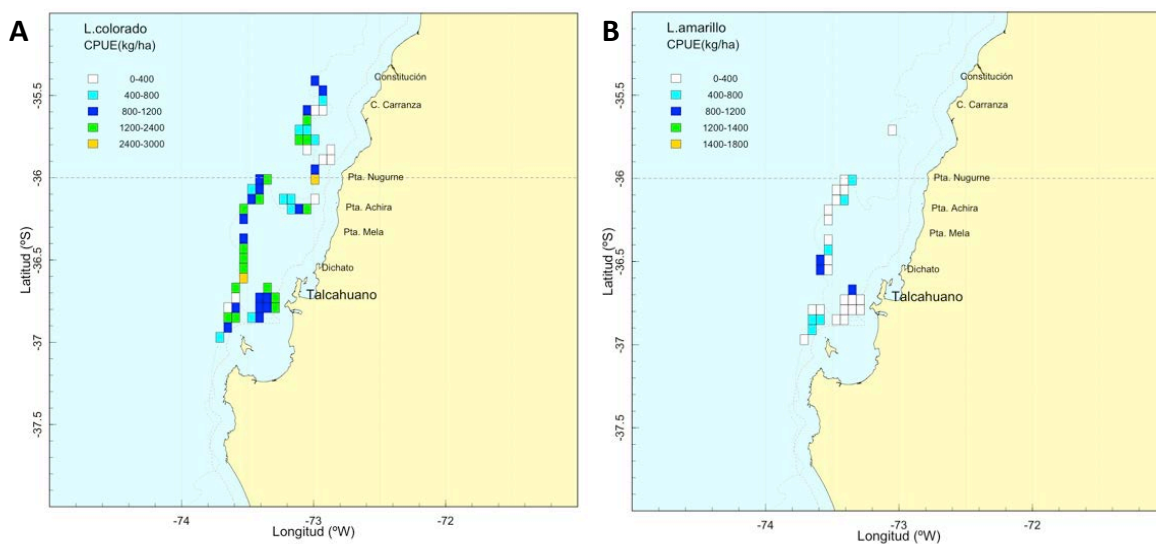


Figura 1.4. Distribución del rendimiento de pesca (captura por hora de arrastre) de langostino colorado (A) y langostino amarillo (B) en la unidad de pesquería sur, marzo-diciembre de 2020.

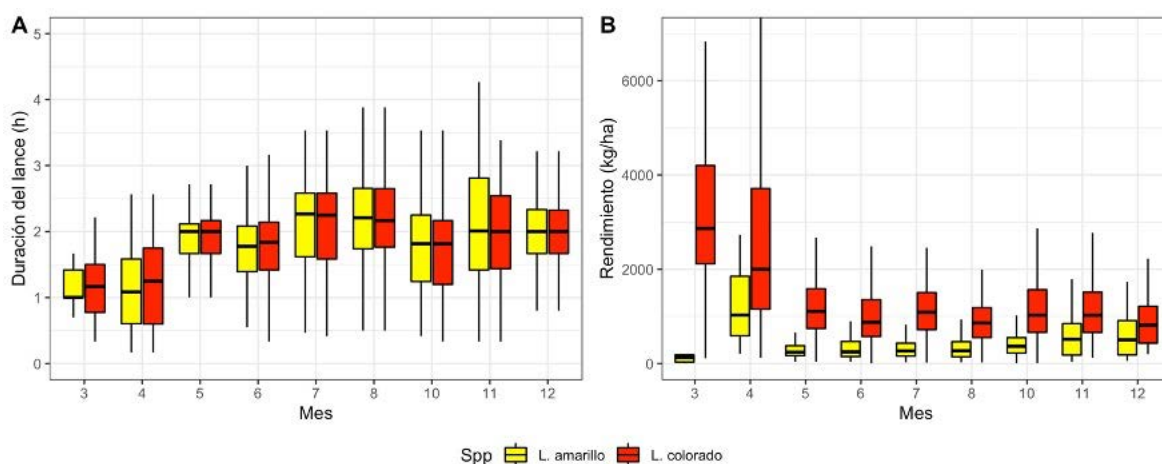


Figura 1.5. Distribución mensual del tiempo de arrastre (horas) (A) y rendimiento (kg/hora de arrastre) (B), de langostino colorado (rojo) y langostino amarillo (amarillo), año 2020.

Tabla 1.2. Comparación del rendimiento de pesca (kg/ha) de langostino colorado y langostino amarillo obtenido en 2020 respecto del rendimiento promedio en el periodo 2019 (kg/ha).

Meses	L. colorado			L. amarillo		
	2019 (kg/ha)	2020 (kg/ha)	Variación (%)	2019 (kg/ha)	2020 (kg/ha)	Variación (%)
Ene	Veda	Veda	-	Veda	Veda	-
Feb	Veda	Veda	-	Veda	Veda	-
Mar	912	2831	+210	883	181	-80
Abr	815	2041	+150	484	1096	+126
May	752	1133	+49	547	290	-47
Jun	1144	992	-14	1806	338	-82
Jul	1028	1137	+10	1074	294	-73
Ago	807	877	+8	955	287	-70
Sep	-	-	-	-	-	-
Oct	635	1080	+70	796	389	-52
Nov	892	1072	+20	653	506	-23
Dic	-	892	-	-	545	-

*El rendimiento de 2019 fue revisado y corregido siguiendo la metodología del presente año.

Profundidad de las capturas

Las profundidades a las cuales se captura el langostino colorado y amarillo durante el año 2020 son significativamente distintas (t-Student $p < 0,05$), encontrándose langostino amarillo a mayores profundidades con una media de 244 metros a diferencia del langostino colorado que se presenta a una profundidad media de 190 metros y la captura de ambos recursos se presentó a una profundidad media de 181 metros, langostino colorado en cambio presento un rango de profundidades más amplio (133 a 330 metros) (**Figura 1.6**).

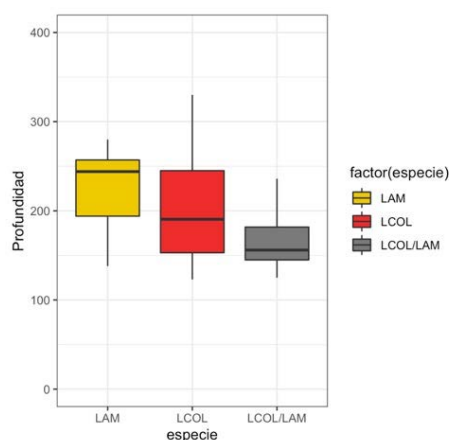


Figura 1.6. Profundidad de captura de langostino amarillo (LAM), langostino colorado (LCOL) y de lances en donde se capturaron ambas especies (LCOL/LAM), durante la captura comercial de 2020.

Aspectos Biológicos

Los indicadores biológicos dicen relación con la talla promedio de machos y hembras, la proporción sexual, la estructura de tallas, el estado de madurez de las hembras ovígeras y la proporción de hembras ovígeras. Los datos fueron obtenidos a partir de muestreos

aleatorios semanales de ejemplares capturados en zonas de pesca visitadas por la flota. El tamaño mínimo de muestra fue de 300 ejemplares, a los que se les midió la longitud del cefalotórax utilizando un pie de metro (0,01 mm de precisión). Los ejemplares además fueron pesados (0,01 gramos), indicándose si se trataba de ejemplares completos o incompletos. Se determinó el sexo, y en el caso de las hembras si se trataba de hembras portadoras de huevos (ovígeras) y el estado de madurez de los huevos según escala de 4 puntos de Palma y Arana (1997).

Proporción sexual y talla promedio

En las capturas de 2020, el langostino colorado presentó una proporción sexual favorable a las hembras, a excepción del mes de agosto, en el caso de langostino amarillo la proporción sexual fue favorable tanto a los machos como a las hembras (**Tabla 1.3**).

Tabla 1.3. Número de ejemplares (n), proporción sexual (Prop.), talla promedio (LC), desviación estándar (DE), talla mínima (Min.) y máxima (Max.) registrada de langostino colorado y langostino amarillo en las capturas 2020.

Región	Mes	Sexo	n	Prop. (%)	LC (mm)	DE (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
L. colorado	Mar	Hembra	789	65,7	34,5	2,30	29,4	44,4
		Macho	411	34,2	35,6	2,81	30,5	45,3
	Abr	Hembra	441	64,2	35,3	2,14	29,2	43,5
		Macho	246	35,8	38,2	3,50	28,4	46,0
	May	Hembra	500	66,7	32,8	2,20	27,1	39,6
		Macho	250	33,3	34,1	3,40	27,3	43,0
	Jun	Hembra	784	62,7	33,1	1,69	29,1	43,1
		Macho	466	37,3	35,8	2,87	30,1	45,8
	Ago	Hembra	88	35,2	28,9	1,71	26,2	35,7
		Macho	162	64,8	32,3	1,76	27,5	35,9
	Oct	Hembra	417	59,1	35,7	2,92	20,0	43,2
		Macho	288	40,9	34,8	2,84	19,6	45,9
L. amarillo	Abr	Hembra	176	35,2	30,8	3,81	16,2	41,4
		Macho	324	64,8	36,6	5,04	21,5	51,5
	May	Hembra	854	30,8	31,7	3,21	24,7	44,2
		Macho	1915	69,2	37,4	4,55	18,6	51,7
	Jun	Hembra	607	34,5	31,6	3,40	23,1	45,1
		Macho	1143	65,5	39,1	5,53	25,0	54,1
	Jul	Hembra	1255	51,1	34,7	3,32	22,1	44,6
		Macho	1203	48,9	43,0	5,34	24,3	55,1
	Ago	Hembra	1875	54,7	35,2	3,35	23,5	49,0
		Macho	1553	45,3	43,2	4,64	20,1	56,2
	Oct	Hembra	1471	39,5	34,6	4,19	19,3	45,7
		Macho	2256	60,5	41,3	6,83	16,9	56,2
	Nov	Hembra	2154	61,9	33,9	3,32	21,7	44,4
		Macho	1321	38,1	41,9	5,37	21,4	53,9
	Dic	Hembra	1149	58,6	32,9	3,74	22,1	42,5
		Macho	811	41,4	40,2	6,09	22,4	53,4

En cuanto a la talla media entre marzo y agosto se capturó ejemplares de langostino colorado con una talla promedio entre 34,5 y 35,6 mm longitud cefalotórax (LC), disminuyendo en los meses de mayo, junio y agosto a tallas promedio entre 28,9 y 32,3 mm, situación que cambia en octubre, mes en el que se vuelve a tallas en torno a los 35,7 y 34,8 mm (**Tabla 1.3, Figura 1.7**). A su vez, en el caso del langostino amarillo se observó el dimorfismo sexual en el tamaño, con las hembras de este recurso más pequeñas que los machos (**Tabla 1.3, Fig. 1.7**).

