Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Recursos Naturales Escuela de ciencias del Mar Valparaíso – Chile

INFORME FINAL

IMPLEMENTACIÓN DE VENTANAS DE ESCAPE EN TRAMPAS DE LANGOSTA Y CANGREJO DORADO EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

(Proyecto FIP N°2008-25)

Título del Proyecto "Implementación de ventanas de escape en trampas de

langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández"

Requirente: Fondo de Investigación Pesquera (FIP)

Contraparte: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Recursos Naturales

Unidad Ejecutora: Escuela de Ciencias del Mar

Avda. Altamirano 1480

Casilla 1020 Valparaíso

Patricio Arana E. Investigador responsable:

Escuela de Ciencias del Mar

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Fonos: (32) 2274247 - 2274237

E-mail: parana@ucv.cl

Referencia del documento:

Arana, P., J.C. Orellana & A. De Caso. 2010. Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N° 2008-25). Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 08/2010: 168 pp.

Distribución de ejemplares

- 4 Fondo de Investigación Pesquera
- 1 Escuela de Ciencias del Mar, PUCV
- 1 Investigador responsable

DOCUMENTOS GENERADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

- Escuela de Ciencias del Mar. 2008. Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N° 2008-25). Propuesta Técnica. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 158 pp.
- **Escuela de Ciencias del Mar. 2008.** Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N° 2008-25). Propuesta Económica. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 28 pp.
- **Arana, P., J.C. Orellana & A. De Caso. 2010.** Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N° 2008-25). Informe de Avance. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 02/2010: 131 pp.
- **Arana, P., J.C. Orellana & A. De Caso. 2010.** Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N° 2008-25). Pre-Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 06/2010: 168 pp.
- **Arana, P., J.C. Orellana & A. De Caso. 2010.** Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N° 2008-25). Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 08/2010: 168 pp.

PRESENTACIÓN DE AUTORES POR FUNCIÓN

ID	Nombre	Título / Grado	Función en el proyecto
1	Patricio Arana Espina	Ingeniero Pesquero M.Sc. Oceanografía	Dirección general del proyecto Estimación de curvas selectivas Análisis morfométricos Análisis integral de los resultados del proyecto Elaboración de informes
2	Guillermo Martínez González	Ingeniero Pesquero	Análisis integral de los resultados del proyecto Presentación Taller de Difusión
3	Dante Queirolo Palma	Ingeniero Pesquero	Asistencia técnica en construcción de prototipos de escape Experiencias de mortalidad Filmaciones submarinas Elaboración de informes
4	Juan Carlos Orellana Torres	Ingeniero Pesquero	Coordinación operacional del proyecto Estimación de curvas selectivas Análisis integral de los resultados del proyecto Confección ficha técnica Elaboración de informes
5	Alvaro De Caso Opazo	Ingeniero Pesquero	Análisis morfométricos Análisis integral de los resultados del proyecto Participación en filmaciones submarinas Elaboración de informes
6	Mauricio Ibarra Monsalva	Ingeniero Pesquero	Análisis de la información Elaboración de informes
7	Carmen Luz Fernández Romero	Ingeniero Informático	Asistencia computacional en programas empleados en el análisis de datos

CRONOLOGÍA

"Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández" (Proyecto FIP N° 2008-25)

<u>Fecha</u>	<u>Actividad</u>
22.jul.08	La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso postula al llamado a concurso convocado por el Fondo de Investigación Pesquera.
15.ago.08	Se envía al FIP carta con la respuesta a las observaciones formuladas por los evaluadores de la propuesta.
25.sep.08	Por carta FIP N°785, se informa que la ejecución del proyecto fue oficialmente adjudicado a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
04.nov.08	La Subsecretaría de Pesca emite contrato de investigación celebrado entre el Consejo de Investigación Pesquera y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
16.dic.08	La Contraloría General de la República toma razón del proyecto de investigación.
26.ene.09	La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso envía carta a la Secretaría Ejecutiva del Fondo de Investigación Pesquera, solicitándole postergar el inicio del proyecto, que se debía iniciar el 1° de octubre del 2008 al 1° de octubre de 2009, dado el atraso generado en la tramitación del proyecto y a que aún no se habían recibido los fondos pactados para su comienzo.
18.may.09	Se envía factura y boleta de garantía para el cobro del primer aporte para la realización del proyecto.
23.jul.09	La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso solicita a la Subsecretaría de Pesca autorización para realizar Pesca de Investigación alrededor de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, de acuerdo a los términos del proyecto aprobado.
30.jul.09	Se recibe el primer aporte financiero (50%) de parte del FIP para la realización del proyecto.
10.ago.09	Se envía a confeccionar a Plásticos Sidepla S.A. los dispositivos a utilizar en las pruebas experimentales de escape en langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado.
15.ago.09	Adquisición de cámara de filmación y carcasa submarina a utilizar en faenas de determinación de posturas de escape en langosta y cangrejo dorado.
22.sep.09	Envío de materiales de trabajo y víveres desde Valparaíso hacia Archipiélago de Juan Fernández en motonave Antonio.
28.sep.09	Recepción de carga enviada en archipiélago de Juan Fernández por parte de personal de la Dirección de Obras Públicas de la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández.
02.oct.09	Investigadores de la PUCV viajan al archipiélago para dar inicio a las actividades del proyecto.

04.oct.09	Incorporación de los dispositivos de escape en las trampas de langosta y cangrejo dorado.
05.oct.09	Reunión con Capitán de Puerto de Juan Fernández para dar a conocer alcances del presente proyecto de investigación.
08.oct.09	Inicio de faenas con bote N°23, patrón de embarcación Sr. Luis Llanquín. Embarcación que opera en la pesquería de la langosta y del cangrejo dorado.
08.oct.09	Se comienza a registrar información para determinar relaciones morfométricas en langosta de Juan Fernández.
09.oct.09	Inicio de faenas con bote N°54, patrón de embarcación Sr. Mario Llanquín. Embarcación que opera en la pesquería de la langosta y del cangrejo dorado.
16.oct.09	Se comienza a registrar información para determinar relaciones morfométricas en cangrejo dorado.
19.oct.09	La Subsecretaría de Pesca autoriza mediante la Resolución N°3499 exenta la pesca de investigación solicitada por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
21.oct.09	Inicio de faenas con bote N°31, patrón de embarcación Sr. Luis López. Embarcación que opera en la pesquería de la langosta.
29.oct.09	Inicio de pruebas de mortalidad en cangrejo dorado.
10.nov.09	Se publica en el Diario Oficial la resolución que autoriza la pesca de investigación.
22.nov.09	Se realizó primera filmación submarina para registrar posturas de escape en la langosta de Juan Fernández.
25.nov.09	Inicio de pruebas de mortalidad en langosta de Juan Fernández.
03.dic.09	Se realizó primera filmación submarina para registrar posturas de escape en el cangrejo dorado.
07.dic.09	Se procede a reemplazar dispositivos de 90 mm por dispositivos de 80 y 85 mm de diámetro en cada una de las embarcaciones participantes en el proyecto.
10.dic.09	Inicio de faenas con Bote N°157, patrón de embarcación Sr. Pedro Chamorro. Embarcación que opera en pesquería de cangrejo dorado.
17.dic.09	Se retira de la isla personal de la PUCV. Se deja contratado personal técnico en la isla para realizar labores de muestreo.
29.dic.09	Se envía al Secretario Ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera carta en que se le comunica los cambios que se han debido introducir en los participantes originales del proyecto por haber asumido nuevas funciones en el transcurso del tiempo.
04.ene.10	Investigadores de la PUCV viajan al archipiélago para continuar con las actividades del proyecto.
09.ene.10	Se realizó segunda filmación submarina para registrar posturas de escape en la langosta de Juan Fernández.
22.ene.10	Se realizó tercera filmación submarina para registrar posturas de escape en la langosta de Juan Fernández.

28.ene.10	Inicio de faenas con Bote N°144, patrón de embarcación Sr. Sandro González. Embarcación que opera en pesquería de cangrejo dorado.
10.feb.10	Se intenta realizar segunda filmación submarina para registrar posturas de escape en cangrejo dorado.
27.feb.10	Se produce maremoto en la isla, dándose término al proyecto de investigación y debido a la muerte de uno de los pescadores participantes del mismo.
01.mar.10	Investigadores de la PUCV viajan de regreso a Valparaíso.
05.mar.10	Se hace entrega al Fondo de Investigación Pesquera del Informe de Avance.
30.mar.10	Se reciben correcciones por parte de comité evaluador del FIP.
08.jun.10	Realización de Taller de Difusión de resultados del proyecto.
05.jul.10	Se hace entrega al Fondo de Investigación Pesquera del Pre-Informe Final.
13.ago.10	Se reciben correcciones del Pre-Informe Final por parte del comité evaluador del FIP.
27.sep.10	Se hace entrega al Fondo de Investigación Pesquera del Informe Final.

ÍNDICE GENERAL

	Pag
RESUMEN EJECUTIVO	i
PRESENTACIÓN	V
ÍNDICE DE TABLAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ANEXOS	8
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	9
ANTECEDENTES	10
Pesquería de la langosta de Juan Fernández Desembarques Operaciones de pesca Aparejo de pesca Descripción de la faena de pesca Aspectos normativos Pesquería de cangrejo dorado Desembarques Operación de pesca Aparejo de pesca Aparejo de pesca Relaciones morfométricas Selectividad y mecanismos de escape METODOLOGÍA DE TRABAJO Aspectos generales Captura, esfuerzo y CPUE	11 12 13 15 20 21 23 23 24 26 28 31 37 37
Objetivo 1. Determinar la mortalidad provocada en los ejemplares bajo la talla mínima legal y en hembras ovíferas en la pesquería de la langosta, debido a su captura y posterior liberación, dada la normativa legal vigente. Objetivo 2. Diseñar y proponer dispositivos de escape en trampas adecuados para la captura de langosta de Juan Fernández y el cangrejo dorado, que permita el escape de ejemplares bajo la talla mínima legal (langosta) o que no cuentan con la talla mínima de comercialización (cangrejo dorado), y que a la vez aseguren la retención de aquellos aptos para ser desembarcados.	39
Secuencia a seguir para el diseño de los dispositivos a) Comportamiento de escape de los individuos b) Caracterización morfométrica c) Diseño de ventanas de escape d) Estimación teórica de las aberturas de escape e) Proporción sexual global y a la talla f) Talla media y estructura de tallas g) Porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia h) Estimación de funciones de selectividad	42 42 45 46 47 48 48

	Pág.
Objetivo 3. Probar el (los) diseño(s) de escape propuesto(s) en la pesca comercial de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado	52
Análisis estadístico	53
Objetivo 4. Transferir el resultado de la propuesta de diseño a los pescadores artesanales de Juan Fernández	59
RESULTADOS	60
Aspectos generales Capturas Esfuerzo Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) CPUE de acuerdo al tamaño del dispositivo empleado	60 61 69 74 77
Objetivo 1. Determinar la mortalidad provocada en los ejemplares bajo la talla mínima legal y en hembras ovíferas en la pesquería de la langosta, debido a su captura y posterior liberación, dada la normativa legal vigente.	80
Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado	80 83
Objetivo 2. Diseñar y proponer dispositivos de escape en trampas adecuados para la captura de langosta de Juan Fernández y el cangrejo dorado, que permita el escape de ejemplares bajo la talla mínima legal (langosta) o que no cuentan con la talla mínima de comercialización (cangrejo dorado), y que a la vez aseguren la retención de aquellos aptos para ser desembarcados.	85
Secuencia a seguir para el diseño de los dispositivos a) Diseño de ventanas de escape b) Estimación teórica de la abertura de escape Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado c) Comportamiento de escape de los individuos Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado d) Caracterización morfométrica Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado e) Composición de las capturas Langosta de Juan Fernández Proporción sexual global y a la talla Talla media y estructura de tallas Cangrejo dorado Proporción sexual global y a la talla Talla media y estructura de tallas f) Porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia g) Estimación de funciones de selección Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado h) Determinación del tamaño del dispositivo en función de la talla mínima legal Objetivo 3. Probar el (los) diseño(s) de escape propuesto(s) en la pesca comercial de	85 86 86 86 87 87 91 93 94 96 96 98 104 104 111 114 117 118
langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado	122

122

Análisis estadístico

	<u>Pág.</u>
Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado	122 126
Objetivo 4. Transferir el resultado de la propuesta de diseño a los pescadores artesanales de Juan Fernández	130
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	140
CONCLUSIONES	145
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	153
ANEXOS	158
Anexo 1: Autorización Pesca de Investigación Anexo 2: Cronograma mensual de asignación de labores del equipo de trabajo Anexo 3: Composición del equipo de trabajo Anexo 4: Asignación de labores Anexo 5: Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico por	159 161 162 163
actividad y objetivo específico Anexo 6: Personal participante en el proyecto en el monitoreo de los recursos	164
langosta y cangrejo en el archipiélago de Juan Fernández Anexo 7: Oficialización de cambio de personal participante en el proyecto Anexo 8: Fechas de entrega de informes Anexo 9: Formulario de muestreos utilizado en el proyecto	165 166 167 168
Aliezo 3. i officialio de muestreos utilizado en el proyecto	100

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe Final contiene los resultados de las actividades de experimentación llevadas a cabo en el período comprendido entre el 1º de octubre de 2009 y 26 de febrero de 2010, en aguas circundantes a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. En dicho período se trabajó con el concurso de cinco chalupas artesanales que operan en estas islas, probando dispositivos de escape de tres medidas diferentes en cada una de las especies bajo estudio, adicionadas a las trampas actualmente en uso, las que fueron comparadas con aparejos sin dispositivos, a modo de control (C). En langosta las aberturas circulares utilizadas fueron de 80 (L1), 85 (L2) y 90 (L3) mm, mientras que en el cangrejo dorado correspondieron a 105 (D1), 110 (D2) y 115 (D3) mm de diámetro.