Para comparar las tallas promedio, se utilizó el periodo 2016 al 2017. En dicho periodo, la longitud promedio de las hembras y machos de langostino colorado fue de 37 mm, y de 33 mm para las hembras de langostino amarillo y 40 mm para los machos. Durante el 2020, se registraron tallas promedio menores a la del promedio 2016-2017; tanto en hembras como en machos de langostino colorado (exceptuando los machos del mes de abril) (**Fig. 1.7**). Como fue mencionado la talla disminuyó hasta los 28,9 y 32,3 mm en el mes de agosto (**Tabla 1.3, Fig. 1.7**). En tanto, para langostino amarillo se presentó una tendencia bajo el promedio en hembras y machos durante los meses de abril, mayo y junio, respecto de la temporada de pesca 2016-2017.

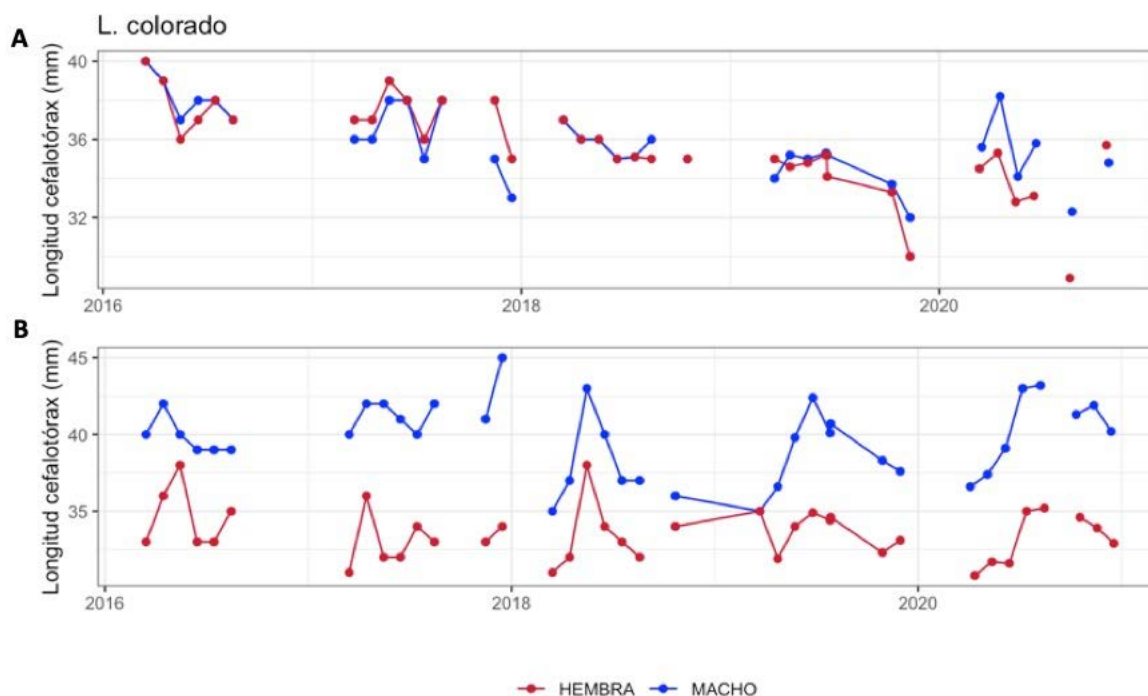


Figura 1.7 Talla promedio (LC, mm) de langostino colorado (A) y langostino amarillo (B) en el periodo 2016-2020

Composición de tallas en las capturas

La comparación de tallas de langostino colorado y langostino amarillo muestran diferencias significativas entre sexos (t-Student $p < 0,05$), los machos presentan una talla media mayor que las hembras, en ambas especies (L. colorado: machos 35 mm, hembras 34 mm LC; L. amarillo: machos 41 mm, hembras 34 mm LC) (Fig. 1.8).

a) Langostino colorado

Los cambios mensuales en la composición de tallas de machos y hembras de langostino colorado, muestra diferencias entre meses (ANOVA $P < 0,05$), con los ejemplares en promedio más grandes en abril, junio y octubre, y los de menor tamaño en agosto (Fig. 1.9).

En los caladeros de pesca, la composición de tallas de langostino colorado, por lo general es variable, observándose un mayor rango de tallas en Itata, San Vicente y Chanco para las hembras y en Itata para los machos (Fig. 1.10).

En los caladeros de la cuadra de la Isla Sta. María, San Vicente e Itata se registraron las tallas mas grandes en promedio. Las más pequeñas se presentaron en la cuadra de Chanco, tanto en hembras como en machos, (Fig. 1.10).

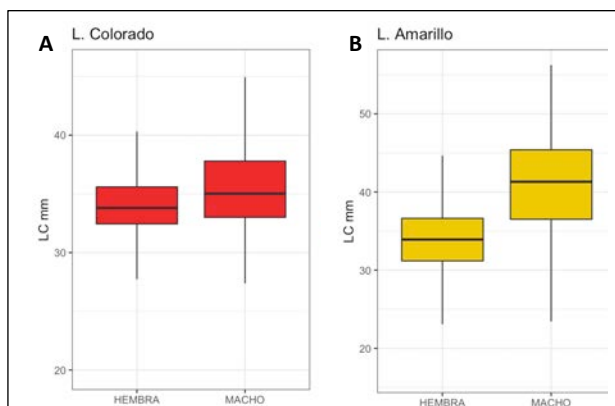


Figura 1.8. Comparación de la talla (LC mm) de langostino colorado (A) y langostino amarillo (B) durante el 2020.

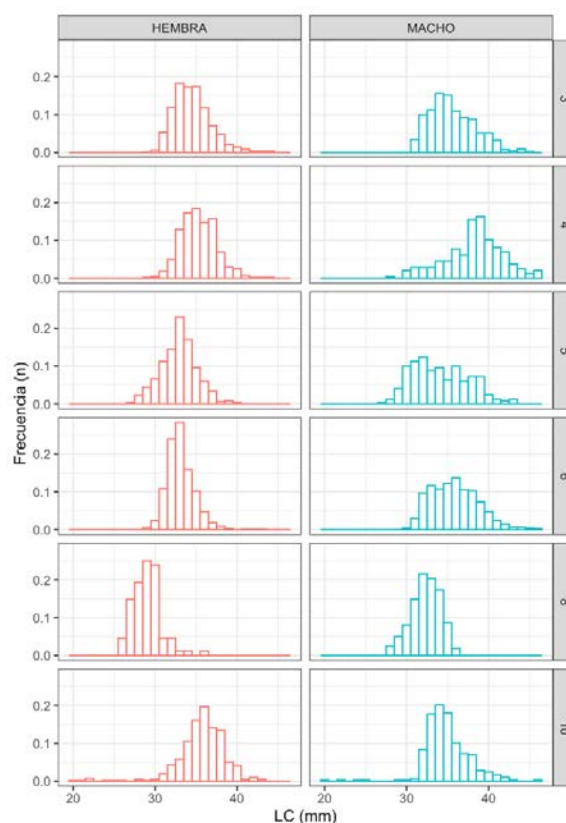


Figura 1.9. Composición de tallas de langostino colorado por meses, en las capturas del 2020.

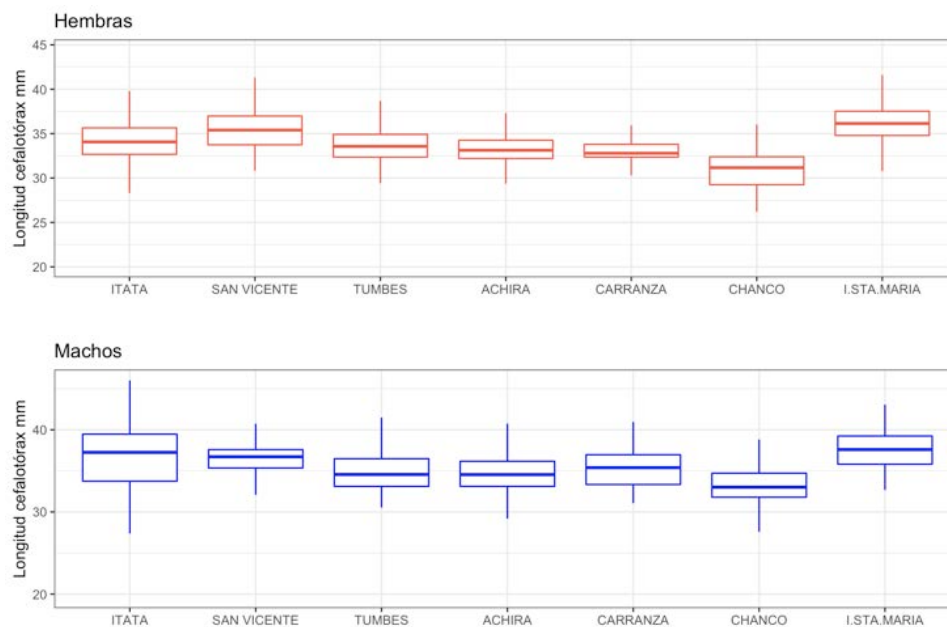


Figura 1.10. Comparación de las tallas de langostino colorado de hembras (panel superior) y machos (panel inferior), por zonas en las capturas de 2020.

b) Langostino amarillo

La composición de tallas de las hembras de langostino amarillo presentó diferencias significativas entre meses (Fig. 1.11), con los ejemplares en promedio más grandes, capturados durante julio, agosto y octubre tanto en hembras como en machos, y las tallas mas pequeñas en abril (Fig. 1.11).

Los cambios en la estructura de tallas de langostino amarillo se deben a las diferentes áreas de pesca donde se operó, con los ejemplares más grandes obtenidos en la cuadra de isla Santa María tanto en hembras como en machos (35 mm y 43,8 mm respectivamente), y los más pequeños a la cuadra de los Maquis (31 mm y 37 mm LC) (Fig. 1.12).

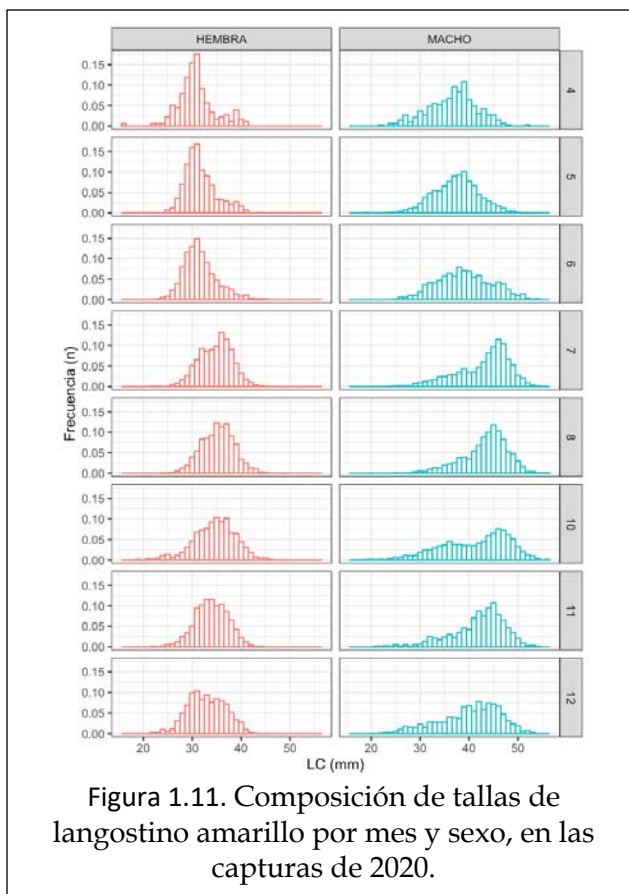


Figura 1.11. Composición de tallas de langostino amarillo por mes y sexo, en las capturas de 2020.