Captura

Durante el período analizado se obtuvo una captura total (captura comercial más individuos bajo talla) de 20.136 individuos, de los cuales 6.692 correspondieron a cangrejo dorado y 13.444 a langosta de Juan Fernández. En cuanto a la captura comercial, en cangrejo dorado se registraron 2.934 individuos (43,8%), en tanto que en langosta se obtuvieron 1.802 ejemplares (13,4%).

Al desagregar la captura total por sexo, se determinó que en la langosta correspondieron 9.430 (70,1%) individuos a machos, 3.411 (25,4%) a hembras no ovíferas y 603 (4,5%) a hembras con huevos. En tanto, en cangrejo dorado la mayor cantidad de ejemplares capturados correspondió a machos con 6.565 (98,1%), mientras que 123 (1,8%) y 4 (0,1%) individuos fueron hembras sin huevos y hembras con huevos, respectivamente.

Esfuerzo

Con las cinco embarcaciones, se realizaron 163 salidas de pesca. En total se emplearon 81 trampas para la langosta y 30 para cangrejo dorado. En el caso de *Jasus frontalis* fueron utilizadas 29 trampas control, 19 con dispositivo de escape L1, 18 con dispositivo L2 y 15 con dispositivo L3. Mientras tanto, en *Chaceon chilensis* se utilizaron siete trampas control, ocho con dispositivo D1, siete con dispositivo D2 y ocho con dispositivo D3.

La revisión de las trampas en el caso de la langosta se realizó en 2.437 ocasiones, en tanto que en cangrejo las trampas se revisaron en 300 oportunidades. En ellas, los tiempos de reposo promediaron los 3,7 y 7,2 días en langosta y cangrejo, respectivamente.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

En langosta, la CPUE determinada sobre la base del número de trampas e individuos comerciales capturados fluctúo entre 0,55 (octubre) y 1,32 (febrero) ind trampa⁻¹, con un promedio

global de 0,94 ind trampa⁻¹, mientras que en el caso de captura de ejemplares no comerciales esta fluctúo entre 5,03 (octubre) y 8,28 (febrero) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 6,06 ind trampa⁻¹.

Por otra parte, se observó que en capturas comerciales por trampa de langosta entre los aparejos utilizados como control y en los que se implementaron los dispositivos la CPUE promedio fluctuó entre 0,75 (L3) y 1,01 (L2) ind trampa⁻¹. En cuanto a la captura no comercial de las trampas con dispositivo *vs* las utilizadas como control se observó que la CPUE es inversamente proporcional al tamaño del dispositivo, la que en promedio fluctuó entre 8,76 (CL) y 2,18 (L3) ind trampa⁻¹.

En cangrejo dorado la CPUE determinada sobre la base del número de trampas e individuos comerciales capturados fluctúo entre 8,68 (diciembre) y 13,20 (noviembre), con un promedio global de 9,81 ind trampa⁻¹, mientras que en el caso de captura no comerciales esta fluctúo entre 10,70 (enero) y 14,40 (diciembre) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 12,60 individuos trampa⁻¹.

Determinación de mortalidad

Para la determinación de la mortalidad de los ejemplares de langosta, se consideró la realización de los respectivos experimentos en tres zonas y bajo dos escenarios de profundidad. El primero en aproximadamente 50 m, que corresponde a la profundidad media de captura a inicios de temporada y en la cual se registró una mortalidad de 6,1% en trampa con ejemplares machos de la zona 1, con un tiempo de reposo promedio de las trampas de seis días. En cuanto al veril de los 100 m (profundidad promedio de calado de las trampas a fines de temporada) y al cabo de un tiempo reposo promedio de siete días, se observó mortalidad en trampas de machos y hembras de la zona 2 equivalentes a 10,0% y 13,3% respectivamente.

En el cangrejo dorado se determinó una mortalidad de 15% y 53% en las zonas 1 y 2, respectivamente, en profundidades que estuvieron comprendidas entre 450 y 500 m. Los tiempos de reposo de las trampas promediaron 8,6 días.

Comportamiento de escape de los individuos

En langosta se identificaron dos posiciones para intentar el escape. La primera de ellas correspondió a intentos por salida frontal a través de los dispositivos y la segunda por medio del posicionamiento de su cola y desplazamiento por retroceso hacia las aberturas circulares. La primera de ellas no tuvo resultados positivos, identificándose como limitante la altura y flexibilidad de las antenas. En tanto en la segunda, el escape ocurrió al impulsarse con ayuda de sus periópodos. En este caso se identificó como medida limitante el ancho cefalotorácico más la posición flectada de sus patas contra el caparazón.

En la filmación realizada en el cangrejo dorado se determinó menor movilidad al interior de la trampa y escasos intentos por salir a través de los dispositivos de escape. Sólo un ejemplar se acercó y comenzó a sacar sus apéndices para posteriormente ubicarse en sentido lateral sin lograr escapar, identificándose como medida morfométrica limitante la longitud del cefalotórax.

Caracterización morfométrica

En el caso de *Jasus frontalis* se determinó la relación existente entre la longitud cefalotorácica y la longitud entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón. Así, se determinó una relación directa entre las variables analizadas y que esta última es un 14,7% mayor que la longitud cefalotorácica medida desde el extremo del rostro.

En el cangrejo dorado se midió la longitud cefalotorácica, ancho cefalotorácico y la altura máxima del cuerpo. Así, al considerar una talla mínima comercial de 130 mm de AC, se determinó una longitud cefalotorácica equivalente a 110 mm. En tanto, al relacionar la longitud cefalotorácica (LC) con la altura máxima del cuerpo se determinó que para 110 mm de LC (equivalente a una talla comercial de 130 mm de ancho cefalotorácico), la altura máxima del cuerpo correspondió a 55 mm.

Proporción sexual global y a la talla

Se determinó para la langosta una proporción global en la temporada 2009/10 de 70,1% y el porcentaje de machos estructurado a la talla señaló dominancia de estos por sobre los 76 mm de LC, con excepción de febrero en que se observó dominancia a partir de los 86 mm de LC. Por su parte, la longitud cefalotorácica media global (hembras+machos) fluctuó entre 87,0 y 90,9 mm de LC (octubre y enero, respectivamente). En este sentido, los machos exhibieron tallas medias que variaron entre 87,7 y 91,0 mm de LC, mientras que en hembras variaron entre 84,7 y 90,6 mm de LC. Así, en el período evaluado el tamaño promedio de los ejemplares fue de 88,9 mm de LC.

En cangrejo dorado se determinó la presencia de machos en 98,1%. En cuanto al tamaño medio global (machos + hembras) de los individuos durante el periodo de estudio, este varió entre 110,7 y 114,6 mm de LC (diciembre y noviembre, respectivamente). Los machos exhibieron tallas medias entre 111,3 y 114,7 mm de LC (febrero y noviembre, respectivamente), por su parte las hembras, escasamente representadas, presentaron menores tamaños a los registrados en los machos, exhibiendo tallas que fluctuaron entre 92,7 mm (diciembre) y 100,9 mm (noviembre) de LC.

Porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia

Las estructuras de tallas (machos+hembras) en langosta evidenciaron que en las trampas control, el 93,9% de los individuos capturados son inferiores a 98 mm de LC (equivalente a 115 mm de talla mínima legal). Igualmente, al considerar las trampas de acuerdo al dispositivo utilizado, es decir,

80 (L1), 85 (L2) y 90 (L3) mm de diámetro, se determinó que respectivamente, el 88,1%, 82,7% y 73,0% de los ejemplares se encuentra por debajo de este nivel.

En el caso del cangrejo dorado, en las trampas control el 48,8% de los individuos capturados fueron menores a 110 mm de LC (equivalente a 130 mm de talla mínima legal). Igualmente, al considerar las trampas de acuerdo al dispositivo utilizado, es decir, 105 (D1), 110 (D2) y 115 (D3) mm de diámetro, se determinó que respectivamente, el 59,9%, 54,3% y 41,5% de los ejemplares se encuentra bajo dicha talla.

Estimación de funciones de selectividad

Del ajuste de los parámetros de las curvas de selección en la langosta, se observó que al incrementar el tamaño del dispositivo de escape la longitud de primera captura aumentó. Así, las tallas de retención al 25%, 50% y 75% correspondieron a 87,6; 93,8 y 113,8 mm respectivamente. En el caso del cangrejo, se determinó solamente la ojiva de selectividad para el dispositivo D3, en la que se observó que la talla de primera captura fue de 100,9 mm de LC y la curva de selección se ajustó con un R² igual a 75,0%.

Al efectuar las relaciones entre el tamaño del dispositivo de escape y la talla de primera captura por una parte, y entre el tamaño del dispositivo de escape y la pendiente de la curva de selección evaluada en $Lc_{50\%}$, se observó que a mayor tamaño de la abertura circular los valores de $Lc_{50\%}$ aumentaron y disminuyeron en pendiente (S).

Al considerar una longitud mínima legal de comercialización de 98 mm de largo de caparazón (equivalente a 115 mm de longitud medida desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón), para una probabilidad de retención de 98% se determinó que al utilizar dispositivos de escape con aberturas circulares el tamaño más adecuado debería ser de 83,0 mm. En tanto, en el cangrejo dorado el tamaño del dispositivo debería corresponder a 115 mm de diámetro, considerando una talla de referencia de 110 mm de longitud cefalotorácica.

INFORME FINAL

"Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández"

(Proyecto FIP N°2008-25)

Patricio Arana, Juan Carlos Orellana & Álvaro De Caso Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Casilla 1020, Valparaíso, Chile

PRESENTACIÓN

La Escuela de Ciencias del Mar, unidad docente y de investigación perteneciente a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ha tenido por décadas como uno de sus objetivos el desarrollo de las actividades relacionadas con la generación de conocimiento en campos relativos a la ciencia y tecnología del mar. Entre sus múltiples líneas de investigación, ha fortalecido aquellas tendientes a lograr la explotación sustentable de los recursos chilenos y, entre ellos, a los crustáceos presentes tanto en Chile continental, como en las islas oceánicas de nuestro país. Igualmente, se destacan trabajos relacionados con aspectos tecnológicos de la actividad pesquera como la realización de faenas de pesca experimentales con la finalidad de probar la eficiencia de aparejos y artes de pesca y, estudios de selectividad realizados en diversos recursos como la merluza austral (*Merluccius australis*), merluza común (*M. gayi*), camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y langosta de Juan Fernandez (*Jasus frontalis*).

En el caso especifico del archipiélago de Juan Fernández, que fue declarado como Parque Nacional en 1935 y Reserva de la Biósfera en 1977, han sido variados los esfuerzos por disponer de mayores antecedentes de los recursos, con el fin de entender su dinámica y poder entregar elementos para la administración de las respectivas pesquerías. En este sentido, la Escuela de Ciencias del Mar desde 1969 ha realizado diversos trabajos en este grupo insular, entre los cuales destacan

evaluaciones directas e indirectas, pescas exploratorias, pescas experimentales y talleres de divulgación, cuyos resultados han dado origen a tres libros y a numerosas publicaciones en revistas nacionales y extranjeras.

Es así como la langosta de Juan Fernández ha sido objetivo de numerosos estudios orientados fundamentalmente a conocer la situación y evolución de su población explotada. Del mismo modo, en dicho territorio insular se han efectuado trabajos destinados a la identificación de nuevos recursos que pudiesen constituir alternativas para la actividad pesquera artesanal, como es el caso del cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*), descubierto por investigadores de esta Escuela como resultado de un proyecto financiado por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), recurso en torno al cual se está consolidando una nueva actividad extractiva.

De esta manera, considerando la vasta experiencia y trayectoria de la Escuela de Ciencias del Mar en aspectos relativos a la investigación de crustáceos y en particular, la enorme experiencia acumulada en labores desplegadas en el archipiélago de Juan Fernández, esta unidad académica decidió participar de la convocatoria de postulación al proyecto "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández", al cual le fue asignada su realización. Para ello, se conformó un equipo de trabajo de alto nivel, que incluyó a investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso que han desarrollado diversos proyectos FIP en los últimos años, tanto en la isla como a lo largo del territorio nacional.

En esta oportunidad se hace entrega del Informe Final del proyecto, iniciado en octubre del 2009 y que tiene como fecha de término julio del presente año.

Valparaíso, septiembre de 2010

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Número de botes y salidas de pesca para la captura de langosta de Juan Fernández en la Isla Robinson Crusoe (oct 2005-may 2006) (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).
- Tabla 2. Estimación del número de trampas caladas y revisadas en Robinson Crusoe por salidas de pesca (oct 2005-may 2006) (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).
- Tabla 3. Número de botes y salidas de pesca para la captura de cangrejo dorado en Robinson Crusoe (oct 2005-may 2006) (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).
- Tabla 4. Relaciones morfométricas establecidas en machos de cangrejo dorado (Fuente: Arana, 2000b).
- Tabla 5. Tabla resumen del ANOVA de un factor.
- Tabla 6. Captura de individuos de tamaño comercial y no comercial por mes y recurso (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 7. Ejemplares comerciales y no comercial de langosta de Juan Fernández por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 8. Ejemplares comerciales y no comercial de cangrejo dorado por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 9. Captura comercial y no comercial de langosta de Juan Fernández por rango de profundidad.
- Tabla 10. Captura comercial y no comercial de cangrejo dorado por rango de profundidad.
- Tabla 11. Número de individuos de langosta de Juan Fernández capturados por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 12. Número de individuos de cangrejo dorado capturados por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 13. Número de trampas control y con dispositivo empleadas por bote en las pesquerías de langosta de Juan Fernández.
- Tabla 14. Número de trampas control y con dispositivo empleadas por bote en las pesquerías de cangrejo dorado.
- Tabla 15. Trampas revisadas por bote en cangrejo dorado y langosta de Juan Fernández (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 16. Tiempo de reposo en días, por bote y mes en cangrejo dorado (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 17. Tiempo de reposo en días, por dispositivo y mes en cangrejo dorado (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 18. Tiempo de reposo en días, por bote y mes en langosta de Juan Fernández (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 19. Tiempo de reposo en días por bote y mes en langosta de Juan Fernández (octubre 2009-febrero 2010).

- Tabla 20. Cantidad de trampas revisadas con y sin captura de ejemplares de langosta de Juan Fernández por rango de profundidad.
- Tabla 21. Captura comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de langosta de Juan Fernández por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 22. Captura comercial por trampa y días de reposo (ind trampa días⁻¹) de langosta de Juan Fernández por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 23. Captura no comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de cangrejo dorado por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 24. Captura no comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de cangrejo dorado por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 25. Captura comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de langosta de Juan Fernández por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 26. Captura comercial por trampa y días de reposo (ind trampa días⁻¹) de langosta de Juan Fernández por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 27. Captura no comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de cangrejo dorado por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 28. Captura no comercial por trampa y días de reposo (ind trampa días⁻¹) de cangrejo dorado por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).
- Tabla 29. Rangos de talla de langosta de Juan Fernández utilizados en experimentación de mortalidad.
- Tabla 30. Estadígrafos de los ejemplares de langosta utilizados en la caracterización morfométrica.
- Tabla 31. Principales estadígrafos relativos a la longitud cefalotorácica en las capturas de langosta de Juan Fernández, temporada 2009/10.
- Tabla 32a. Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de langosta de Juan Fernández, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).
- Tabla 32b. Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de langosta de Juan Fernández, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).
- Tabla 33. Principales estadígrafos relativos a la longitud cefalotorácica en las capturas de cangrejo dorado, temporada 2009/10.
- Tabla 34a. Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de cangrejo dorado, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).
- Tabla 34b. Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de cangrejo dorado, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).
- Tabla 35. Ajuste de la curva de selección para los dispositivos de escape utilizados durante la experimentación.
- Tabla 36. Estadígrafos de captura comercial y no comercial de langosta de Juan Fernández en trampas control y con dispositivos.
- Tabla 37. Prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas.

- Tabla 38. Estadígrafos del análisis de varianza (ANOVA) en captura comercial de langosta de Juan Fernández.
- Tabla 39. Estadígrafos de rangos de la prueba de Kruskal-Wallis en captura no comercial de langosta de Juan Fernández.
- Tabla 40. Estadígrafos de contraste de la prueba de Kruskal-Wallis en captura no comercial de langosta de Juan Fernández.
- Tabla 41. Estadígrafos de comparación múltiple (test de Games-Howell) entre trampas control y con dispositivos de capturas no comerciales de langosta de Juan Fernández del procedimiento ANOVA de un factor.
- Tabla 42. Estadígrafos de comparación múltiple (test de Tukey) entre trampas control y con dispositivos de capturas comerciales de langosta de Juan Fernández del procedimiento ANOVA de un factor.
- Tabla 43. Estadígrafos de captura comercial y no comercial de cangrejo dorado en trampas control y con dispositivos de escape.
- Tabla 44. Prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas.
- Tabla 45. Estadígrafos de rangos de la prueba de Kruskal-Wallis en captura comercial y no comercial de cangrejo dorado.
- Tabla 46. Estadígrafos de contraste de la prueba de Kruskal-Wallis en captura comercial y no comercial de cangrejo dorado.
- Tabla 47. Estadígrafos de comparación múltiple (test de Games-Howell) entre trampas control y con dispositivos de capturas comerciales y no comerciales de cangrejo dorado del procedimiento ANOVA de un factor.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Cordón submarino de Juan Fernández e islas Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.
- Figura 2. Carta batimétrica de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.
- Figura 3. Desembarque anual de langosta de Juan Fernández (Fuente: SERNAPESCA).
- Figura 4. Principales características de bote de pesca artesanal de Robinson Crusoe (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).
- Figura 5. Evolución de los artes de pesca para la captura de la langosta en el archipiélago de Juan Fernández.
- Figura 6. Plano técnico de la trampa utilizada actualmente por los pescadores artesanales del archipiélago para la captura de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).
- Figura 7. Selección de ejemplares comerciales de langosta y cambio de carnada.
- Figura 8. Características de diseño de las trampas langosteras: (a) vista general, (b) proceso de construcción, (c) detalle de entrada de la trampa y (d) cámaras de la trampa.
- Figura 9. Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de langostas capturadas en el archipiélago de Juan Fernández en las cuales se aprecia la escasa representación de ejemplares sobre la talla mínima de comercialización (Fuente: Arana & Toro, 1985).
- Figura 10. Desembarques de cangrejo dorado (Fuente: SERNAPESCA).
- Figura 11. Caladeros de cangrejo dorado (julio 2005/mayo 2006) (Fuente: Arana et al., 2006b).
- Figura 12. Detalle de entrada de trampa cangrejera (A) y trampa siendo revisada (B).
- Figura 13. Distribución de frecuencias de tallas de cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*), en donde se aprecia la escasa representación de las hembras en las capturas y la mayor proporción de machos sobre el tamaño establecido en la isla para la compra y elaboración de este recurso.
- Figura 14. Relación entre la longitud cefalotóracica y el ancho del caparazón en cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*) (Fuente: Arana, 2000).
- Figura 15. Relación entre la longitud cefalotorácica y la altura máxima en la langosta de Juan Fernández (Fuente: Arana & Díaz, 1987).
- Figura 16. Relación entre la longitud cefalotóracica y el perímetro máximo en la langosta de Juan Fernández (Fuente: Arana & Díaz, 1987).
- Figura 17. Esquema del proceso de selección.
- Figura 18. Distribución de frecuencias de tallas en langostas de Juan Fernández capturadas con diferentes tamaños de dispositivos de escape (Fuente: Arana & Díaz, 1987).
- Figura 19. Ejemplo de la definición del tamaño del dispositivo de escape de forma circular, en función de la probabilidad de retención-escape y la talla mínima legal de comercialización o de referencia (Fuente: Arana & Ziller, 1994).

- Figura 20. Ejemplo de la definición del tamaño del dispositivo de escape mediante la separación entre listones o dispositivos de forma rectangular, en función de la probabilidad de retención-escape y la talla mínima legal de comercialización o de referencia (Fuente: Arana & Ziller, 1994).
- Figura 21. Esquema general de operación para la realización del experimento destinado a determinar la mortalidad de langosta de Juan Fernández por efecto de descarte.
- Figura 22. A) Preparación de la trampa y estructura de fierro con cámara de filmación submarina. B) Incorporación de langostas en la trampa. C) Cierre de la trampa y preparación para el calado.
- Figura 23. Ejemplar de *Jasus fontalis*, y medidas morfométricas de ancho cefalotorácico (AC), longitud cefalotorácica (LC), longitud entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón (Lba).
- Figura 24. Ejemplar de *Chaceon chilensis*, donde se muestran las medidas morfométricas de ancho cefalotorácico (AC), longitud cefalotorácica (LC), longitud entre el extremo del rostro y los dos primeros segmentos del telson (Lap) y longitud entre el extremo de la quela flectada y los dos primeros segmentos del telson (Lap).
- Figura 25. Dispositivos empleados en las trampas langosteras (A) y cangrejeras (B) en el archipiélago de Juan Fernández.
- Figura 26. Esquema sobre la determinación de los tamaños de los dispositivos con los que se experimentó en langosta y cangrejo dorado..
- Figura 27. Esquema del plan de experimentación en el mar de los dispositivos de escape en cada recurso..
- Figura 28. Área de estudio durante la implementación de ventanas de escape en langosta de Juan Fernández (azul) y cangrejo dorado (rojo).
- Figura 29. Composición de las capturas de langosta de Juan Fernández.
- Figura 30. Composición de las capturas de cangrejo dorado.
- Figura 31. Captura comercial y no comercial de langosta de Juan Fernández por rango de profundidad.
- Figura 32. Captura comercial y no comercial de cangrejo dorado por rango de profundidad.
- Figura 33. Composición de las capturas de acuerdo al tamaño del dispositivo de escape empleado en la langosta de Juan Fernández.
- Figura 34. Composición de las capturas de acuerdo al tamaño del dispositivo de escape empleado en el cangrejo dorado.
- Figura 35. Número de trampas revisadas con y sin captura de ejemplares de langosta de Juan Fernández por profundidad.
- Figura 36. Número de ejemplares analizados por zona y profundidad en el experimento de mortalidad.
- Figura 37. Dispositivos de escape utilizados para las pruebas de retención/escape en langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado.
- Figura 38. Intentos de escape frontales en langosta de Juan Fernández.

- Figura 39. Secuencia de escape de langosta de Juan Fernández a través del dispositivo de 90 mm de diámetro.
- Figura 40. Escape de langosta de Juan Fernández a través del dispositivo de 85 mm en la segunda filmación submarina.
- Figura 41. Intento de escape de cangrejo dorado a través del dispositivo de 115 mm de diámetro.
- Figura 42. Intento de escape de cangrejo dorado a través del dispositivo en faenas de pesca.
- Figura 43. Relación entre la longitud cefalotorácica y la longitud entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón en langosta de Juan Fernández.
- Figura 44. Relación entre la longitud cefalotorácica y el ancho del caparazón en machos de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*).
- Figura 45. Relación entre la longitud cefalotorácica y el alto del caparazón en machos de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*).
- Figura 46. Langosta de Juan Fernández: Proporción sexual global (% machos), en la temporada 2009/10.
- Figura 47. Langosta de Juan Fernández: Proporción sexual a la talla (% machos) en la temporada 2009/10.
- Figura 48. Langosta de Juan Fernández: Distribución mensual de frecuencias de tallas en las capturas por sexo, en la temporada 2009/10.
- Figura 49. Langosta de Juan Fernández: Distribución de frecuencias de tallas por sexo en la captura total en la temporada 2009/10.
- Figura 50. Cangrejo dorado. Proporción sexual global (% machos), en la temporada 2009/10.
- Figura 51. Cangrejo dorado: Distribución mensual de frecuencias de tallas en las capturas totales por sexo, en la temporada 2009/10.
- Figura 52. Cangrejo dorado: Distribución de frecuencias de tallas por sexo en la temporada 2009/10.
- Figura 53. Langosta de Juan Fernández: Distribución de frecuencia de talla, frecuencia acumulada y porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia en trampas control y con dispositivo de escape.
- Figura 54. Cangrejo dorado: Distribución de frecuencia de talla, frecuencia acumulada y porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia en trampas control y con dispositivo de escape.
- Figura 55. Langosta de Juan Fernández: Ojiva de selectividad de trampas con dispositivo de escape de 80 mm de diámetro y porcentajes calculados a cada talla. LC_{50%}: 87,6 mm de LC.
- Figura 56. Langosta de Juan Fernández: Ojiva de selectividad de trampas con dispositivo de escape de 85 mm de diámetro y porcentajes calculados a cada talla. $LC_{50\%}$: 93,8 mm de LC.
- Figura 57. Langosta de Juan Fernández: Ojiva de selectividad de trampas con dispositivo de escape de 90 mm de diámetro y porcentajes calculados a cada talla. LC_{50%}: 113,8 mm de LC.

- Figura 58. Langosta de Juan Fernández: Curvas de selección y porcentajes de retención a la talla y con los diferentes dispositivos de escape de 80, 85 y 90 mm de diámetro. En rojo: talla mínima legal.
- Figura 59. Cangrejo dorado: Ojiva de selectividad en la trampa con dispositivo de escape de 115 mm de diámetro y porcentajes de retención calculados a la talla. LC_{50%}: 100,9 mm de LC.
- Figura 60. Relación entre LC_{50%} y el tamaño del dispositivo de escape.
- Figura 61. Relación entre la pendiente de la curva logística en $LC_{50\%}$ y el tamaño del dispositivo de escape.
- Figura 62. Curvas de selectividad obtenidas para diferentes tamaños de dispositivos.
- Figura 63. Relación entre el tamaño del dispositivo de escape en función de la probabilidad de retención y diferentes longitudes cefalotorácicas (LC) de referencia en langosta de Juan Fernández.
- Figura 64. Bienvenida a los asistentes por parte del profesor Guillermo Martínez, Director de la Escuela de Ciencias del Mar.
- Figura 65. Asistentes al Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2008-25.
- Figura 66. Presentación de labores desarrolladas por la Escuela de Ciencias del Mar en el archipiélago de Juan Fernández. Expositor: Profesor Patricio Arana.
- Figura 67. Presentación de resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto en el archipiélago de Juan Fernández. Expositores: Ingenieros Pesqueros Juan Carlos Orellana y Álvaro De Caso.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Autorización Pesca de Investigación
Anexo 2.	Cronograma mensual de asignación de labores del equipo de trabajo
Anexo 3.	Composición del equipo de trabajo
Anexo 4.	Asignación de labores
Anexo 5.	Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico por actividad y objetivo específico
Anexo 6.	Personal participante en el proyecto en el monitoreo de los recursos langosta y cangrejo en el archipiélago de Juan Fernández
Anexo 7.	Oficialización de cambio de personal participante en el proyecto
Anexo 8.	Fechas de entrega de informes
Anexo 9.	Formulario de muestreos utilizado en el proyecto

OBJETIVO GENERAL

De acuerdo a lo señalado en los Términos Básicos de Referencia (TBR), el proyecto tiene por objetivo general "Diseñar dispositivos de escape en trampas para la captura de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado". Para dar cumplimiento a ello se establecen además los siguientes objetivos específicos:

Objetivo N°1.