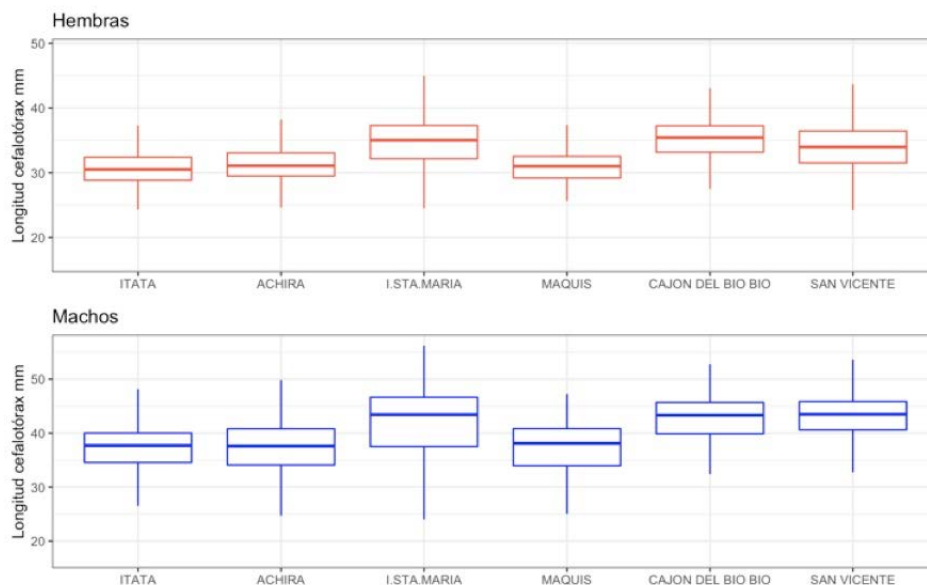


Figura 1.12. Comparación de las tallas de langostino amarillo de hembras (panel superior) y machos (panel inferior), por zonas en las capturas de 2020.

Relación longitud-peso

Con el objeto de comparar la relación longitud-peso entre machos y hembras, se utilizó ejemplares que fueron pesados completos, es decir, con todas sus extremidades. En ambos recursos, sin considerar a las hembras ovígeras, se encontró diferencias significativas entre sexos (**Tabla 1.4**). Las hembras presentaron masas mayores que los machos (**Tabla 1.4, Fig. 1.13**). En ambos recursos se observó alometría similar ($b=2,9$).

Tabla 1.4. Coeficientes para la relación longitud-peso (en escala log) de langostino colorado y langostino amarillo.

Recurso	Factor	Estimado	Error Estd.	Valor t	Pr(> t)
L. colorado	Intercepto	-7,0795	0,1220	-58,021	0,0000
	Pendiente	2,9178	0,0346	84,239	0,0000
	Machos	0,1191	0,0500	2,382	0,0173
L. amarillo	Intercepto	-6,6699	0,1187	-56,175	0,0000
	Pendiente	2,8844	0,0340	83,890	0,0000
	Machos	0,1219	0,0469	2,598	0,0094

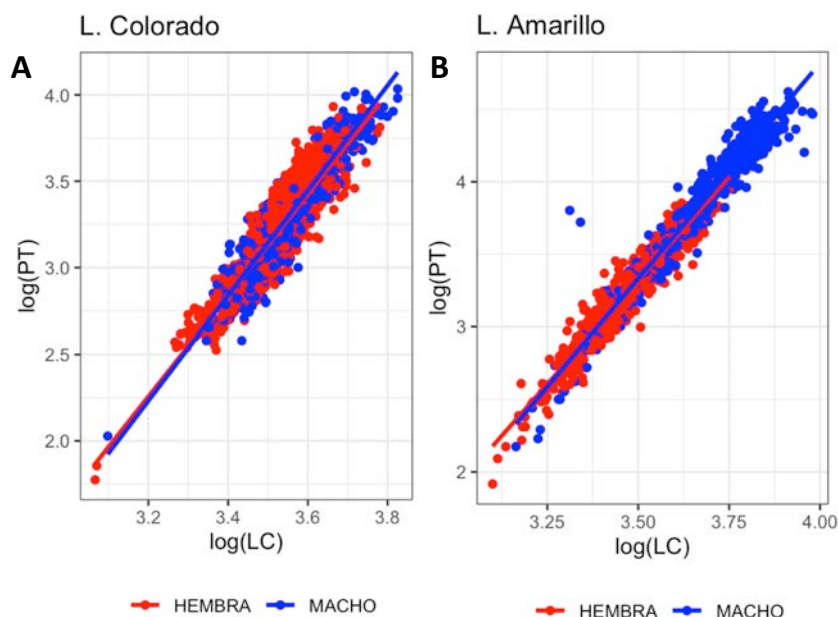


Figura 1.13. Relación longitud-peso (en escala log) de langostino colorado (A) y langostino amarillo (B) entre sexos, 2020.

Aspectos reproductivos

La proporción de hembras ovígeras de langostino colorado durante el presente año comenzó a aumentar en abril, situación que disminuyó en agosto para volver a incrementarse en octubre (**Tabla 1.5**).

Las hembras maduras se presentaron en su mayoría en agosto con 50% del total capturado (**Fig. 1.14**). Al comparar la presencia de hembras ovígeras con los años de muestreo anteriores, se observa un desplazamiento de la madurez, registrándose el mes de agosto el pick reproductivo (años 2018-2019), pico que el año 2017 se presenta en los meses de abril y mayo (> 75%) (**Fig. 1.14**).

En langostino amarillo se presentó una baja proporción de hembras maduras, en tanto, las hembras ovígeras fueron aumentando en los meses de julio a noviembre, en tallas entre 20 y 48 mm LC (**Figura 1.14**). En el año 2019 las hembras ovígeras se presentan sobre 96% en julio y continuaron estando por sobre el 50% hasta diciembre (**Figura 1.14**).

Tabla 1.5. Fracción porcentual de hembras ovígeras y hembras maduras de langostino colorado y langostino amarillo en 2020.

Especie	Estado	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Oct.	Nov	Dic.
L. colorado	No Ovígera	100	20	0,4	2,9	-	20	1,9	-	-
	Ovígeras	0	78	99,6	97	-	50	97,8	-	-
	Ov. Madura	0	2	0	0,1	-	30	0,2	-	-
	Total(n)	789	441	500	784	-	88	417	-	-
L. amarillo	No Ovígera	-	100	100	81,7	2	1,6	2,8	6,2	24
	Ovígeras	-	0	0	18,3	96	92,2	88,3	87,7	56
	Ov. Madura	-	0	0	0	2	6,2	8,7	6	20
	Total(n)	-	176	854	607	1255	1870	1471	2154	1149

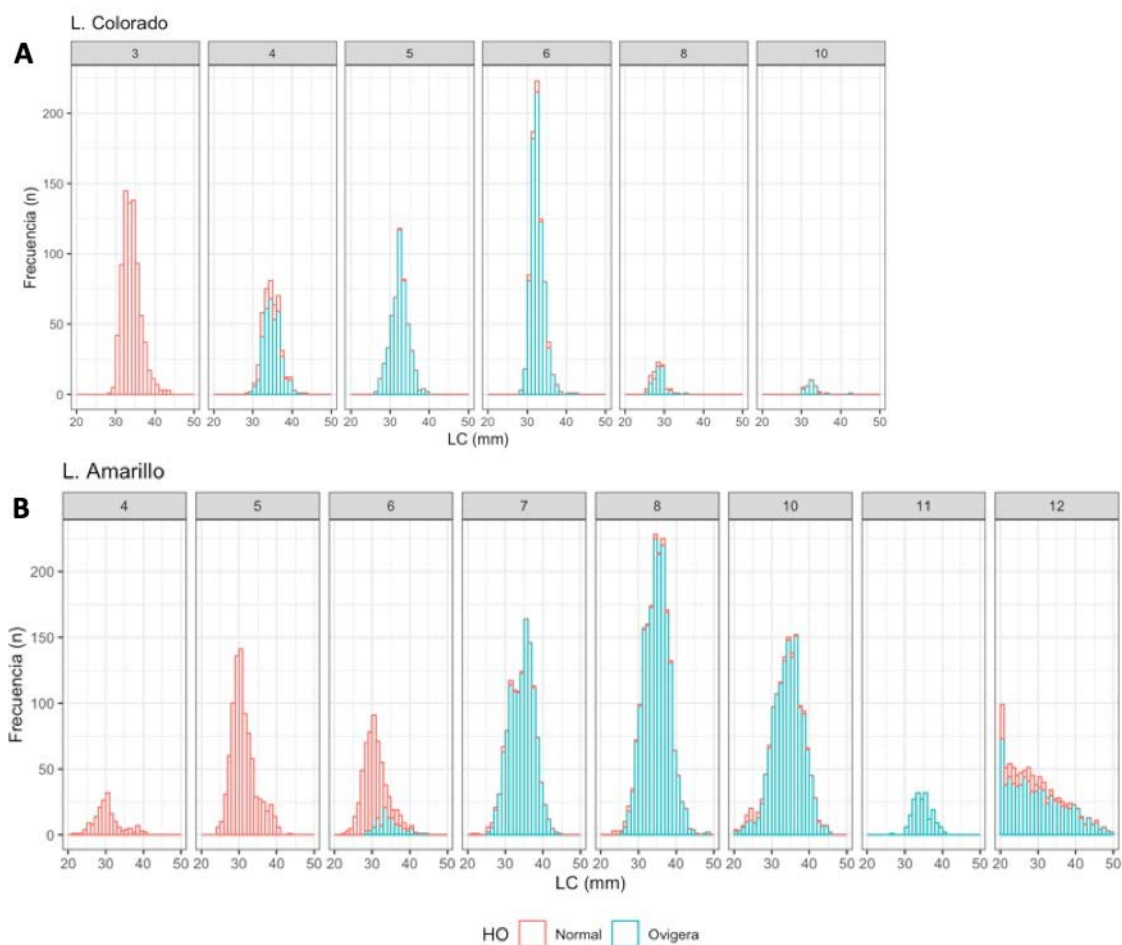


Figura 1.14. Distribución de frecuencia de tallas mensuales de ejemplares hembra normales y ovígeras de langostino colorado (A) y langostino amarillo (B), año 2020.

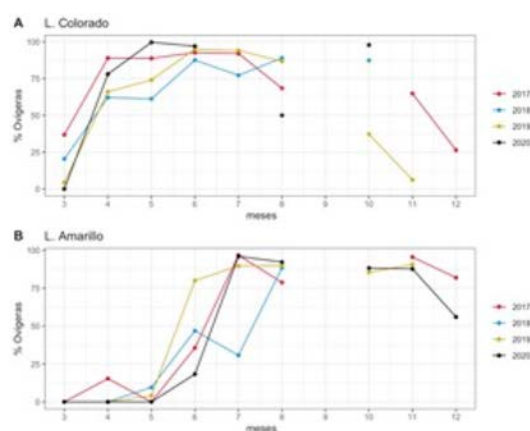


Figura 1.15. Comparación de hembras ovígeras de langostino colorado (panel superior) y langostino amarillo (panel inferior), entre los años 2016, 2017, 2018 y 2019.

Discusión y conclusiones

Las operaciones de pesca comenzaron el primero de marzo de 2020, y se obtuvieron los rendimientos de pesca más altos en caladeros localizados al oeste de Achira e Itata. Estos altos rendimientos de pesca son típicos del inicio de temporada después de la veda. Es factible que las agregaciones de langostino colorado y amarillo se reestructuren espacialmente durante la veda. Asimismo, a inicios de temporada se registraron tamaños más grandes, particularmente en el langostino colorado (ca. 35 mm del cefalotórax).

La crisis sanitaria asociada a la pandemia COVID-19 determinó medidas de confinamiento y protocolos para evitar contagios afectando las operaciones de pesca y el abastecimiento a planta de procesos. Una de las consecuencias fue restricciones temporales y espaciales para las embarcaciones, lo que determinó una operación cerca de puerto base, particularmente en caladeros al oeste de Achira e Itata durante marzo y abril. La disminución del rendimiento de pesca y tamaño promedio tanto de langostino colorado como amarillo en dichos caladeros determinó que en mayo y junio la flota visitara también los caladeros de Carranza y Chanco, más alejados. A partir de junio la flota realizó un cambio espacial orientados a la captura de langostinos en los caladeros localizados al oeste de la isla Santa María, cañon del Biobío y San Vicente. En 2019, producto de la pesca exploratoria, se redescubrieron los caladeros de pesca de la isla Santa María y que se caracterizaron por rendimientos altos y tamaños más grandes de langostino amarillo en comparación con los caladeros del oeste de Itata y Achira (Cubillos y Cuevas, 2020).

En los aspectos biológicos, las estructuras de tallas de langostino colorado como de langostino amarillo mostraron un cambio favorable hacia ejemplares de mayor tamaño que se atribuye a las capturas obtenidas en los caladeros de la isla Santa María, San Vicente y cañón del Biobío. Se destaca que las medidas de confinamiento afectaron al personal técnico por restricciones a la movilidad (cuarentenas) impidieron contar con muestras suficientes de langostino colorado y amarillo desde julio a octubre. No obstante, se pudo registrar un ciclo reproductivo sin cambios significativos respecto de los años previos (Cubillos y Cuevas, 2020). De esta manera, el langostino colorado mostró una estación con hembras portando huevos desde mayo a octubre, y en langostino colorado desde julio a noviembre.

2. Crecimiento de langostino colorado en Chile central (35°S-37°S)

Luis A. Cubillos, Blanca Bustos

AUTORES

COLABORADOR:

Germán Vásquez

Citar como:

Cubillos, L.A., Bustos, B. 2021. Crecimiento de langostino colorado en Chile central (35°S-37°S). En: Cubillos L.A. (Ed.), Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur, año 2020. Informe Técnico 2021-01.

RESUMEN

Se estudia el crecimiento de langostino colorado mediante el análisis de frecuencia de tallas de caladeros de pesca comercial. Para descomponer los datos de frecuencia de tallas en componentes normales se utilizó el paquete 'mixtools' para R. El número de grupos de edad se obtuvo determinando saltos en las tallas medias ordenadas de menor a mayor mediante el algoritmo PELT del paquete 'changepoint' para R. Se encontraron 7 grupos de edad en las hembras y 8 grupos de edad en machos, y no se encontraron diferencias en el crecimiento de machos y hembras. Los parámetros de crecimiento fueron $l_{\infty} = 52,4$ mm de cefalotoraz, $k=0.152$ y $l_1 = 20,0$ mm. Se destaca que la talla inicial de 20 mm podría dar cuenta del reclutamiento a los caladeros de pesca, siendo vulnerados a partir del tercer año de edad a una talla media de 29 mm, y hasta el grupo de edad 8 a una talla promedio de 43 mm.

INTRODUCCION

El crecimiento de los crustáceos se caracteriza por ser un proceso discreto o discontinuo, determinado por los periodos de muda e intermuda (Hartnoll, 1982). Además, los crustáceos pueden tener un crecimiento indeterminado que se caracteriza por continuar creciendo después de la madurez sexual. El reemplazo del caparazón en cada muda implica una desconexión entre los tejidos vivos y la cutícula extracelular, absorbiendo agua para expandir el nuevo caparazón. Por lo general, las dimensiones corporales se mantienen constantes después de cada muda (Chang, 1995). En los crustáceos galateidos la muda está sincronizada después del período de portación y eclosión de las larvas, mientras los machos mudan su caparazón antes que las hembras (Thiel y Lovrich, 2011). Uno de los problemas del análisis del crecimiento de los crustáceos se debe a la imposibilidad de leer la edad debido a la pérdida de registros en estructuras calcificadas con cada muda, a excepción de del molinillo gástrico y pedúnculo ocular (Kilada et al., 2012). No obstante, los métodos más utilizados son indirectos y se basan en el número y frecuencia de mudas, el análisis de frecuencia de tallas, mantención en cautiverio, métodos de marcaje y recaptura, e histoquímicas (Vogt, 2012). A su vez, la modelación del crecimiento incluye una variedad de modelos (Chang et al., 2012).

El langostino colorado *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards (Decapoda-Galatheidae) es una especie que se distribuye a lo largo de las costas del Perú y Chile. En Chile central, el langostino colorado habita sobre la plataforma continental y es la especie objetivo para una flota de arrastre que opera por fuera de las cinco millas náuticas de la costa en zonas de pesca bien definidas entre Valparaíso y el sur de Talcahuano (Figura 1). El crecimiento de langostino colorado ha sido estudiado mediante análisis de frecuencia de tallas por varios autores (Roa, 1993; Roa y Tapia, 1998; Quiroz et al., 2006), cuyos análisis

consisten en separar componentes normales a partir de una mezcla distribucional. Roa (1993) y Roa-Ureta (2010) indican que los supuestos necesarios para asignar clases anuales se sustentan en que los ejemplares longevos tienen una talla mayor que los ejemplares más jóvenes, lo que implica que saltos en las medias detectadas en las muestras de datos de DFL podrían ser utilizados para identificar clases de edad. Lo anterior, siempre y cuando ocurriera un solo reclutamiento anual y un periodo de muda por año.

Comprender el proceso de crecimiento de especies marinas es esencial para el análisis cuantitativo de evaluación de stock (Chang et al., 2012). Sin embargo, la descripción del proceso en crustáceos es un desafío debido al carácter discontinuo del crecimiento. El número de grupos con tallas similares puede ser determinado mediante un indicador del número de grupos de edad presentes en la fracción explotable, idéntico al número de saltos en las tallas medias. De esta manera, el objetivo de este trabajo fue determinar el crecimiento de langostino colorado mediante la descomposición de la mezcla distribucional de tallas y la aplicación de una técnica de análisis estructural de series de tiempo para evaluar saltos en las tallas media ordenadas ascendentemente.

MATERIALES Y METODOS

Datos

Los datos provienen de muestras obtenidas de las capturas de la flota de arrastre que operó durante 2020 en zonas de pesca localizadas entre 35°30'S y 37°S (Figura 1). Una vez terminado el virado de la red y la captura fue expuesta en la cubierta de la embarcación, se reservaron 2 cajas de 16 Kg cada una. Estas cajas fueron etiquetadas con los datos del lance de pesca y zona de pesca, y una vez descargada fueron trasladadas a laboratorio de la Universidad de Concepción. En el laboratorio, los especímenes fueron identificados, se determinó el sexo y fueron medidos y pesados. Se midió la longitud del caparazón, comprendida entre la orbita ocular y el extremo posterior del caparazón utilizando un pie de metro con 0,1 mm de precisión. El peso total de los ejemplares completos, con todos sus quelípodos, se obtuvo con una balanza monoplato de 0,01 g de precisión.

Crecimiento

Se utilizó los datos de mediciones de longitud del cefalotórax de machos y hembras para identificar el número de clases de edad presentes. Se asume que cada DFL es consecuencia de una mezcla de n distribuciones normales, cada una representada por la media (μ), desviación estándar (σ) y la proporción (p) de participación en la mezcla de distribuciones

normales. Para separar el número de componentes normales, se realizó un examen visual del histograma de frecuencia y la estimación de los parámetros se realizó por un algoritmo iterativo de esperanza máxima e implementados en el paquete “mixtools” (Benaglia *et al.*, 2009) para el software R (R Core Team, 2020). La estimación de los parámetros se realizó siguiendo interactivamente y consistió en primer lugar en una estimación sin restricciones a los datos de DFL por zona y mes, con un número de distribuciones tentativo. Si ocurría sobreposición en a lo menos dos tallas medias estimadas, se disminuía el número de grupos considerando el criterio que las medias estimadas deben ser en orden ascendente (Roa 1993). En tercer lugar, si el algoritmo no convergía, el algoritmo de estimación restringiendo ya sea las tallas medias o la desviación estándar. Cuando la desviación estándar fue mayor a 3-3,5 mm se procedía a restringir la estimación para la desviación estándar a un máximo de 2 mm.

Una vez obtenida las medias, fueron ordenadas de menor a mayor, uno de los criterios establecidos por Roa (1993). Al considerar el crecimiento discreto que tiene los crustáceos en general, se considera que las tallas medias de cada componente normal por zona y mes expresan estimaciones de la talla media de cada grupo de edad presente en la población. Para identificar saltos múltiples en las medias ordenadas fueron identificadas con el algoritmo Pruned Exact Linear Time (PELT) de Killick *et al.* (2012), e implementado en el paquete “changepoint” para R (Killick *et al.*, 2013).

Se asume que el número de quiebres en el orden secuencial de las medias corresponde a igual número de clases de edad. De esta manera, una vez identificado el número de cambios en las medias, se asignaron grupos de edad consecutivos. Se destaca que la asignación de edad es relativa, y por ende la estimación de los parámetros de crecimiento en longitud se realizó utilizando la función de crecimiento de von Bertalanffy expresada por:

$$l_{a+1} = l_{\infty}(1 - e^{-k}) + l_a e^{-k} + \varepsilon$$

donde l_{∞} es la longitud asintótica, k es el coeficiente de crecimiento y l_a es la longitud a la edad a , y $\varepsilon \sim N(0, \sigma_l)$. Los parámetros a ser estimados fueron l_{∞} , k y l_1 , donde l_1 es la longitud a la primera edad. La estimación de los parámetros, incluyendo σ_l , se realizó por máxima verosimilitud utilizando ADMB (Fournier *et al.*, 2012). Se comparó las diferencias entre sexo, utilizando razón de log-verosimilitud y test chi-cuadrado.