Determinar la mortalidad provocada en los ejemplares bajo la talla mínima legal y en hembras ovíferas en la pesquería de la langosta, debido a su captura y posterior liberación, dada la normativa legal vigente.

Objetivo N°2.

Diseñar y proponer dispositivos de escape en trampas adecuados para la captura de langosta de Juan Fernández y el cangrejo dorado, que permita el escape de ejemplares bajo la talla mínima legal (langosta) o que no cuentan con la talla mínima de comercialización (cangrejo dorado), y que a la vez aseguren la retención de aquellos aptos para ser desembarcados.

Objetivo N°3.

Probar el (los) diseño(s) de escape propuesto(s) en la pesca comercial de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado.

Objetivo N°4.

Transferir el resultado de la propuesta de diseño a los pescadores artesanales de Juan Fernández.

En consideración a éstos, en páginas siguientes se expone la correspondiente propuesta metodológica.

ANTECEDENTES GENERALES

El archipiélago de Juan Fernández, está situado frente a las costas de la Región de Valparaíso, formando parte del territorio insular oceánico chileno, el cual lo integran además las islas San Félix y San Ambrosio (islas Desventuradas), Salas y Gómez y Pascua. Las islas que conforman el archipiélago se denominan Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk y corresponden a cumbres emergidas del sector central de un cordón de montes submarinos perpendicular al continente sudamericano (Vergara & Morales, 1985). Esta región, aún escasamente conocida, representan ecosistemas de alto interés científico internacional dada su biodiversidad y la singularidad de su flora y fauna (Fig. 1).

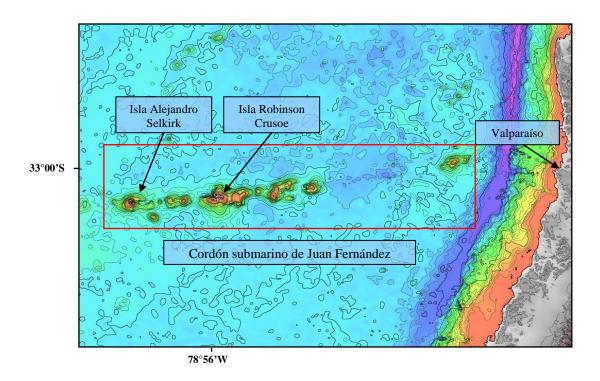


Figura 1. Cordón submarino de Juan Fernández e islas Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.

Junto a las características naturales de las islas, se debe considerar igualmente la existencia de una población que basa su desarrollo y cultura en la explotación de recursos hidrobiológicos mediante actividades de pesca artesanal. Estas faenas se han desarrollado desde el siglo XIX en forma permanente en la isla Robinson Crusoe, y de manera temporal en Alejandro Selkirk y esporádicamente en las islas Desventuradas. Las actividades pesqueras se concentran fundamentalmente en la explotación de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), y más

recientemente de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), el cual es extraído a mayores profundidades (Fig. 2).

Conforme a ello, la actividad pesquera que se realiza en Juan Fernández presenta dos particularidades: se desarrolla en un entorno natural frágil y singular y, la explotación de los recursos marinos constituye la principal fuente de subsistencia de la comunidad isleña. De esta manera, el propender a la sustentabilidad de la pesca de ambos crustáceos, permitirá compatibilizar el cuidado del ecosistema con las necesidades de la población que habita las islas. Igualmente, y bajo este mismo enfoque, el reciente desarrollo de la pesquería de cangrejo dorado, debe continuar realizándose de forma que esta actividad se ejerza de manera sustentable y que complemente los ingresos de una población que depende fundamentalmente de estos recursos hidrobiológicos.

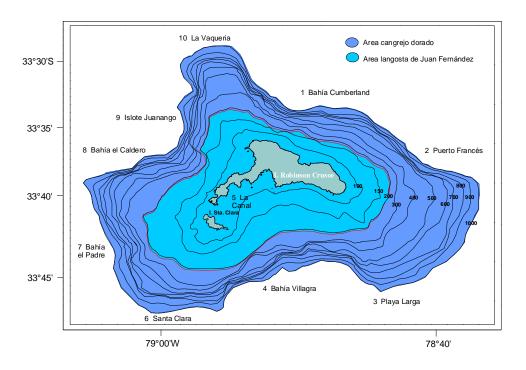


Figura 2. Carta batimétrica de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.

Pesquería de langosta de Juan Fernández

La pesca de langosta de Juan Fernández es realizada exclusivamente por pescadores artesanales del archipiélago. Conforme a la legislación vigente éstos sólo pueden llevar a cabo la extracción de dicho crustáceo en la denominada "temporada de pesca" comprendida entre el 1° de octubre y el 14 de mayo del año siguiente (Decreto Nº223 del 11/abr/63, D.O. Nº25.537, del 09/may/63).

Las faenas extractivas se realizan en aguas circundantes a las islas Robinson Crusoe/Santa Clara, y adicionalmente en la isla Alejandro Selkirk, para lo cual se traslada un grupo reducido de pescadores a dicha isla en el período antes indicado con el fin de llevar a cabo la explotación en ese lugar. Cabe indicar que cada pescador artesanal efectúa sus faenas de pesca exclusivamente en caladeros llamados "marcas", utilizados en forma específica debido a derechos consuetudinarios, los cuales se localizan alrededor de las islas a profundidades de hasta 200 m.

a) Desembarques

Las estadísticas de desembarque en los últimos 65 años dejan de manifiesto una pronunciada variación anual en las capturas, la cual es producto de cambios naturales en la abundancia del recurso, factores ambientales que pueden favorecer o perjudicar el reclutamiento, condiciones meteorológicas que influencian el esfuerzo pesquero, y el haberse realizado en ciertas temporadas la extracción de este recurso en las islas Desventuradas. Por otra parte, es destacable el hecho que no siempre es posible distinguir en las estadísticas la cantidad de langosta extraídas separadamente en las islas Robinson Crusoe-Santa Clara de aquellas capturadas en la isla Alejandro Selkirk.

Así, la evolución histórica de los desembarques permite identificar un período inicial comprendido entre 1952 y 1964 en donde los valores se caracterizan por ser elevados, registrándose en promedio alrededor de 110 ton año⁻¹ (Fig. 3). Con posterioridad, se observa variabilidad en los registros con tendencia general a la disminución, destacándose el valor mínimo de 1 ton en 2003, cifra que generó incertidumbre acerca del futuro de esta pesquería. Sin embargo, posterior a este año, especialmente en las temporadas comprendidas entre 2004 y 2008, la tendencia se invirtió bruscamente y se mantuvo constante alcanzando montos entre 45 y 57 ton.

El aumento en el desembarque en los últimos tres años no se puede atribuir a la incorporación de nuevos caladeros por parte de la flota, o a la modificación del esfuerzo de pesca (la flota y el número de trampas no ha variado significativamente durante los últimos tres años), ni cambio alguno en la normativa regulatoria de la actividad pesquera. Así, dicha variación puede entonces ser atribuida a un aumento en la abundancia y disponibilidad de este crustáceo.

Cabe destacar que en la evaluación realizada por Arana et al. (2006a) en la temporada de pesca 2005/2006 se estimó una biomasa media explotable de 179,1 ton, dejando evidencia una mayor disponibilidad de este recurso. Este aumento, se produjo a pesar que Larraín (1981), Yáñez et al. (1982) y Yáñez et al. (1985) habían establecido en la década de los ochenta que el esfuerzo que se ejercía hasta esa fecha estaba sobredimensionado en más de 30%, y lo indicado por Yánez et al. (2000), quienes estimaron una biomasa media explotable que alcanzaba sólo 37,8 ton en 1996/1997 e indicaron

que el recurso se encontraba sometido a una explotación intensa, lo cual reduciría su biomasa en el mediano plazo.

Conforme a ello, el cambio en la disponibilidad de *J. frontalis* explica las favorables cifras de desembarque indicadas precedentemente. Se estima que esto fue motivado por el ingreso de un fuerte reclutamiento a la pesquería que posiblemente fue gatillado por alguna condición medioambiental no identificada, ni incluida en los actuales modelos biológico-pesqueros. En este sentido, según lo indicado por Arana *et al.* (2006a), existe consenso entre los investigadores en cuanto a indicar el fracaso de los modelos tradicionales que se han utilizado para describir la dinámica del recurso debido, como una de sus causas, a la falencia de la información estadística con que se ha dispuesto.

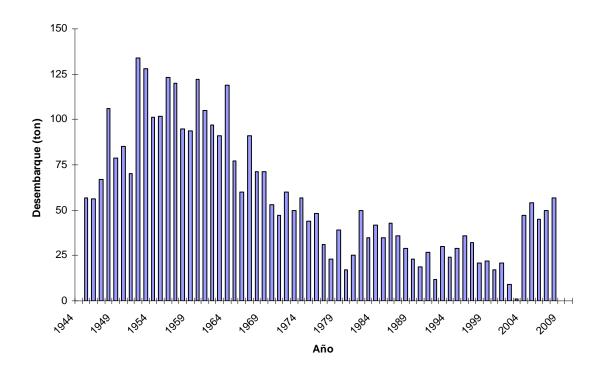


Figura 3. Desembarque anual de langosta de Juan Fernandez (Fuente: SERNAPESCA).

b) Operaciones de pesca

Las faenas de pesca son llevadas a cabo a bordo de embarcaciones artesanales correspondientes a botes de madera, en su mayoría de doble proa, con valores promedio de eslora y manga de 9,0 y 2,2 m, respectivamente. Estas naves son propulsadas mediante motor fuera de borda de 15 a 20 HP (Fig. 4).

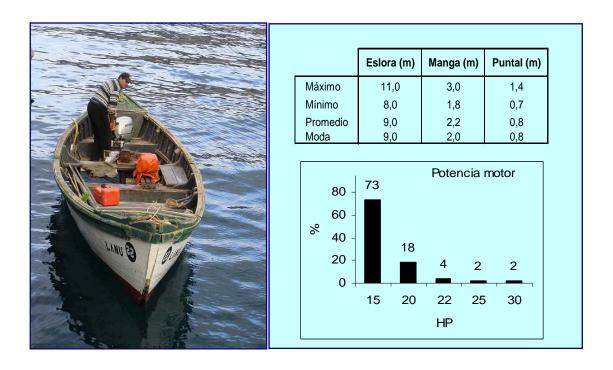


Figura 4. Principales características de bote de pesca artesanal de Robinson Crusoe (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).

De acuerdo a los registros de la Capitanía de Puerto de la isla, durante la temporada 2005/2006, en aguas de Robinson Crusoe/Santa Clara, registraron un total de 41 embarcaciones en operación (Arana et al., 2006b), valor similar al informado para la temporada 1996/97 por Arana & Vega (2000), evidenciando que en términos de la flota el esfuerzo de pesca no ha experimentado una variación significativa. Sin embargo, la incorporación en la mayoría de las embarcaciones de virador mecánico para izar las trampas ha incidido en que los pescadores puedan operar (virar o revisar) una mayor cantidad de trampas en cada salida de pesca, lo cual ha ocasionado un aumento en el esfuerzo de pesca efectivo en la pesquería de esta especie.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Arana *et al.* (2006b), en el monitoreo de la pesca de langosta realizado en la temporada 2005/2006, se contabilizaron en total 1.503 salidas de pesca, con promedio de 4,5 salidas/bote/mes (Tabla 1). Por temporada, cada pescador posee un número de trampas variable, estimándose en general un promedio de 23 unidades (Tabla 2). Éstas son caladas alrededor de las islas, en las distintas "marcas", siendo revisadas en lapsos de dos a cuatro días, dependiendo de limitantes como la reducción meteorológica o la disponibilidad de carnada obtenida de peces locales. La profundidad de calado varía entre 10 y 200 m aproximadamente, concentrándose las trampas cerca de la costa al comienzo de la temporada, y desplazándose a mayor profundidad a medida que transcurre la temporada de pesca.

Tabla 1

Número de botes y salidas de pesca para la captura de langosta de Juan Fernández en la isla

Robinson Crusoe (oct 2005-may 2006) (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).

		N° salidas/bote		
Mes	N° botes	N° salidas	Promedio	CV (%)
Octubre	41	202	4,9	52,2
Noviembre	40	254	6,4	41,9
Diciembre	39	272	7,0	38,0
Enero	41	241	5,9	37,3
Febrero	37	118	3,2	44,9
Marzo	36	97	2,7	47,6
Abril	36	216	6,0	36,5
Mayo	35	103	2,9	43,6
Total período	38	1503	4,5	38,2

Tabla 2Estimación del número de trampas caladas y revisadas en Robinson Crusoe por salidas de pesca (oct 2005-may 2006) (Fuente: Arana *et al.*, 2006b).