Los parámetros de crecimiento fueron comparados utilizando el índice de desempeño del crecimiento de Pauly y Munro (1984); i.e., $\phi' = 2 \log_{10} l_{\infty} + \log_{10} k$. A su vez, el espacio paramétrico entre estimaciones de k y l_{∞} se analizó mediante regresión tipo

II o de Eje Mayor (Major Axis regression) previa transformación a logaritmo de los valores. La regresión tipo II es ideal para establecer la relación entre dos variables sujetas a error de estimación y correlación (Warton et al., 2006).

RESULTADOS

Análisis de frecuencia de tallas

El análisis de frecuencia de tallas consideró las muestras provenientes de diferentes zonas de pesca visitadas desde marzo a octubre de 2020 en la zona centro-sur de Chile. En estas muestras, se encontraron desde dos a cuatro componentes normales en la distribución de frecuencia de tallas en hembras (Tabla 3.1, Anexo A) y machos (Tabla 3.2, Anexo A).

Tabla 2.1. Componentes normales de edad identificados en los datos de distribución de frecuencia de longitudes de hembras de langostino colorado por mes y zona de pesca, año 2020.

Sexo	Mes	Zona	Grupo Normal	Proporción (p)	Talla media (μ , mm)	Desv. Estd. (σ , mm)
Hembra	Marzo	Itata	1	0.678	33.5	1.32
Hembra	Marzo	Itata	2	0.296	36.2	1.32
Hembra	Marzo	Itata	3	0.025	41.8	1.32
Hembra	Marzo	SanVicente	1	0.393	33.5	1.18
Hembra	Marzo	SanVicente	2	0.452	36.1	1.18
Hembra	Marzo	SanVicente	3	0.137	39.1	1.18
Hembra	Marzo	SanVicente	4	0.018	43.2	1.18
Hembra	Marzo	Tumbes	1	0.836	33.2	1.46
Hembra	Marzo	Tumbes	2	0.149	36.5	1.46
Hembra	Marzo	Tumbes	3	0.015	40.9	1.46
Hembra	Abril	Itata	1	0.779	33.7	1.56
Hembra	Abril	Itata	2	0.198	37.0	1.56
Hembra	Abril	Itata	3	0.023	41.6	1.56
Hembra	Mayo	Achira	1	0.754	32.8	1.26
Hembra	Mayo	Achira	2	0.215	35.4	1.26
Hembra	Mayo	Achira	3	0.031	37.8	1.26
Hembra	Mayo	Itata	1	0.711	34.7	2.01
Hembra	Mayo	Itata	2	0.289	37.5	2.01
Hembra	Junio	Achira	1	0.938	32.7	1.35

Sexo	Mes	Zona	Grupo Normal	Proporción (p)	Talla media (μ , mm)	Desv. Estd. (σ , mm)
Hembra	Junio	Achira	2	0.062	35.0	1.35
Hembra	Junio	Carranza	1	0.833	32.8	0.88
Hembra	Junio	Carranza	2	0.167	35.6	1.27
Hembra	Junio	Chanco	1	0.964	32.0	1.14
Hembra	Junio	Chanco	2	0.036	34.9	0.84
Hembra	Junio	Itata	1	0.808	33.0	1.26
Hembra	Junio	Itata	2	0.182	36.0	1.26
Hembra	Junio	Itata	3	0.011	39.7	1.26
Hembra	Agosto	Chanco	1	0.913	28.7	1.29
Hembra	Agosto	Chanco	2	0.087	32.4	1.82
Hembra	Octubre	Achira	1	0.893	32.9	1.98
Hembra	Octubre	Achira	2	0.107	35.2	1.98
Hembra	Octubre	IStaMaria	1	0.025	24.0	1.62
Hembra	Octubre	IStaMaria	2	0.017	32.0	1.62
Hembra	Octubre	IStaMaria	3	0.561	35.0	1.62
Hembra	Octubre	IStaMaria	4	0.398	38.0	1.62

Tabla 2.2. Componentes normales de edad identificados en los datos de distribución de frecuencia de longitudes de machos de langostino colorado por mes y zona de pesca, año 2020.

Sexo	Mes	Zona	Grupo Normal	Proporción (p)	Talla media (μ , mm)	Desv. Estd. (σ , mm)
Macho	Marzo	Itata	1	0.508	34.1	1.45
Macho	Marzo	Itata	2	0.439	39.1	1.45
Macho	Marzo	Itata	3	0.053	44.1	1.45
Macho	Marzo	SanVicente	1	0.155	33.0	1.17
Macho	Marzo	SanVicente	2	0.679	36.5	1.17
Macho	Marzo	SanVicente	3	0.167	40.6	1.17
Macho	Marzo	Tumbes	1	0.379	32.7	1.02
Macho	Marzo	Tumbes	2	0.387	35.0	1.02
Macho	Marzo	Tumbes	3	0.205	38.1	1.02
Macho	Marzo	Tumbes	4	0.029	41.8	1.02
Macho	Abril	Itata	1	0.48	33.4	1.29
Macho	Abril	Itata	2	0.327	36.4	1.29
Macho	Abril	Itata	3	0.171	39.4	1.29
Macho	Abril	Itata	4	0.021	43.5	1.29

Sexo	Mes	Zona	Grupo Normal	Proporción (p)	Talla media (μ , mm)	Desv. Estd. (σ , mm)
Macho	Mayo	Achira	1	0.388	32.5	1.61
Macho	Mayo	Achira	2	0.556	37.8	1.61
Macho	Mayo	Achira	3	0.056	41.4	1.61
Macho	Mayo	Itata	1	0.631	31.2	1.51
Macho	Mayo	Itata	2	0.303	34.9	1.42
Macho	Mayo	Itata	3	0.066	39.0	1.48
Macho	Junio	Achira	1	0.332	32.3	0.87
Macho	Junio	Achira	2	0.564	35.8	1.04
Macho	Junio	Achira	3	0.104	38.6	0.97
Macho	Junio	Carranza	1	0.416	33.1	1.10
Macho	Junio	Carranza	2	0.495	36.4	1.12
Macho	Junio	Carranza	3	0.090	39.7	0.77
Macho	Junio	Chanco	1	0.399	32.4	0.90
Macho	Junio	Chanco	2	0.340	35.0	0.90
Macho	Junio	Chanco	3	0.261	37.4	0.90
Macho	Junio	Itata	1	0.301	34.3	1.49
Macho	Junio	Itata	2	0.581	38.6	1.39
Macho	Junio	Itata	3	0.118	43.0	1.48
Macho	Agosto	Chanco	1	0.067	29.0	1.58
Macho	Agosto	Chanco	2	0.933	32.6	1.58
Macho	Octubre	Achira	1	0.866	33.8	1.17
Macho	Octubre	Achira	2	0.134	36.9	1.27
Macho	Octubre	IStaMaria	1	0.001	24.1	2.70
Macho	Octubre	IStaMaria	2	0.955	35.2	2.70
Macho	Octubre	IStaMaria	3	0.044	39.5	2.70

En el ordenamiento de las tallas medias de menor a mayor, se observan diferencias entre machos y hembras (**Fig. 3.4**). Los saltos y estabilidad en las tallas medias fueron detectados automáticamente con el programa “changepoint”, lo que permitió identificar grupos de edad en los que la longitud media permanece constante dada la naturaleza discreta del crecimiento (**Fig. 3.5**).

En las hembras se encontró 7 grupos, y en los machos 8 grupos. Las tallas medias en estos grupos fueron 24,0; 28,7; 32,9; 35,4; 37,4; 39,4 y 41,9 mm LC en hembras; mientras que en machos las longitudes medias fueron: 24,1; 29,0; 32,6; 34,6; 36,7; 38,9; 41,3; y 43,5 mm LC. La secuencia de estas tallas medias se asume siguen igual número de grupos de edad consecutivos.

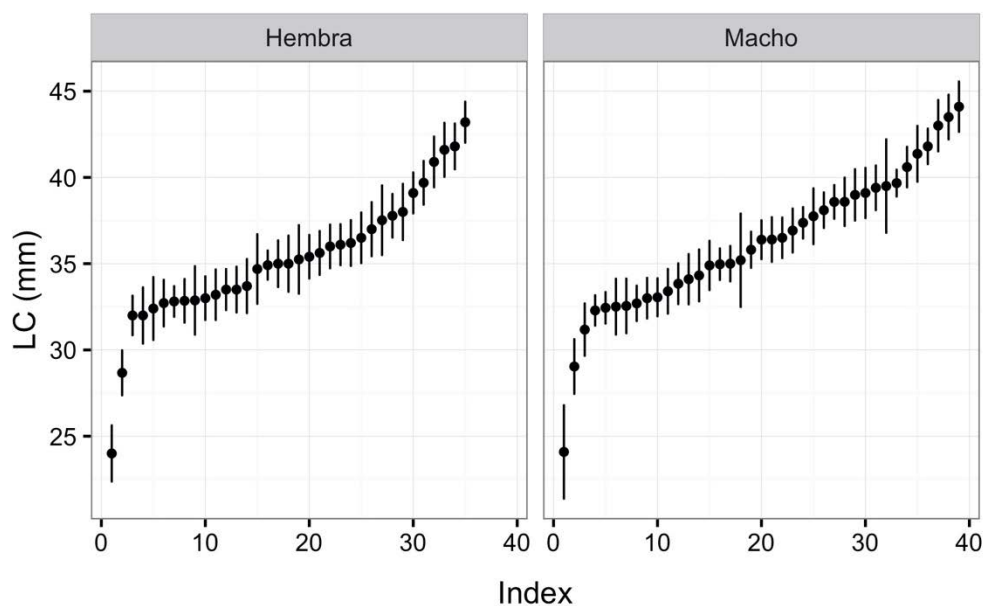


Figura 2.1. Orden de menor a mayor de las tallas medias identificadas para machos y hembras de langostino colorado. Las líneas verticales representan ± 1 desviación estándar.

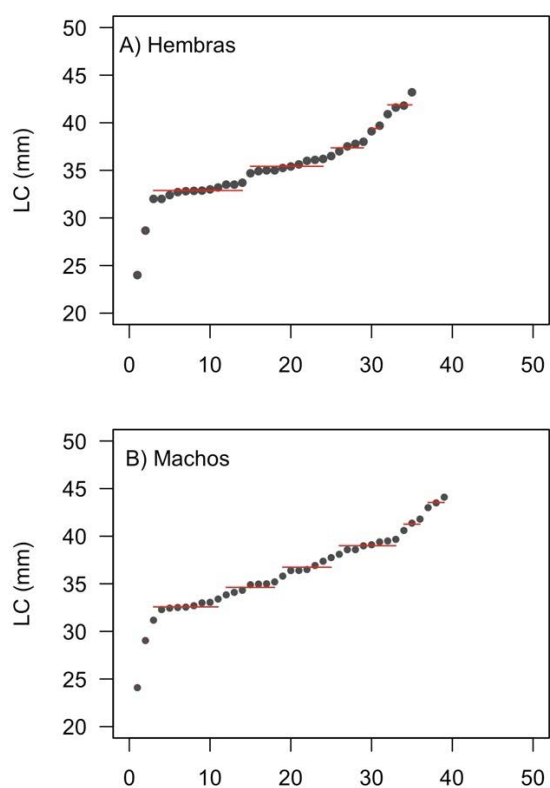


Figura 2.2 Número de clases de edad identificados mediante saltos en la longitud media y estabilidad de la media (líneas rojas) de hembras y machos de langostino colorado.