	N° trampas caladas	N° trampas revisadas	N° trampas caladas
Mínimo	4	4	2
Máximo	43	42	6
Moda	20	20	3
Promedio	23,6	21,8	2,8
Desviación estándar	7,9	7,9	0,7
Coeficiente de variación (%)	33,3	36,3	24,6

c) Aparejo de pesca

Los aparejos de pesca utilizados para la captura de langosta de Juan Fernández han evolucionado desde el empleo de ganchos dispuestos en el extremo de varillas de 3 a 4 m de largo en los inicios de la pesquería, a fines del siglo XIX (Haenke, 1942), pasando por la utilización de canastos hasta mediados del siglo XX (Segerstrale, 1931) (Fig. 5). A partir de 1914 se introduce el empleo de

trampas de pesca, cuyos primeros diseños correspondieron a aparejos en forma de caja de aproximadamente 2 m de largo, cubiertas por alambre galvanizado (Amengual, 1915). En tanto, entre 1930 y 1935 se introdujo el diseño empleado en el estado de Maine (USA) para la captura de *Homarus americanus*, correspondiente a trampas semicilíndricas cubiertas de malla metálica, mientras que a mediados del siglo XX, se alcanza el diseño básico de la actual trampa, de base rectangular, con dos cámaras unidas entre sí por un túnel (Pavez & Illanes, 1974; Hernández & Monleón, 1975).

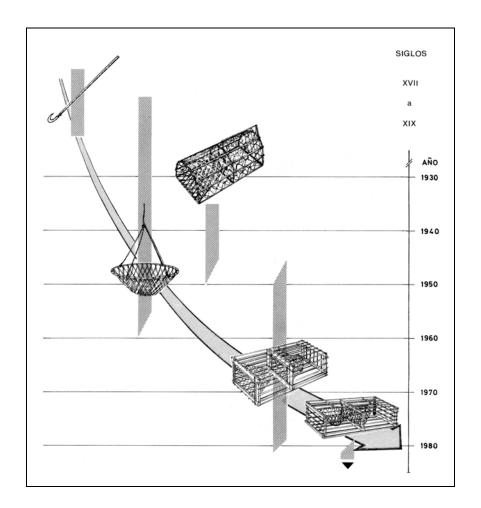


Figura 5. Evolución de los artes de pesca para la captura de la langosta en el archipiélago de Juan Fernández.

A partir de la Resolución Nº957, del 06/oct/92, D.O. Nº34.387 del 10/oct/92, se estableció la trampa como único aparejo autorizado para la captura de la langosta. En este sentido, es importante indicar que el actual diseño igualmente ha evolucionado desde las primeras trampas de base rectangular para mejorar la eficiencia de captura. Así, en principios de la década del ochenta estos aparejos comenzaron a ubicar su entrada en la parte superior, trampas "tipo L" (Fig. 6), a diferencia del diseño

anterior, "tipo I", en que los túneles de entrada y de unión con la segunda cámara estaban en línea (Arana, 1983), con lo que se incrementó entre 30% y 50% el número de langostas retenidas en cada trampa. Por esta razón, es el diseño general actualmente utilizado en estas islas tanto para la captura de la langosta como de cangrejo dorado.

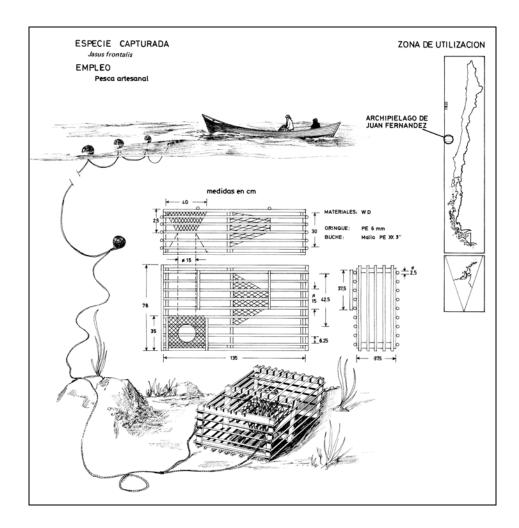


Figura 6. Plano técnico de la trampa utilizada actualmente por los pescadores artesanales del archipiélago para la captura de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).

Los cambios de diseño a fin de mejorar la eficiencia de captura no se han enfocado a la mejora en la selectividad de las trampas. Este hecho se explica por cuanto la selección de ejemplares que cumplen con la talla mínima legal de captura es llevada a cabo por los propios pescadores una vez izada la captura a la embarcación quienes descartan los ejemplares que no cumplen con la normativa vigente, motivo por el cual deben ser devueltos al mar en el mismo lugar en que fueron capturados (Fig. 7).

En este sentido, los aparejos empleados en la actualidad (Arana *et al.*, 2006b) son trampas de madera de construcción artesanal, de dimensiones aproximadas de 42*72*120 m (Fig. 8a). Éstas son construidas en forma de paralelepípedo rectangular mediante una estructura de listones de madera, con las paredes confeccionadas con el empleo de varillas irregulares de maqui, listones de eucaliptos o mallas plásticas (Fig. 8b). Se caracterizan por presentar dos cámaras unidas por un túnel con forma de cono truncado, el cual es tejido generalmente de malla de poliamida (PA) multi o monofilamento. En la cara superior de una de las cámaras se dispone la entrada, similar a un cono truncado invertido, conocida como "buche", la cual igualmente es tejida mediante el uso de material sintético, tal como PA (Figs. 8c y 8d).

El modelo de construcción básico descrito previamente, puede presentar ciertas variaciones. De este modo, es común el empleo de materiales de desechos de pesca, tales como redes o algún material plástico para estructurar las caras de la trampa, o el reemplazo de los "buches" tejidos usados en la entrada por elementos sintéticos (plástico) para facilitar que los ejemplares se deslicen al interior de la trampa.



Figura 7. Selección de ejemplares comerciales de langosta y cambio de carnada.



Figura 8. Características de diseño de las trampas langosteras: (a) vista general; (b) proceso de construcción; (c) detalle de entrada de la trampa; y, (d) cámaras de la trampa.

d) Descripción de la faena de pesca

Según Arana et al. (2006), el régimen operacional de las faenas extractivas de langosta de Juan Fernández se puede caracterizar mediante dos etapas sucesivas. La primera de ellas corresponde al aprovisionamiento de carnada, realizada generalmente al inicio de una salida de pesca o bien el día anterior a la faena de revisión de trampas. Las tareas destinadas a conseguir carnada se realizan en distintos puntos de la isla e incluso al interior de la misma bahía donde se encuentra el poblado (Bahía Cumberland), presentando variaciones según la especie que se desea capturar, ya sea pequeños peces pelágicos o mayores y de aguas más profundas. Las especies más comúnmente utilizadas como carnada corresponden a jurel de Juan Fernández (*Pseudocaranx chilensis*), breca (*Nemadactylus gayi*), pampanitos (*Scorpis chilensis*), vidriola (*Seriola lalandi*), anguila (*Gymnothorax porphyreus*) y graniento (*Caprodon longimanus*), empleándose los ejemplares enteros la mayoría de las veces y/o cabezas y espinazos, como suele ocurrir en el caso de la vidriola y el bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneios*), cuya carne es utilizada principalmente para consumo humano.

La segunda de las etapas corresponde a la revisión de las trampas, en las cuales las embarcaciones se dirigen a la zona de calado una vez obtenida la carnada, orientándose al navegar mediante el empleo de marcas a tierra por triangulación. El proceso de revisión es iniciado por la búsqueda visual de las boyas del sistema de flotación (baticulo). Al localizarse una línea, la nave se aproxima a ésta y mediante la ayuda de una fija el baticulo es izado manualmente. Una vez que la tensión del cabo impide que ésta labor pueda continuar en forma manual, se procede al virado mediante el empleo de un chigre (Arana et al., 2006).

Cuando las trampas se encuentran a dos y tres metros de la superficie, el virador es apagado y se finaliza la faena mediante recogida manual de la trampa. Esta faena demora alrededor de 15 minutos considerando una profundidad de calado de 60 m. Una vez en cubierta las trampas son abiertas y se extrae la captura, devolviendo al mar aquellos ejemplares bajo la talla mínima de captura y a las hembras portadoras de huevos. Posteriormente se reemplaza la carnada y las trampas son vueltas a calar en la posición determinada mediante la triangulación a tierra. Si las condiciones de mar lo permiten se continúa con el proceso hasta terminar con la totalidad de trampas caladas, en caso contrario las embarcaciones navegan de regreso hacia bahía Cumberland para depositar las langostas obtenidas durante la jornada en viveros flotantes, propiedad de cada pescador o de una empresa comercializadora (Arana et al., 2006).

e) Aspectos normativos

Cabe precisar que la normativa pesquera en la langosta de Juan Fernández establece:

- 1. Resguardo de los ejemplares juveniles, limitando la comercialización a especimenes con un tamaño igual o superior a 115 mm, medidos desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón (Decreto Nº1584 del 30/abr/34, D.O. Nº16.971, del 12/sep/34).
- 2. Protección del recurso durante el período de reproducción, al prohibir el desembarque de langostas con huevos visibles y, durante todo el período de pesca, de aquellos individuos con talla inferior a la mínima legal, los que deben ser devueltos al mar en el mismo lugar de captura (Decreto Nº188 del 07/sep/72, D.O. Nº26.796, del 04/oct/72; Decreto Nº1584 del 30/abr/34, D.O. Nº16.971, del 12/sep/34).
- 3. Veda estacional. Las actuales medidas de manejo prohiben la pesca de este crustáceo en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre de cada año, ambas fechas inclusive (Decreto N°223 del 11/abr/63, D.O. N°25.537, del 09/may/63), mientras que en las islas Desventuradas esta veda cubre el período del 01 de junio al 30 de septiembre de cada año (Decreto N°1584 del 30/abr/34, D.O. N°16.971, del 12/sep/34).
- 4. A partir de 1984 el Decreto N°177 del 10/ago/83, D.O. N°31.671, del 15/sep/83, estableció la autorización para capturar langostas durante todo el año en la isla Alejandro Selkirk; no obstante recientemente mediante Decreto N°311 del 23/abr/04, D.O. N°37.852, del 05/may/04, se estableció una veda biológica del recurso entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre de cada año, similar a la veda establecida en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara.
- Paralelamente para poseer, transportar o comercializar los ejemplares durante el período de veda, las capturas deben ser declaradas antes del 15 de mayo y vendidas en fresco hasta el 20 de septiembre (Decreto N°399 del 04/jul/67, D.O. N°26.796, del 19/jul/67).
- Como medida adicional, se determinó que el único arte de pesca autorizado para la captura de esta especie es la trampa (Resolución N°957 del 06/oct/92, D.O. N°34.387 del 10/oct/92).
- 7. Finalmente, se suspende por el plazo de cinco años, la inscripción en el Registro Artesanal de la Región de Valparaíso e Islas Oceánicas, en todas sus categorías, en la sección del recurso langosta de Juan Fernández y en todas las especies que constituyan su fauna

acompañante (Resolución N°3.356 del 25/nov/04, D.O. del 30/nov/04). Finalizado este plazo, se resolvió prorrogar la medida por el plazo de cinco años contados a partir de la fecha de término de vigencia de la Resolución Exenta N°3.356 (Resolución N°4.011 del 03/dic/09).

De este modo, y considerando la razón precitada, la pesquería desde el punto de vista de su estructura de tallas puede ser caracterizada en términos de un alto porcentaje de langostas retenidas por las trampas caladas alrededor de las islas, las cuales corresponden a individuos inferiores a los 103 mm de longitud cefalotorácica medido desde el arco postocular (equivalente a 115 mm de longitud legal) (~95%) (Arana & Toro, 1985) (Fig. 9), cifra que conforme a la última información disponible, correspondiente a la temporada 2005/06 (Arana *et al.*, 2006b), correspondió al 83,7% del total capturado.

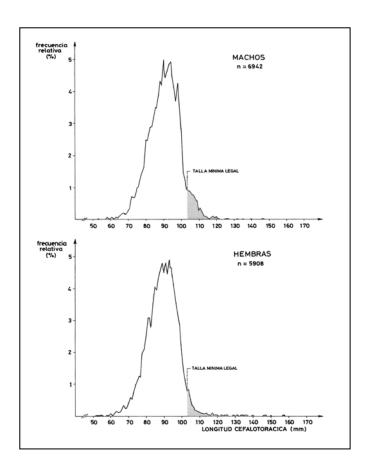


Figura 9. Distribución de frecuencias de tallas de machos y hembras de langostas capturadas en el archipiélago de Juan Fernández en las cuales se aprecia la alta representación de ejemplares bajo la talla mínima de comercialización (Fuente: Arana & Toro, 1985).

En este sentido, el elevado porcentaje de individuos bajo la talla mínima legal que son capturados dificulta el cumplimiento de la legalidad vigente, dado que el descarte de los mismos depende exclusivamente de la voluntad del pescador, debido a deficiencias y dificultades de control. Del mismo modo, la liberación de ejemplares juveniles puede ser fuente de mortalidad adicional la que afectaría a los especimenes antes de que ellos se recluten a la fracción comercial (Díaz & Arana, 1985), además de un eventual daño a las hembras portadoras producto de la pérdida de masa ovífera por manipulación.

Pesquería de cangrejo dorado

La existencia del cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*) (Chirino-Gálvez & Manning, 1989) se determinó como resultado de la campaña de pesca exploratoria realizada por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en torno a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara durante 1996 y 1997, labores enmarcadas en el proyecto FIP 95-25 (Arana, 2000a; Arana & Vega 2000). La abundancia detectada en torno a las islas así como el gran tamaño de los ejemplares capturados motivó que fuera catalogado como recurso potencial, transformándose casi de inmediato en una opción para los pescadores de la isla quienes fundamentalmente dependen de la extracción de la langosta.

De acuerdo a ello, a partir del año 2000 algunas embarcaciones de pescadores artesanales comenzaron a extraer dicho crustáceo. Así, tales naves empezaron a incursionar en caladeros de pesca mucho más alejados que los habituales de *J. frontalis*, con un mayor riesgo asociado a la pérdida de material de pesca y con mayores restricciones en la reducción meteorológica.

a) Desembarques

Los registros disponibles de desembarque desde el inicio de las capturas comerciales de *C. chilensis* varían entre 2 y 41 ton entre 2000 y 2006, destacando el 2004 en que los volúmenes desembarcados fueron levemente superiores a los registrados en la langosta, año en que se consolidó este recurso como una opción real de pesca para los habitantes de la isla (Fig. 10). Al respecto, cabe indicar que las características de su extracción, esto es, complementaria a la explotación de *J. frontalis* y llevada a cabo sólo por algunas embarcaciones de pesca (hasta cuatro en la temporada de langosta 2005/2006) (Arana *et al.*, 2006b), indica que la actividad pesquera en torno al cangrejo dorado no se ha consolidado completamente. Esto explica la volatilidad de las cifras de desembarque, ya sea producto de modificaciones en el número de botes que capturan el recurso objetivo, debido a restricciones meteorológicas que interfieren en la operación o, a problemas en la cadena de comercialización. Cabe señalar que de acuerdo a cifras preliminares el desembarque registrado

durante el 2008 fue bajo, lo que marca el patrón de menores valores durante los tres últimos años (Fig. 10). Esta situación está relacionada con la falta de poder comprador y a problemas en el cumplimiento de normas legales asociadas al faenamiento de este recurso en la isla.

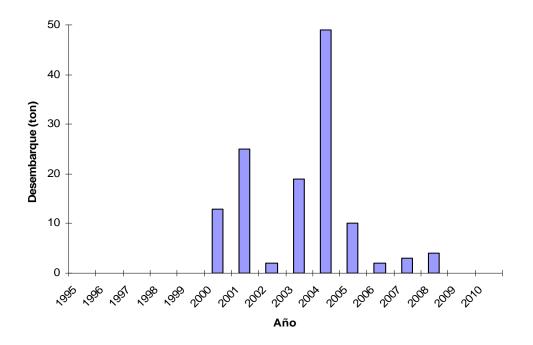


Figura 10. Desembarques de cangrejo dorado (Fuente: SERNAPESCA).

b) Operación de pesca

Conforme a la manera en que se ha desarrollado a la fecha la extracción de *C. chilensis*, las embarcaciones utilizadas son las mismas empleadas en la pesca de *J. frontalis*. Al respecto, cabe indicar que en el caso de este crustáceo resulta indispensable el empleo de un winche a bordo de cada bote a fin de permitir el virado de las trampas y opcionalmente la utilización de ecosondas para el reconocimiento de los fondos.

En el caso de los caladeros de pesca, estos se encuentran localizados batimétricamente a partir de los 400 m de profundidad, en zonas de pesca situadas fundamentalmente en el sector noreste de la isla, distanciadas entre dos y cinco millas náuticas de la costa de Robinson Crusoe. No obstante lo anterior, ocasionalmente las embarcaciones incursionan en fondos de pesca situados al

sur de la isla, o inclusive, en caladeros situados en el monte submarino situado a menor distancia de Robinson Crusoe, en caladeros conocidos como "12 millas" o "15 millas" (Fig. 11).

De acuerdo al monitoreo de las actividades extractivas ejercidas sobre este recurso, mensualmente han operado entre dos y cuatro embarcaciones, las que realizan entre dos y seis salidas de pesca al mes (Tabla 3), revisándose en cada una de ellas en promedio seis trampas. El bajo nivel de esfuerzo ejercido sobre este recurso deja en evidencia que la pesca de cangrejo dorado, hasta ahora sólo es una labor que complementa las actividades desarrolladas en torno a la langosta.

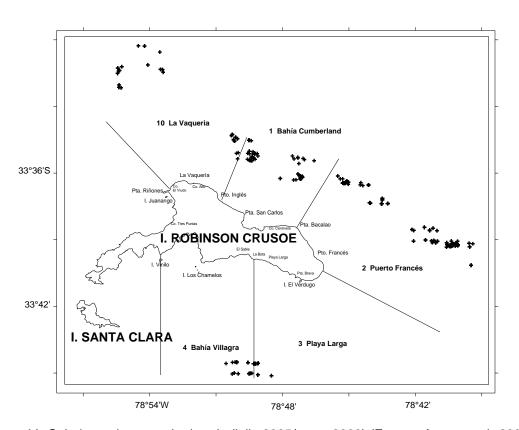


Figura 11. Caladeros de cangrejo dorado (julio 2005/mayo 2006) (Fuente: Arana et al., 2006b).

El régimen operacional de las faenas extractivas de cangrejo dorado es diario y puede descomponerse en tres etapas sucesivas: aprovisionamiento de carnada, revisión de trampas y efectuar un procesamiento primario a bordo. Las dos primeras son idénticas a las desarrolladas para la captura de langosta de Juan Fernández, en tanto que la etapa de procesamiento consiste en efectuar un corte ventral, separando las patas de cada lado del ejemplar, para luego proceder a lavarlas y eliminar todo resto de vísceras. Con este procesamiento se evita el ennegrecimiento de la carne (melanosis), que en caso contrario puede hacer inviable la utilización de este cangrejo.

Tabla 3Número de botes y salidas de pesca para la captura de cangrejo dorado en Robinson Crusoe (octubre 2005-mayo 2006).

Mes	N° botes	N° salidas	N°salidas/bote	
Octubre	2	3	2	
Noviembre	3	4	2	
Diciembre	3	9	4,5	
Enero	3	9	4,5	
Febrero	4	6	2,4	
Marzo	3	9	4,5	
Abril	4	15	6	
Мауо	4	10	4	
Total periodo	4	65	2,6	

c) Aparejo de pesca

La abundancia detectada en cangrejo dorado mediante la pesca exploratoria realizada en 1996 (Arana, 2000a y 2000b) trajo como consecuencia la realización de una pesca experimental con el fin de definir el aparejo de pesca más adecuado para su extracción y la distribución batimétrica del recurso, con énfasis en precisar si existían diferencias en los rendimientos por trampas a distintos estratos de profundidad (Arana & Vega, 2000). Los resultados de esta investigación permitieron identificar como más apropiada para la captura del cangrejo la trampa troncocónica con túnel o buche de plástico, aunque el uso de la trampa langostera (modelo GL, con entrada superior) también entregó resultados satisfactorios.

Con los resultados del estudio precitado, se establecieron los antecedentes básicos para el desarrollo de una actividad complementaria a la tradicional y que ayudaría a palear la difícil situación por la que atravesaban los pescadores producto de la disminución de abundancia de langosta. En este sentido, se debe destacar que la distribución batimétrica del recurso a profundidades mayores de 200 m planteó nuevos requerimientos en términos del equipamiento de las embarcaciones ya que la operación se centraría a mayor profundidad y por lo tanto se hacía necesario contar con equipos viradores mecánicos o hidráulicos (Arana & Vega, 2000; Martínez & Alvarez, 2000).

En la actualidad, el cangrejo dorado se captura en la isla Robinson Crusoe mediante trampas cuyo diseño es similar al utilizado en la explotación de langosta de Juan Fernández. De este modo, son aparejos de madera en forma de paralelepípedo recto, con dos cámaras unidas por una entrada tejida de material sintético. En su cara superior se localiza la entrada, la cual, en la gran mayoría de los casos, se encuentra revestida de un material plástico cilíndrico que tiene por finalidad dificultar el escape de los ejemplares de *C. chilensis* y facilitar su deslizamiento hacia el interior.

Las trampas destinadas a la captura de cangrejo están igualmente conformadas por varillas irregulares de madera, o en su defecto, trozos dimensionados de este material. El tamaño de los aparejos, en general, es mayor al empleado en la langosta, alcanzando longitudes de hasta 150 cm y alturas entre 40 y 50 cm (Fig. 12).



Figura 12. Detalle de entrada de trampa cangrejera (A) y trampa siendo revisada (B).

En el caso de la pesca de cangrejo dorado, no existen restricciones legales asociadas a su explotación. De esta manera, no se ha establecido una talla mínima legal de captura o normativa con el fin de obligar al descarte de hembras en estado de portación. No obstante, en la isla Robinson Crusoe se ha establecido una talla mínima de comercialización por parte del principal comprador del crustáceo objetivo. Ésta corresponde a 130 mm de ancho cefalotorácico (AC), equivalente a 113 mm de longitud cefalotorácica (LC) según lo reportado por Arana *et al.* (2006b).

De esta manera, en términos de la estructura de tallas de la población, es posible caracterizarla considerando los 113 mm de LC como referencia (Fig. 13). Así, según lo señalado por Arana *et al.* (2006b), el 21,8% del stock explotado correspondería a individuos bajo la talla mínima de comercialización, los cuales son seleccionados por los mismos pescadores, devolviéndolos al mar en el lugar de captura.

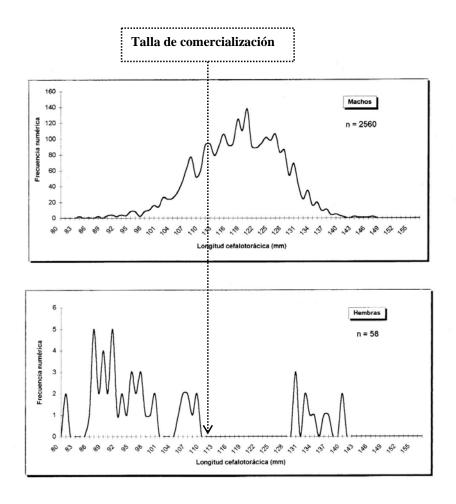


Figura 13. Distribución de frecuencias de tallas de cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*), en donde se aprecia la escasa representación de las hembras en las capturas y la mayor proporción de machos sobre el tamaño establecido en la isla para la compra y elaboración de este recurso.

Relaciones morfométricas

En el caso de *C. chilensis*, conforme a la experiencia en terreno del consultor, cabe precisar que la medida mínima comercial del cangrejo dorado, expresada en términos del ancho cefalotorácico (AC) presenta una mayor variabilidad respecto de la longitud cefalotorácica (LC), debido a que *C. chilensis* cuenta con espinas laterales en su cefalotórax con grados distintos de desgaste. Conforme a ello, en el caso de este cangrejo se consideró como variable exógena a la longitud cefalotorácica (LC), equivaliendo preliminarmente la talla mínima comercial de 130 mm de AC a una talla media de referencia de 113 mm de LC (Arana *et al.*, 2006b).

Al respecto el consultor cuenta con los resultados del estudio biométrico realizado a 241 machos de cangrejo dorado, con la finalidad de convertir las medidas de largo del caparazón (LC) en su correspondiente ancho de caparazón (AC) mediante un ajuste regresional de tipo lineal (Fig. 14). Igualmente, se estableció la relación entre la longitud cefalotorácica (LC) y el peso total húmedo (Wt), como así también el ancho cefalotorácico (AC) vs el peso total húmedo, mediante la medición y pesaje de 594 ejemplares (Tabla 4). En ambos casos, al correlacionar los valores se encontró un valor de b aproximadamente igual a tres, razón por la cual se consideró dicha relación como isométrica (Arana, 2000b).

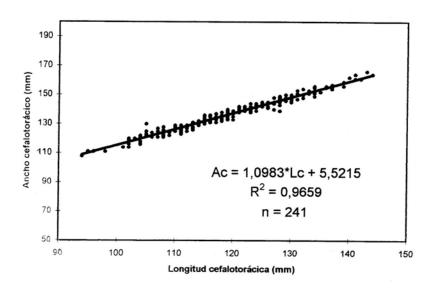


Figura 14. Relación entre la longitud cefalotorácica y el ancho del caparazón en cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*) (Fuente: Arana, 2000b).

Tabla 4
Relaciones morfométricas establecidas en machos de cangrejo dorado (Fuente: Arana, 2000b).

				Parámetros		
Relación	Ecuación	Número de observaciones	Rango LC (mm)	а	b	R ²
Longitud (LC) - ancho cefalotorácico (AC)	AC = a+b*LC	241	94 - 144	5,521	1,098	0,966
Ancho (AC) - longitud cefalotorácica (LC)	LC = a+b*AC	241	108 - 166	-0,805	0,879	0,966
Longitud cefalotorácica (LC) - peso total (Wt)	Wt = a*LCb	594	88 - 141	0,000961	2,817	0,943
Ancho cefalotorácico (AC) - peso total (Wt)	Wt = a*AC ^b	594	102 - 161	0,000376	2,977	0,943

Además, en el caso de *Jasus frontalis*, el consultor dispone de las relaciones morfométricas entre la longitud de cefalotórax – altura máxima y longitud cefalotórax – perímetro máximo. Al respecto, se midieron 620 langostas, de las cuales 380 correspondieron a hembras y 240 a machos, y se determinaron las siguientes relaciones:

Relación longitud cefalotorácica – altura máxima (Fig. 15):

Hembras : AM = 0.79 * LC - 6.75Machos : AM = 0.67 * LC - 0.83

Relación longitud cefalotorácica – perímetro máximo (Fig.16):

Hembras : PM = 2,67 * LC - 7,80Machos : PM = 2,47 * LC + 2,12

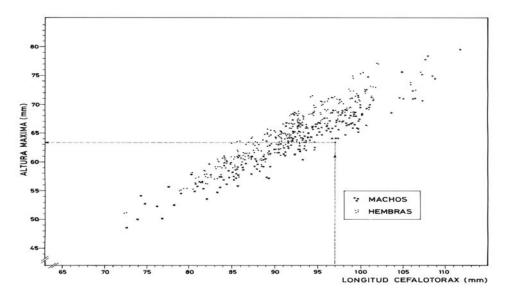


Figura 15. Relación entre la longitud cefalotorácica y la altura máxima en la langosta de Juan Fernández (Fuente: Arana & Díaz, 1987).