Crecimiento

De acuerdo con la identificación de grupos de edad discretos con igual longitud media (**Fig. 3.5**), la estimación de los parámetros de crecimiento incorporó la primera longitud del primer grupo de edad (no observada) como predictor de la trayectoria del crecimiento, obteniéndose leves diferencias en los parámetros de machos y hembras (**Tabla 3.3, Fig. 3.6**). La prueba de razón de verosimilitud entre machos y hembras no mostró diferencias significativas ($\Delta\mathcal{L} = 3,574$; $P = 0,0587$), por lo que el crecimiento puede ser descrito por los parámetros estimados para ambos sexos (Tabla 3.3).

Tabla 2.3. Estimación de los parámetros de crecimiento en longitud de machos y hembras y ambos sexos en conjunto de langostino colorado.

Parámetro y unidad	Símbolo	Hembras	Machos	Ambos
Longitud asintótica (mm)	l_{∞}	49,4	53,7	52,4
Coefficiente de crecimiento (año ⁻¹)	k	0,180	0,141	0,152
Longitud primera edad (mm)	l_1	19,6	20,2	20,0
Error estándar de estimación	σ_l	0,720	0,502	0,624
n	n	7	8	15
Log-verosimilitud negativa	$-\mathcal{L}$	7,636	5,849	14,201

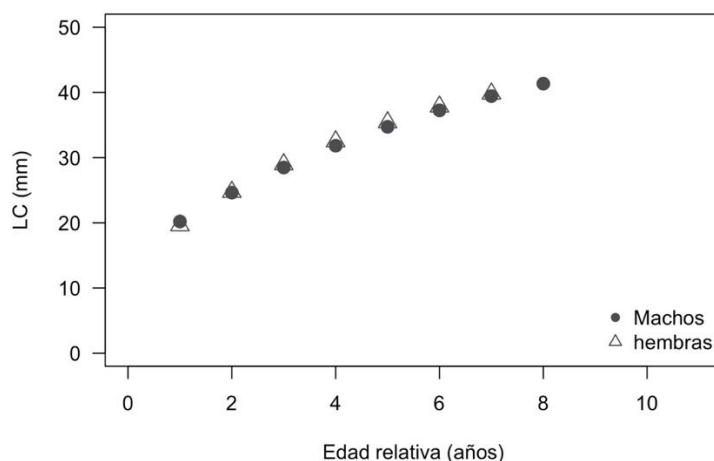


Figura 2.3. Crecimiento en longitud de hembras y machos de langostino colorado según el modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

La comparación del crecimiento en longitud consideró los parámetros de crecimiento comunicados por Roa (1993), Roa y Tapia (1998) y Quiroz et al. (2006) (Tabla 3.4). La primera longitud que utilizan el parámetro a_0 se calculó a la edad 2. Los parámetros de crecimiento no muestran diferencias importantes según el índice de crecimiento de Pauly y Munro (1984), que fluctuó entre 2,552 y 2,791, y promedio igual a 2,619.

Tabla 2.4. Estimaciones de parámetros de crecimiento por sexo para langostino colorado.

Sexo	l_{∞}	k	l_1	a_0	ϕ'	Fuente
Hembras	44.6	0.179	16.1	-0.510	2.552	Roa (1993)
Machos	50.5	0.197	19.7	-0.510	2.701	Roa (1993)
Hembras	38.4	0.375	22.4	-0.328	2.743	Roa y Tapia (1998)
Machos	40.8	0.371	23.0	-0.240	2.791	Roa y Tapia (1998)
Hembras	41.3	0.200	16.3	-0.510	2.533	Roa y Tapia (1998)
Machos	50.0	0.200	19.7	-0.510	2.699	Roa y Tapia (1998)
Hembras	47.1	0.157	14.3		2.542	Quiroz et al. (2006)
Machos	47.5	0.164	16.0		2.568	Quiroz et al. (2006)
Hembras	50.3	0.121	17.6		2.486	Quiroz et al. (2006)
Machos	46.4	0.167	18.4		2.556	Quiroz et al. (2006)
Hembras	49.4	0.180	19.6		2.643	Este estudio
Machos	53.7	0.141	20.2		2.609	Este estudio
Ambos	52.4	0.152	20.0		2.621	Este estudio

La relación entre k y la longitud asintótica demostró una mayor incertidumbre en k que en la longitud asintótica, con intercepto = 13.56, pendiente = -3.957 y ángulo = -75.819 grados (Figura 3.7). Al considerar machos y hembras, en las estimaciones disponibles hay diferencias particularmente en la elevación, pero no en la pendiente (Tabla 3.5). No obstante, las estimaciones encontradas en este estudio se alinean más cerca del crecimiento de machos (Figura 3.8).

Tabla 2.5. Comparación de los parámetros de crecimiento por sexo para langostino colorado, regresión tipo II.

	Hembras	Machos
Intercepto	5,785 (0,571; 11,0)	6,856 (-2,658; 16,369)
Pendiente	-3,937 (-18,923; -2,099)	-4,498 (16,231; -1,834)

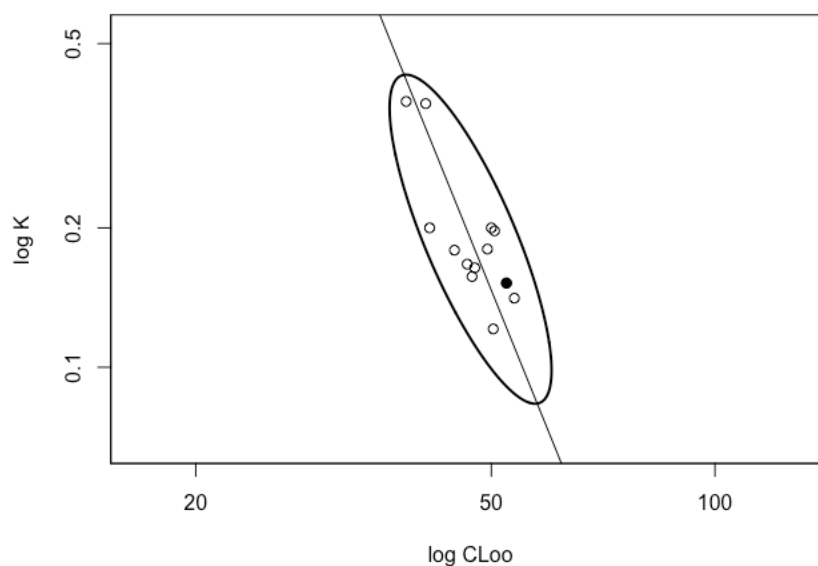


Figura 2.4. Regresión Eje Mayor (MA) entre la constante de crecimiento y la longitud asíntota (transformados a logaritmo). El punto negro muestra la estimación de este estudio para ambos sexos. La elipse representa 95% de confianza.

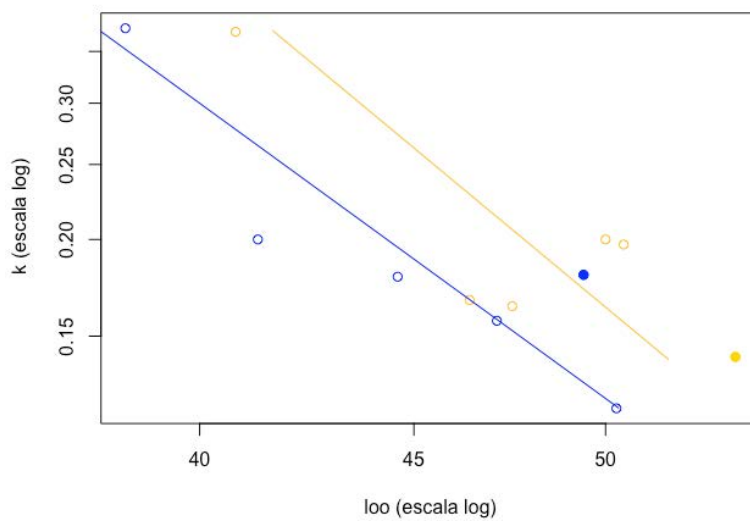


Figura 2.5. Regresión Eje Mayor (MA) entre la constante de crecimiento y la longitud asintótica (transformados a logaritmo) para hembras (línea azul) y machos (línea amarilla). Los puntos sólidos corresponden a las estimaciones de este estudio.

DISCUSION

El análisis de frecuencia de tallas es uno de los métodos más utilizados para analizar el crecimiento de crustáceos, dado que mudan el caparazón sin dejar registros de marcas de crecimiento en partes duras. Precisamente, el crecimiento de los crustáceos es discreto y depende del número de eventos de muda. Si existe sincronía en la época de muda, y ocurre una vez al año, entonces las tallas de las cohortes que se han originado en años diferentes se mezclarán en los datos de frecuencia de tallas. La variación de la talla reflejará diferentes mezclas, y por lo tanto analizar diferentes muestras de datos de frecuencia de tallas revelará tallas similares si provienen de una misma clase anual. Esto implica un supuesto adicional importante: que machos y hembras de langostino colorado forman agregaciones estructuradas por tamaño, y que por lo tanto datos de frecuencia de talla agrupados no permitirían una buena discriminación acerca del número de clases de edad que podrían estar presentes en la estructura de tallas (Cubillos et al., 2020).

De acuerdo a lo expuesto, los saltos en las tallas medias ordenadas de menor a mayor revelaran el número de grupos de edad. Esta afirmación se confirmó con el método 'changepoint' encontrándose 7 grupos de edad en las hembras y 8 grupos de edad. Las tallas medias de estos grupos de edad muestran que no hay diferencias en el crecimiento de machos y hembras de langostino colorado. Sin embargo, con propósitos comparativos se estimaron los parámetros por sexo y para el conjunto de machos y hembras. La tasa de crecimiento es baja, lo que implica un crecimiento lento. Asimismo, la talla promedio del primer grupo de edad fue estimada a los 20 mm, que podría corresponder a la talla de

reclutamiento a los caladeros de pesca. Se estima que la fracción explotable ocurre a los tres años, a una talla de 28,5 mm y que dicha fracción está compuesta por a lo menos seis grupos de edad. Desde el punto de vista de la evaluación de stock, estos resultados son relevantes ya que demuestran que a lo menos 8 grupos de edad están presentes en la explotación comercial de langostino colorado. En efecto, Cavieres (2018) y las evaluaciones de stock posteriores restringen la evaluación a un máximo de 5 grupos de edad. Se recomienda aumentar a 8 grupos de edad, y utilizar los parámetros de crecimiento en longitud aquí reportados.

REFERENCIAS

Benaglia, T., Chauveau, D., Hunter, D.R., Young, D.S., 2009. mixtools: An R Package for Analyzing Finite Mixture Models. *Journal of Statistical Software* 32, 1–29.