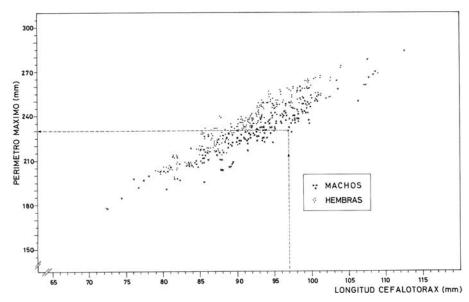


Figura 16. Relación entre la longitud cefalotorácica y el perímetro máximo en la langosta de Juan Fernández (Fuente: Arana & Díaz, 1987).

Selectividad y mecanismos de escape

La selectividad se define como la probabilidad que un individuo, de una especie y talla dada, es retenido al encontrarse o entrar a un arte o aparejo de pesca específico. Esto depende principalmente de factores tales como los materiales, tipo de construcción de los mismos, las características corporales y el comportamiento de los individuos.

En general, las trampas usadas en las pesquerías de langostas y cangrejos en el mundo, pueden ser consideradas como un arte de pesca versátil que puede ser modificado según la especie objetivo y el tamaño de los ejemplares que desee explotar, lo que se obtiene básicamente mediante la elección de un diseño apropiado y carnada adecuada (Miller, 1990). Si se logra obtener la selección de sólo una clase de tallas en particular, de manera directa se puede reducir el tiempo que demora la clasificación de la captura a bordo y además alcanzar mejores rendimientos, al aumentar la tasa de captura de ejemplares legales o de interés comercial (Fogarty & Borden, 1980; Everson *et al.*, 1992; Rosa-Pacheco & Ramírez-Rodríguez, 1996).

Cabe destacar que los procesos de captura, selección y de liberación de ejemplares que no cumplen con requerimientos de tamaño, tiene además implicancias en la mortalidad, ya sea accidental o inducida por stress en los ejemplares que son descartados o devueltos al mar (Brown & Caputi, 1983; 1985; Hunt *et al.*, 1986). Además, se pueden provocar daños como la pérdida de apéndices

(patas, antenas) que aún no siendo letales podrían retardar el crecimiento somático (Davis, 1981; Brown & Caputi, 1985).

Igualmente, al tener mayor cantidad de ejemplares de tallas no deseadas, se produce mayor exposición al aire, debido a la demora en la selección. Aunque sea por periodos cortos, puede inducir a cambios de comportamiento tales como reducir la respuesta al estimulo de ataque (Vermeer, 1987), provocar un mayor riesgo de depredación de los animales liberados (Brown & Caputi, 1983) o afectar los hábitos alimenticios debido a que la liberación de ejemplares de talla no deseada se realiza en áreas distintas (Brown & Caputi, 1985). Otro efecto negativo que se menciona es el hecho que la devolución de los ejemplares al mar, por no cumplir con el tamaño legal o de comercialización, son desplazados de su sitio habitual, colocándolos en riesgo de ser atacados por predadores.

De acuerdo a lo expuesto en párrafos anteriores, lograr que la trampa seleccione ejemplares a partir de un tamaño determinado y permita el escape de aquellos de menor tamaño, sin interés comercial en el momento, es un aspecto de suma importancia, desde el punto de vista de quienes evalúan y administran las pesquerías de crustáceos. Esto debido a que el descarte o la devolución de ejemplares no comerciales, puede generar una fuente de mortalidad adicional no incorporada en los descuentos de activos de los stocks y que puede llevar a sobredimesionar la biomasa efectiva del recurso.

Administradores de muchas pesquerías de crustáceos con trampas han respondido a estos problemas, realizando intentos por mejorar la selectividad de estos aparejos de pesca. Para ello han introducido el uso de ventanas de escape de variados tamaños y formas (Krouse, 1989; Miller, 1990; Everson *et al.*, 1992; Arana & Díaz, 1987; Rosa-Pacheco & Ramírez-Rodríguez, 1996; Treble *et al.*, 1998; Schoeman *et al.*, 2002a), debido a que estos han permitido exitosamente el escape de especimenes bajo talla (Arana & Díaz, 1987; Treble *et al.*, 1998).

Las aproximaciones para mejorar la selectividad de trampas de crustáceos toman en cuenta las características de construcción de los aparejos utilizados en las distintas pesquerías, así como la morfometría del recurso objetivo. De esta manera, en algunos casos, como la langosta sudafricana *Jasus lalandi*, el problema ha sido abordado modificando el tamaño de malla de las redes que constituyen las paredes de la trampa (Groeneveld *et al.*, 2003), en otros en tanto, los aparejos han sido dotados de "ventanas de escape", como es el caso de la langosta roja de México (*Panulirus interruptus*) (Rosa-Pacheco & Ramírez, 1996), o en braquiuros como el cangrejo de nieves o "snow crab" (*Chionoecetes opilio*) (Brown, 1982; Winger & Walsh, 2007).

A nivel nacional, Arana & Díaz (1987) y Arana & Ziller (1994) han abordado este tópico mediante experiencias llevadas a cabo en langosta de Juan Fernández, en tanto que Aguilar & Pizarro (2006) lo han hecho en la jaiba peluda (*Cancer setosus*) en la zona de Iquique.

Los porcentajes de retención de cada tamaño de dispositivo se efectúan en forma análoga al método de lances alternados, calculándose los porcentajes de retención a cada talla dividiendo el número de ejemplares capturado en cada una de ellas respecto al número de organismos capturados a esa misma talla en las trampas de control (Pope *et al.*, 1975; Sparre & Venema, 1997). Del ajuste de estos valores resulta una función o curva de forma sigmoidea denominada "ojiva de selección" (Fig. 17), en donde la talla al 50%, se considera como la longitud de primera captura (Lc_{50%}) y el rango entre los valores del 25% y 75% se le llama "rango de retención".

Así, para poder contrastar la diferencia en la retención, en especial de ejemplares bajo la talla mínima legal en la pesquería de la langosta de Juan Fernández, Arana & Díaz (1987) presentaron la distribución de frecuencias de tallas de las langostas capturadas con las trampas de control (tipo "C"), con ventanillas circulares de 85 mm de diámetro (tipo "A3") y con portillos rectangulares de 60 mm de separación entre listones (tipo "S2"). En ambos sexos se hizo evidente la mayor retención de ejemplares no comerciales por las trampas de control. Esta diferencia se produce hasta alrededor de los 100 mm de longitud de cefalotórax, mientras a tallas superiores las distribuciones resultaron semejantes para las trampas de control y para ambos tipos de unidades con dispositivos de escape (Fig. 18).

Posteriormente, Arana & Ziller (1994) calcularon el tamaño de dispositivo de escape que debería ser utilizado en la pesquería de langosta de Juan Fernández para diferentes probabilidades de retención y tallas mínimas de captura. Así, se estableció que al mantener fija la longitud mínima legal de comercialización y aumentar la probabilidad de retención corresponde un dispositivo de escape de menor tamaño. En cambio, al mantener fija la probabilidad de retención e incrementar la talla mínima legal, el tamaño del portillo aumenta en magnitud. Inversamente, al disminuir el tamaño mínimo legal dicho tamaño es más pequeño (Figs. 19 y 20).

De esta forma, Arana & Ziller (1994) determinaron que para una probabilidad de retención de un 98% y utilizando trampas con aberturas circulares, el tamaño adecuado para ambos sexos debería ser de 88,2 mm. En tanto, si se emplean aparejos con una determinada separación entre listones, la altura teórica debería ser de 61,6 mm para los machos y de 69,8 mm para las hembras.

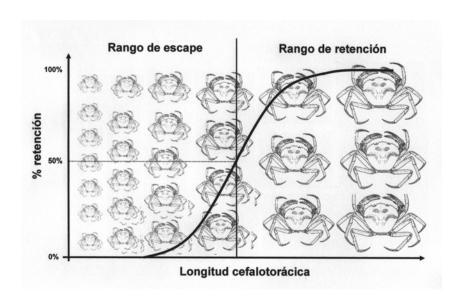


Figura 17. Esquema del proceso selectivo.

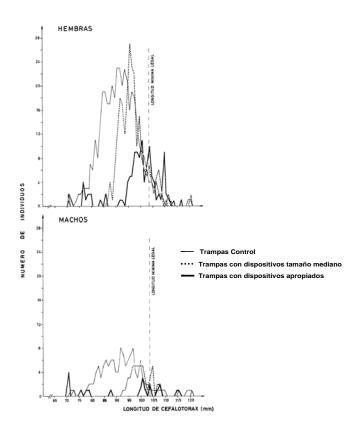


Figura 18. Distribución de frecuencias de tallas en langostas de Juan Fernández capturadas con diferentes tamaños de dispositivos de escape (Fuente: Arana & Díaz, 1987).

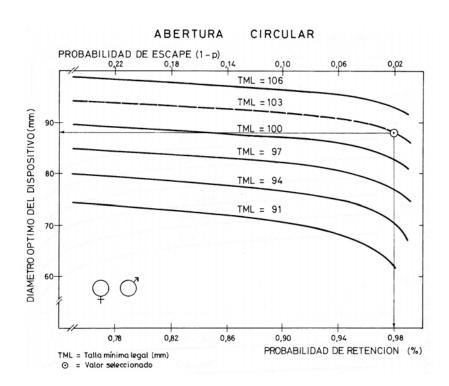


Figura 19. Ejemplo de la definición del tamaño del dispositivo de escape de forma circular, en función de la probabilidad de retención-escape y la talla mínima legal de comercialización o de referencia (Fuente: Arana & Ziller, 1994).

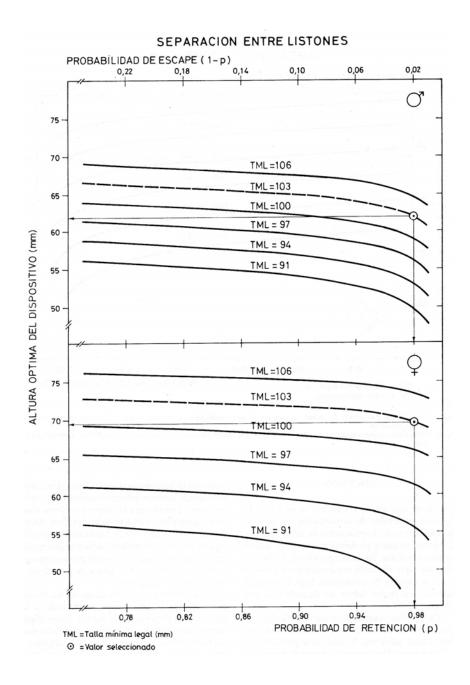


Figura 20. Ejemplo de la definición del tamaño del dispositivo de escape mediante la separación entre listones o dispositivos de forma rectangular, en función de la probabilidad de retención-escape y la talla mínima legal de comercialización o de referencia (Fuente: Arana & Ziller, 1994).

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Aspectos generales

Las labores de experimentación con el objeto de diseñar e implementar dispositivos de escape en trampas para la captura de la langosta (*Jasus frontalis*) y cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*), se realizaron en aguas circundantes a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, pertenecientes al archipiélago de Juan Fernández. Las labores en terreno se efectuaron durante la temporada de pesca 2009-2010, entre el 1º de octubre de 2009 y el 26 de febrero de 2010.

Para el cumplimiento de los objetivos, las labores se plantearon tomando en consideración los antecedentes bibliográficos disponibles y la experiencia del consultor en cada recurso objetivo. Así, para la determinación de la mortalidad de los ejemplares de langosta de Juan Fernández que son devueltas al mar, se consideró la realización de los respectivos experimentos bajo dos escenarios de profundidad: el primero en aproximadamente 50 m, que correspondió a la profundidad media de captura a inicios de la temporada y a los 100 m, veril promedio de calado de las trampas a finales de la temporada.

Igualmente, para probar los dispositivos de escape se consideró el hecho que a inicios de la temporada, coincidiendo con parte del período de portación de huevos, la langosta se capturó en las cercanías de la costa, observándose trampas caladas incluso a menos de 10 m de profundidad. Posteriormente, al avanzar la temporada, los aparejos se desplazaron siguiendo al recurso, alcanzando profundidades de hasta 200 m. Por otro lado, y en términos de áreas, este crustáceo fue capturado en "marcas" que corresponden a caladeros puntuales utilizados en forma específica por cada pescador, las que se encuentran en general situadas alrededor de las islas. Cada embarcación utiliza un cierto número de marcas, las que pueden estar ubicadas en diferentes sectores y profundidades en torno a las islas.

Durante la investigación se emplearon cinco chalupas de alta mar en forma simultánea. Al comienzo se utilizaron tres embarcaciones a las cuales durante el transcurso del proyecto se sumaron dos más, con el fin de recopilar mayor cantidad de datos. Esto permitió que se pudiera trabajar en distintas áreas alrededor de la isla, aprovechando la experiencia de los pescadores y a la vez se interiorizaron con el trabajo que fue realizado, lo que contribuyó a difundir las ventajas del uso de los dispositivos de escape entre los restantes pescadores.

En el caso particular del cangrejo dorado, las pocas embarcaciones que realizan faenas extractivas lo hacen en forma esporádica, calando sus trampas en áreas de entre 1 y 2 mn²

principalmente frente a Tres Puntas, Punta Bacalao y El Verdugo. Para la selección de las naves que participaron en las experiencias se consideró aquellas que realizaron estas faenas en mayor frecuencia, contando así con mayor experiencia en esta actividad. Por esta razón, dado que prácticamente no existen variaciones en la profundidad de calado de las trampas ni en las áreas de pesca por embarcación, se consideró un lapso de trabajo más acotado y de menor intensidad en esta especie.