Cavieres, J., 2018. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2018. *Langostino colorado*, 2018. Informe 3 Consolidado Mayo 2017. Subsecretaría de Economía y EMT, Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso.

Chang, Y.J., Sun, C.L., Chen, Y. et al. 2012. Modelling the growth of crustacean species. *Rev. Fish Biol Fisheries* 22, 157–187. <https://doi.org/10.1007/s11160-011-9228-4>

Chang, E.S. 1995. Physiological and biochemical changes during the molt cycle in decapod crustaceans: an overview. *J Exp Mar Biol Ecol* 193:1–14

Cubillos, L.A., Bustos, B., Franco, M., Aguilar, A., Antón, J. 2020. Crecimiento y tasas de mortalidad de langostino amarillo en el extremo sur de su distribución, Isla Santa María-Isla Mocha (36°50'S-38°20'S). En: Cubillos L.A. (Ed.), *Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur*, año 2019. Informe Técnico 2020-01.

Fournier, D.A., Skaug, H.J., Ancheta, J., Ianelli, J., Magnusson, A., Maunder, M.N., Nielsen, A., Sibert, J., 2012. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models 27, 233–249. doi:10.1080/10556788.2011.597854

Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In: Abele LG, Bliss DE (eds) *The biology of crustacea*, vol. 2, embryology, morphology, and genetics. Academic Press, New York, pp. 111–196

Kilada, R., Sainte-Marie, B., Rochette, R., Davis, N., Vanier, C., Campana, S., 2012. Direct determination of age in shrimps, crabs, and lobsters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69, 1728–1733. doi:10.1139/cjfas-2012-0254

Killick, R., Fearnhead, P., Eckley, I.A., 2012. Optimal Detection of Changepoints With a Linear Computational Cost. *null* 107, 1590–1598. doi:10.1080/01621459.2012.737745

Killick, Rebecca and Eckley, Idris (2014) changepoint: an R package for changepoint analysis. *Journal of Statistical Software*, 58 (3). pp. 1-19. ISSN 1548-7660

Pauly, D., Munro, J.L. 1984. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 4(1): 18-20.

Quiroz, J.C., Montenegro, C., Báez, P., Espíndola, F., Canales, C., 2006. Dinámica y estructura poblacional del langostino colorado III y IV Regiones, Informe Final FIP IT/2005-41.

Roa, R. 1993. Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 97, 157-166.

Roa, R., Tapia, F., 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 167, 185–196.

Roa-Ureta, R.H., 2010. A Likelihood-Based Model of Fish Growth With Multiple Length Frequency Data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 15, 416–429.

Thiel M. y G. A. Lovrich. 2011. Agonistic behaviour and reproduction biology of squat lobster, pp. 223-248. En: Poore G. C. B., S. T. Ahyong y J. Taylor (eds.) *The biology of squat lobsters*. CSIRO Publishing: Melbourne and CRC Press: Boca Raton.

Vogt, G., 2012. Ageing and longevity in the Decapoda (Crustacea): A review. *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology* 251, 1–25.

Warton, D.I., Wright, I.J., Falster, D.S., Westoby, M., 2006. Bivariate line-fitting methods for allometry. *Biological Reviews* 81, 259–291. doi:10.1017/S1464793106007007

3. Huella de arrastre de la pesquería de langostinos en la zona centro-sur de Chile

Luis A. Cubillos, Juan Antón Heredia

AUTORES

COLABORADOR:

Germán Vásquez

Citar como:

Cubillos, L.A., Antón Heredia, J. 2021. Huella de arrastre de la pesquería de langostinos en la zona centro-sur de Chile. En: Cubillos L.A. (Ed.), Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur, año 2020. Informe Técnico 2021-01.

RESUMEN

Se cuantifica la cobertura espacial de las operaciones de pesca de arrastre orientada a la captura de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur de Chile. La pesquería despliega el esfuerzo de pesca con arrastre de fondos que cubrieron entre 4708 y 5973 km² entre 2016 y 2020, lo que equivale a 23,6 y 12,9% del área de restricción para el arrastre (19945 km²) en la zona centro-sur (32°S - 38°20'S). La baja cobertura espacial en 2020 se debió a crisis sanitaria que determinó la operación en caladeros cercanos a puerto bases.

INTRODUCCION

El contexto espacial en el que se desarrollan las operaciones de pesca es fundamental, ya que permite la planificación territorial y además circunscribe el ámbito de acción de una pesquería, particularmente las de arrastre de fondo. En efecto, los impactos ecológicos que pueden tener los artes de pesca de arrastre de fondo sobre ecosistemas bentónicos de aguas costeras y profundas están en constante debate (Kaiser *et al.* 2016, Hiddink *et al.* 2017, Sciberras *et al.* 2018), y particularmente en términos de la huella de arrastre a nivel global (Amoroso *et al.* 2018), con algunos estudios atribuyendo directamente el daño a los ecosistemas debido a los efectos de la pesca de arrastre mientras otros señalan que el componente ambiental es mucho más relevante que los efectos de la pesca en la estructuración de las comunidades (Mérigot *et al.* 2020).

La pesquería de crustáceos demersales orientada a langostino colorado y langostino amarillo vulnera especies secundarias que conforman la fauna acompañante de la pesquería (Queirolo *et al.* 2011), que se caracterizan por ser especies abundantes con distribución amplia, que se estructuran espacialmente por la abundancia relativa (Montero *et al.*, 2020) y tróficamente en nichos que les permite evitar la competencia inter-específica por el uso de recursos alimentarios (Ponce *et al.*, 2021). Muchas veces los argumentos acerca del riesgo potencial sobre la conservación de la biodiversidad, la reducción de la captura acompañante, prácticas de descarte y certificación de pesquerías asumen riesgos de impactos altos. En este ámbito, es muy oportuno medir la huella de arrastre de fondo, tal que permita dimensionar el impacto en función no sólo del indicador de cobertura de las operaciones de pesca sino en que medida dicha extensión es recurrente. Por lo general, las restricciones a la actividad asignada a escalas gruesas tales como cuadrículas de estadísticas de pesca (Jennings *et al.* 1999), proporcionan una imagen engañosa de la distribución espacial de la pesca de arrastre, ya que las áreas de arrastre se combinan con áreas sin arrastre (fondos duros, por ejemplo). Si bien el sistema de monitoreo de barcos (VMS) es una herramienta que permite la vigilancia y control en tiempo real, y los datos de posición permiten evaluar la extensión de las operaciones de pesca (Amoroso *et al.* 2018), el registro de lances de pesca en bitácoras de pesca también permite evaluar la huella de arrastre para dimensionar el tamaño de las áreas de pesca.

El objetivo de este documento es dimensionar el contexto espacial de la pesquería de arrastre de fondo de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur de Chile.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ESFUERZO DE PESCA

Periodo 2016-2020

La distribución espacial del esfuerzo de pesca en el periodo 2016-2020 se muestra en la **Figura 3.1**, representando la geolocalización de todos los lances de pesca de la flota Camanchaca Pesca Sur y se compara con el polígono de huella de arrastre general desde 32°S hasta 38°20'S sugerido por Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, y que representa a las operaciones de pesca de arrastre históricas tanto de langostinos como de merluza común (*Merluccius gayi*) por fuera de las 5 millas náuticas. El área histórica de arrastre de SUBPESCA cubre 19945 km² desde 32°00'S hasta 38°20'S.

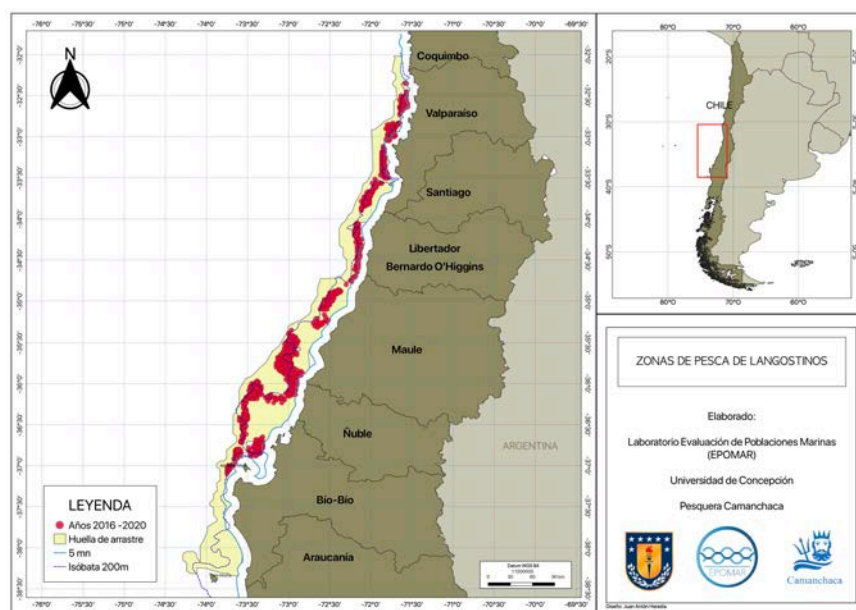


Figura 3.1. Distribución de las operaciones de pesca de arrastre realizadas sobre langostino colorado y langostino amarillo en el periodo 2016-2020 (puntos rojos), y su comparación con la huella de arrastre histórica sugerido por Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para la zona centro-sur (polígono amarillo) en base a la pesca de arrastre de merluza común y langostinos.

Al desagregar la información por años, en el periodo 2016-2020, se demuestra la heterogeneidad en la cobertura espacial de las operaciones de pescas de arrastre. Se observan zonas recurrentes y discretas que se constituyen en caladeros de pesca

recurrentes. Asimismo, destaca la menor cobertura espacial registrada durante el 2020 (Figura 3.2).

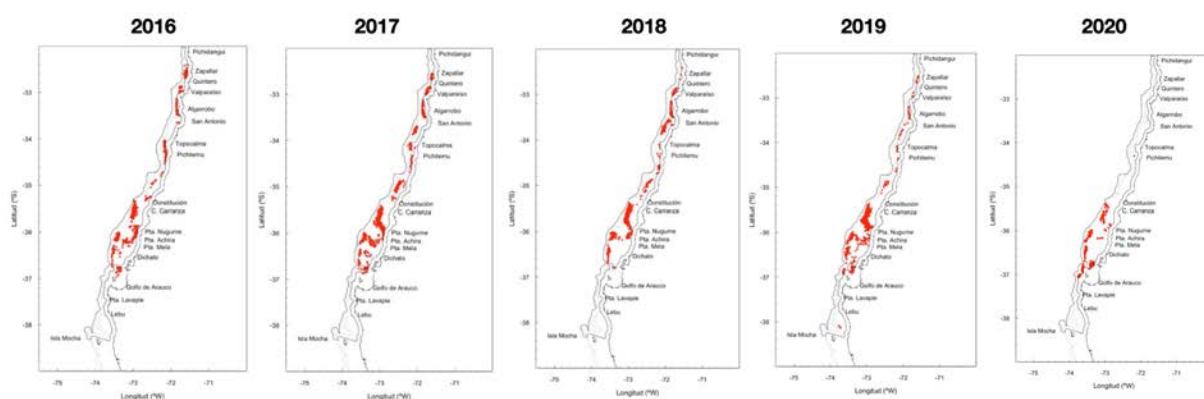


Figura 3.2. Cambios interanuales en la cobertura de las operaciones de pesca de arrastre de langostino colorado y langostino amarillo en la UPS, años 2016 a 2019.

La cobertura espacial de las operaciones de pesca realizadas entre 2016 y 2020 cubre 9572 km²; es decir, 47,9% del área permitida para arrastrar en la zona centro-sur (30°S-38°20'S). Sin embargo, interanualmente la cobertura del área de arrastre fue menor ya que en el año 2016 fue de 5262 km² (26,4%), en 2017 de 5973 km² (29,9%), en 2018 de 4708 km² (23,6%), en 2019 de 5.394 km² (27,0%), y en 2020 de 2579 km² (12,9%) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Indicadores de desempeño anuales de las operaciones de pesca orientada a crustáceos demersales langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur de Chile, respecto del polígono histórico de huella de arrastre de SUBPESCA.

	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Area cubierta (km ²)	5262	5973	4708	5394	2579	9572
Fracción Polígono Arrastre (%)	26,4	29,9	23,6	27,0	12,9	47,9
Lances	1985	2371	2288	1822	1482	10118
Lance en Polígono	1948	2347	2285	1785	1406	9939
Fuera del Polígono	37	24	3	37	76	179
Fracción fuera del Polígono (%)	1,9	1,0	0,1	2,0	5,1	1,8

Las operaciones fuera del polígono fueron mínimas, con lances de pesca que han sido variables pero menores al 2% de la totalidad de lances realizados. Estos lances de pesca que están por fuera del polígono de arrastre histórico se deben a las operaciones de pesca al

oeste de San Vicente y cañon del Biobío norte y sur (**Figura 3.1 y 3.2**), que representan 5,1% de los lances fuera del polígono en el año 2020.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La acumulación de los lances de pesca en un contexto espacial puede resultar engañosa ya que por lo general los lances de pesca se estructuran espacialmente por oportunidades de pesca que definen caladeros de pesca visitados recurrentemente y que por las características fisiográficas queda limitados espacialmente (Cubillos y Cuevas, 2018).

En 2020, hubo una contracción espacial en el despliegue espacial del esfuerzo de pesca que se tradujo en una cobertura de solamente 12,9% del polígono de arrastre histórico de SUBPESCA. Esta restricción espacial se debió a los cambios impuestos por protocolos impuestos para evitar contagios y restricciones a la movilidad por confinamiento asociados con la crisis sanitaria COVID-19 desde marzo de 2020. Las medidas de confinamiento han significado cambios en el régimen operacional en la planta de proceso (turnos y aforo máximo permitido) y en la operatividad de las embarcaciones cerca de puerto base.

En Chile, los montes submarinos (MS) están clasificados como ecosistemas marinos vulnerables y se han identificado 117 MS en los que la pesca de arrastre de fondo está prohibida (Res. Ex. 451, febrero 17 de 2015; y Res. Ex. 687, marzo 4 de 2016). La mayoría de los MS identificados se distribuyen a lo largo de las cordilleras de Nazca y Salas y Gómez (Gávez-Larach, 2009, Yáñez et al. 2009). La pesca de langostino colorado y amarillo están circunscritas a la plataforma continental y talud superior en la Unidad de Pesquería Sur, sin interacción alguna con la distribución de los MS identificados como ecosistemas marinos vulnerables (Cubillos et al., 2020).

REFERENCIAS

Amoroso, R.O., Pitcher, C.R., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Parma, A.M., Suuronen, P., Eigaard, O.R., Bastardie, F., Hintzen, N.T., Althaus, F., Baird, S.J., Black, J., Buhl-Mortensen, L., Campbell, A.B., Catarino, R., Collie, J., Cowan, J.H., Durholtz, D., Engstrom, N., Fairweather, T.P., Fock, H.O., Ford, R., Gálvez, P.A., Gerritsen, H., Góngora, M.E., González, J.A., Hiddink, J.G., Hughes, K.M., Intelmann, S.S., Jenkins, C., Jonsson, P., Kainge, P., Kangas, M., Kathena, J.N., Kavadas, S., Leslie, R.W., Lewis, S.G., Lundy, M., Makin, D., Martin, J., Mazor, T., Gonzalez-Mirelis, G., Newman, S.J., Papadopoulou, N., Posen, P.E., Rochester, W., Russo, T., Sala, A., Semmens, J.M., Silva, C., Tsolos, A., Vanellander, B., Wakefield, C.B., Wood, B.A., Hilborn, R., Kaiser, M.J.,

- Jennings, S., 2018. Bottom trawl fishing footprints on the world's continental shelves. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115, E10275–E10282. doi:10.1073/pnas.1802379115
- Ahumada, M., Queirolo, D., Acuña, E., Gaete, E. 2013. Caracterización de agregaciones de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*) mediante un sistema de filmación remolcado. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 41, 199–208.
- Cubillos L.A., Cuevas M.J., 2018. Indicadores biológico-pesqueros del langostino colorado y langostino amarillo en la Zona Centro-Sur, año 2018. Informe Técnico Epomar 2018-02, 46 p.
- Cubillos, L.A., Antón, J., Vilches, J. 2020. Contexto espacial de las operaciones de pesca en las pesquerías de langostino colorado y langostino amarillo. En: Cubillos L.A. (Ed.), *Indicadores biológicos y pesqueros de la pesquería de langostino colorado y langostino amarillo en la zona centro-sur, año 2019*. Informe Técnico 2020-01.
- Sciberras, M., Hiddink, J.G., Jennings, S., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Kneafsey, B., Clarke, L.J., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C.R., Amoroso, R.O., Parma, A.M., Suuronen, P., Kaiser, M.J., 2018. Response of benthic fauna to experimental bottom fishing: A global meta-analysis. *Fish and Fisheries* 19, 698–715. doi:10.1111/faf.12283
- Gálvez-Larach, M., 2009. Montes submarinos de Nazca y Salas y Gómez: una revisión para el manejo y conservación. *Latin american journal of aquatic research* 37, 479–500.
- Gutierrez, M., Ramirez, A., Bertrand, S., Móron, O., Bertrand, A., 2008. Ecological niches and areas of overlap of the squat lobster “munida” (*Pleuroncodes monodon*) and anchoveta (*Engraulis ringens*) off Peru. *Progress in Oceanography* 79, 256–263. doi:10.1016/j.pocean.2008.10.019
- Haye PA, P Salinas, E Acuña & E Poulin E. 2010. Heterochronic phenotypic plasticity with lack of genetic differentiation in the southeastern Pacific squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Evolution & Development* 12: 628–634. doi: 10.1111/j.1525-142X.2010.00447.x
- Hiddink, J.G., Jennings, S., Sciberras, M., Szostek, C.L., Hughes, K.M., Ellis, N., Rijnsdorp, A.D., McConnaughey, R.A., Mazon, T., Hilborn, R., Collie, J.S., Pitcher, C.R., Amoroso, R.O.,

- Parma, A.M., Suuronen, P., Kaiser, M.J., 2017. Global analysis of depletion and recovery of seabed biota after bottom trawling disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, 8301–8306. doi:10.1073/pnas.1618858114
- Jennings, S., Alvsvåg, J., Cotter, A.J.R., Ehrich, S., Greenstreet, S.P.R., Jarre-Teichmann, A., Mergardt, N., Rijnsdorp, A.D., Smedstad, O., 1999. Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure. III. International trawling effort in the North Sea: an analysis of spatial and temporal trends. *Fisheries Research* 40, 125–134. doi:10.1016/S0165-7836(98)00208-2
- Kaiser, M.J., Hilborn, R., Jennings, S., Amaroso, R., Andersen, M., Balliet, K., Barratt, E., Bergstad, O.A., Bishop, S., Bostrom, J.L., Boyd, C., Bruce, E.A., Burden, M., Carey, C., Clermont, J., Collie, J.S., Delahunty, A., Dixon, J., Eayrs, S., Edwards, N., Fujita, R., Gauvin, J., Gleason, M., Harris, B., He, P., Hiddink, J.G., Hughes, K.M., Inostroza, M., Kenny, A., Kritzer, J., Kuntzsch, V., Lasta, M., Lopez, I., Loveridge, C., Lynch, D., Masters, J., Mazar, T., McConnaughey, R.A., Moenne, M., Francis, Nimick, A.M., Olsen, A., Parker, D., Parma, A., Penney, C., Pierce, D., Pitcher, R., Pol, M., Richardson, E., Rijnsdorp, A.D., Rilatt, S., Rodmell, D.P., Rose, C., Sethi, S.A., Short, K., Suuronen, P., Taylor, E., Wallace, S., Webb, L., Wickham, E., Wilding, S.R., Wilson, A., Winger, P., Sutherland, W.J., 2016. Prioritization of knowledge - needs to achieve best practices for bottom trawling in relation to seabed habitats. *Fish and Fisheries* 17, 637–663. doi:10.1111/faf.12134
- Mérigot, B., Gaertner, J.C., Brind'Amour, A., Carbonara, P., Esteban, A., Garcia-Ruiz, C., Gristina, M., Imzilen, T., Jadaud, A., Joksimovic, A., Kavadas, S., Kolutari, J., Maina, I., Maiorano, P., Manfredi, C., Micallef, R., Peristeraki, P., Relini, G., Sbrana, M., Spedicato, M.T., Thasitis, I., Vittori, S., Vrgoc, N., 2020. Stability of the relationships among demersal fish assemblages and environmental-trawling drivers at large spatio-temporal scales in the northern Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 83, 153–163. doi:10.3989/scimar.04954.30a
- Montero, J.T., Flores, A., Queirolo, D., Farias, A., Wiff, R., Lima, M., Rivera-Rebella, C., Ahumada, M., 2020. Potential effects of bycatch from the squat lobster fisheries in Central Chile on the benthic ecosystem: a survey data approach. *Mar. Freshw. Res.* 71, 1281–1293.
- Ponce, T., Cubillos, L.A., Ciancio, J., Castro, L.R., Araya, M. 2021. Isotopic niche and niche overlap in benthic crustacean and demersal fish associated to the bottom trawl fishing in south-central Chile. *Journal of Sea Research* 173, 102059.

- Queirolo, D., Erzini, K., Hurtado, C.F., Gaete, E., Soriguer, M.C., 2011. Species composition and bycatches of a new crustacean trawl in Chile. *Fisheries Research* 110, 149–159. doi:10.1016/j.fishres.2011.04.001
- Quiroz, J.C., Wiff, R., Montenegro, C. 2005. Factores que afectan las tasas de captura de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso* 33, 43-55.
- Yáñez, E., Silva, C., Vega, R., Espíndola, F., Álvarez, L., Silva, N., Palma, S., Salinas, S., Menschel, E., Häussermann, V., Soto, D., Ramírez, N., 2009. Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile. *Latin american journal of aquatic research* 37, 555-570.