En general, las mediciones de longitud de los ejemplares capturados se efectuaron a bordo de las embarcaciones, inmediatamente después de ser izadas las trampas. La información se recopiló en formularios elaborados especialmente con este fin, donde se registró la fecha, N° del bote en que se trabajó, la zona, profundidad de operación, tipo de trampas utilizada (diseño+tamaño), el sexo, talla de los ejemplares, presencia de huevos visibles en el abdomen (hembras ovíferas) y el nombre de la persona que realizó el muestreo. Posteriormente, esta información fue digitalizada para la confección de la base de datos que permitió el análisis de los datos reunidos de las faenas en el mar.

Captura, esfuerzo y CPUE

Se determinó la captura obtenida en langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado. Para ello y en el formulario "Distribución de Frecuencias de Tallas" (Anexo) se registró la captura en número de individuos, obtenida por trampa revisada en aquellas que correspondieron a control y con dispositivos de escape, identificándose también el sexo de los ejemplares (machos, hembras y hembras con huevos).

Para cada uno de los recursos, la captura fue identificada como comercial y no comercial de acuerdo a la talla mínima legal o de comercialización. De esta forma, se consideró como captura comercial en langosta a todos aquellos ejemplares que de acuerdo a la reglamentación vigente tuvieran una longitud cefalotorácica (medida desde el arco postocular hasta el límite posterior del caparazón), equivalente a los 115 mm de longitud (medida desde la base de las antenas hasta el límite posterior del caparazón) y en el caso de las hembras que no portaran huevos bajo el abdomen. En cangrejo dorado, se consideró como ejemplares "comerciales" todos aquellos cuya longitud cefalotorácica correspondiera a 113 mm (equivalente a 130 mm de ancho cefalotorácico), de acuerdo con estimaciones realizadas por Arana (2000). En ambas especies, los individuos que no cumplieron con la talla legal o comercial e igualmente las hembras ovíferas fueron devueltos al mar en el mismo lugar de su captura de acuerdo a la legislación vigente.

El esfuerzo de pesca, de acuerdo a la definición de Gulland (1983), corresponde en términos nominales al conjunto de medios empleados para la captura de un recurso. En este sentido, se debe

indicar que sus unidades dependen del tipo de recurso, del arte o aparejo de pesca y de la operación de estos. En el caso de las pesquerías de crustáceos basados en el uso de trampas, generalmente se ha empleado el número de trampas, el tiempo de reposo de éstas y el área de influencia. Cada una de estas unidades tiene sus ventajas y desventajas; sin embargo, la utilización de una de ellas en particular más bien está dada por la facilidad para recopilar esta información y por la elección que se ha efectuado en investigaciones anteriores de tal manera de realizar análisis comparativos.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto y en el caso de la pesquería de langosta de Juan Fernández, las unidades de esfuerzo utilizadas en casi todos los estudios anteriores han sido el número de botes, salidas de pesca y el número de trampas caladas (Arana & Melo, 1973; Arana & Toro, 1985; Yañez *et al.*, 1985; Arana & Vega, 2000; Arana *et al.*, 2006). En consecuencia a ello y para facilitar la comparación de resultados, se utilizó como unidad de esfuerzo la operación individual de cada una de las trampas (calado-reposo-virado), correspondiendo la CPUE al número de langostas retenidas por trampa revisada (ind trampa⁻¹). Sin perjuicio de lo anterior y como una forma exploratoria se procedió también a calcular la CPUE en base a los tiempos de reposo utilizado en ambas especies (ind trampa días⁻¹), tal cual fue utilizado por Arana *et al.* (2006) y en el que se recomienda no utilizar este valor de CPUE como una relación con la abundancia o disponibilidad del recurso.

Objetivo N°1

Determinar la mortalidad provocada en los ejemplares bajo la talla mínima legal y en hembras ovíferas en la pesquería de la langosta, debido a su captura y posterior liberación, dada la normativa legal vigente.

Con el objeto de estimar la mortalidad que se puede producir debido al diferencial de presión y temperatura entre la superficie y el sustrato y la manipulación a bordo de las naves, se llevaron a cabo experiencias en las cuales se dispuso de un cierto número de ejemplares de *J. frontalis* al interior de trampas langosteras, con un rango amplio de tallas, y considerando machos, hembras sin huevos y hembras portadoras, dependiendo de las capturas registradas (Fig. 21). En consideración a que la profundidad de captura de la langosta va aumentando en la medida que transcurre la temporada, se realizó el experimento en dos profundidades: 50 y 100 m.

Las trampas utilizadas en este experimento fueron las que comúnmente se utilizan en las faenas de pesca destinadas a langosta y cangrejo dorado. Sin embargo, a estas se les eliminó el túnel que comunica las cámaras con la finalidad de obtener el libre tránsito de los ejemplares hacia el lugar donde se ubicó la carnada y adicionalmente se cerró la entrada para evitar ingreso o salida de ejemplares.

Para descartar canibalismo entre los especimenes, se les incorporó alimento en cada revisión de las trampas. El período de reposo correspondió al usualmente utilizado en labores comerciales de pesca, esto es, tres días aproximadamente.

Cabe destacar, que esta experiencia se efectuó en tres zonas distintas en "marcas" de pesca habituales en torno a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. Se estimó la realización de las experiencias con un mínimo de cinco revisiones, habida cuenta de la reducción meteorológica que pudo interferir en las operaciones.

En el caso del cangrejo dorado se procedió en una forma similar a la langosta, colocando las trampas en el rango de profundidad utilizado por los pescadores y empleando en el experimento únicamente machos, debido a su presencia mayoritaria en las capturas (sobre el 95%).

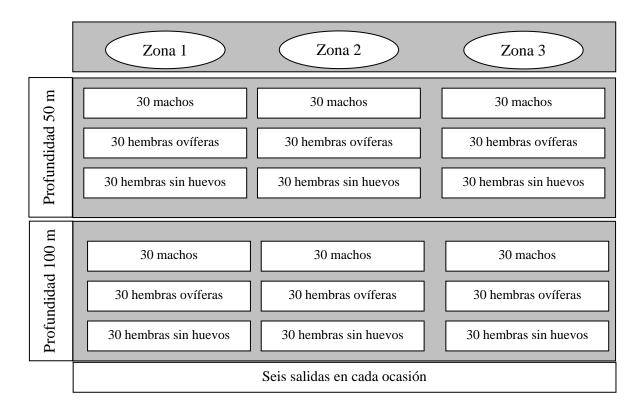


Figura 21. Esquema general de operación para la realización del experimento destinado a determinar la mortalidad de langosta de Juan Fernández por efecto de descarte.

Obietivo N°2

Diseñar y proponer dispositivos de escape en trampas adecuados para la captura de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado, que permita el escape de ejemplares bajo la talla mínima legal (langosta) o que no cuentan con la talla mínima de comercialización (cangrejo dorado), y que a la vez aseguren la retención de aquellos aptos para ser desembarcados.

Con el fin de llevar a cabo el diseño y prueba de los dispositivos de escape se consideraron los siguientes criterios:

- a) **Selectivo:** Debe asegurar el escape de una proporción significativa de ejemplares bajo la talla mínima legal de captura en *J. frontalis* (115 mm medidos entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón, equivalente a ~98 mm de LC) y bajo la talla de comercialización en *C. chilensis* (130 mm AC, equivalente a ~113 mm de LC). No obstante lo antes indicado, en este caso especial se debe considerar en forma simultánea que los aparejos en lo posible deben evitar el escape de organismos que no cuenten con el tamaño adecuado para ser desembarcados y/o comercializados.
- b) Diseño: Considerar modificación sólo de carácter menor respecto de las actuales trampas langosteras y cangrejeras utilizadas en dicho territorio insular. Dichos aparejos han sido producto de sucesivas mejoras en términos de eficiencia por parte de los propios pescadores del archipiélago, por lo que una transformación mayor provocaría la resistencia de los mismos e implicaría un rechazo inmediato a cualquier propuesta de implementación de mecanismos de escape para los organismos bajo la talla de referencia.
- c) Operacional: Operacionalmente, no debe interferir con las operaciones y el funcionamiento de la trampa, para lo cual se privilegió que los dispositivos sean de fácil construcción, instalación en las trampas y prolongada duración bajo las condiciones de trabajo. Además, especial cuidado debe presentar la selección de material en que se construyan los dispositivos a fin de asegurar su durabilidad, motivo por el cual deben presentar resistencia al desgaste producido por el trabajo en el mar y facilidad de recambio ante pérdidas y/o daños.
- d) Costo: El costo de construcción debe ser bajo, de manera tal que no se incremente de manera significativa el costo de fabricación de las trampas.
- e) **Impacto ambiental:** Considerando los criterios precitados, en el diseño de las ventanas de escape se exploró el empleo de materiales resistentes, flexibles y de uso intensivo en la

acuicultura en base a sus propiedades, dentro de las cuales destacan su alta inercia química, no desprenden toxinas, no absorben humedad y son inodoros e inertes fisiológicamente.

Secuencia a seguir para el diseño de los dispositivos

A fin de concretar el diseño de los mecanismos de escape, el proponente consideró la siguiente secuencia de actividades:

a) Comportamiento de escape de los individuos

Con el fin de cumplir con el criterio de selección de un modo eficiente, fue necesario caracterizar la manera en que se efectuó el escape de los ejemplares de *J. frontalis* y *C. chilensis*. Para llevar a cabo esta tarea, se realizaron filmaciones submarinas en bahía Cumberland en profundidades comprendidas entre 10 y 20 m, en donde se utilizó una trampa completamente cerrada, con el dispositivo de escape seleccionado en atención a la especie objetivo y a la cual se le incorporó un armado de fierro sobre el que se dispuso la cámara de filmación submarina (Fig. 22). Al interior de cada trampa fue incorporado un número de individuos que permitiera otorgar las condiciones de espacio adecuadas para el libre movimiento de los ejemplares. En dicho proceso se propuso filmar el proceso de escape, con el fin de conocer el comportamiento de los mismos, en cuanto a su capacidad de localizar y reconocer las ventanas de escape como medio de salida, y determinar la posición corporal con que confrontan y atraviesan las ventanas de escape.

La información obtenida mediante la experiencia propuesta fue empleada a fin de determinar la medida morfométrica que resultó determinante para el escape de ambos recursos objetivo.

b) Caracterización morfométrica

De acuerdo a lo señalado previamente, para establecer las relaciones morfométricas que no se encontraban disponibles, el consultor consideró efectuar dicha labor al comienzo del desarrollo del proyecto, empleando un tamaño muestral superior a 200 ejemplares de langosta de Juan Fernández de cada sexo y alrededor de 200 machos de cangrejo dorado en atención a que ese sexo es el que se captura casi en forma exclusiva en esas islas. Las mediciones se realizaron empleando pie de metro, registrándose las medidas morfométricas de ambas especies de crustáceos con una precisión de $\pm 1,0$ mm.





Figura 22. A) Preparación de la trampa y estructura de fierro con cámara de filmación submarina. B) Incorporación de langostas en la trampa. C) Cierre de la trampa y preparación para calado.

En langosta de Juan Fernández se midieron y registraron dos longitudes: a) longitud cefalotorácica (LC), considerada como la distancia en línea recta medida desde el arco postocular hasta el límite posterior del caparazón, y b) la longitud base de las antenas (Lba) medida a partir del centro generado entre las placas basales de las antenas, correspondiendo esta al tamaño mínimo legal establecido en la legislación para este recurso (Fig. 23).

En el caso del cangrejo dorado y dada la relación de aspecto que presenta con un cuerpo achatado en el sentido dorso-ventral, así como el comportamiento observado al mantener este cangrejo en piscinas de la Escuela de Ciencias del Mar (Valparaíso), se estimó probable que este

animal efectúe el escape desde las trampas mediante desplazamiento lateral. Conforme a ello, se estimó *a priori* como variables exógenas, el ancho máximo del cefalotórax (AC), la altura máxima del cuerpo (AM) y la longitud del cefalotórax, correspondiente a la distancia medida desde el arco postocular hasta el borde posterior del cefalotórax (LC) (Fig. 24).

A partir de los registros que se obtuvieron, se ajustaron relaciones morfométricas mediante el empleo del modelo de regresión lineal, a fin de explicar la variabilidad de la relación morfométrica limitante en función de la talla mínima legal de captura o mínima de comercialización. El modelo escogido fue aquel cuya variable exógena explicó el mayor porcentaje de la variabilidad total de la variable endógena, mediante el empleo del coeficiente de determinación (R²).

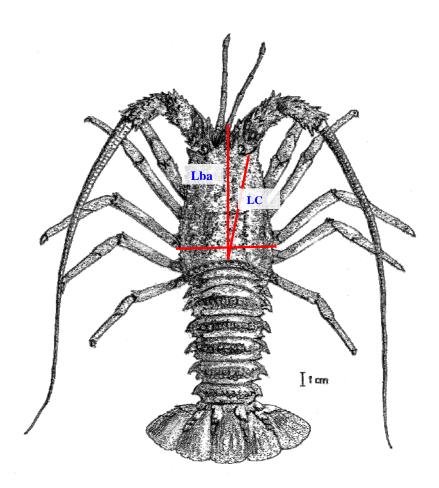


Figura 23. Ejemplar de *Jasus frontalis*, y medidas morfométricas de ancho cefalotorácico (AC), longitud cefalotorácica (LC), longitud entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón (Lba).

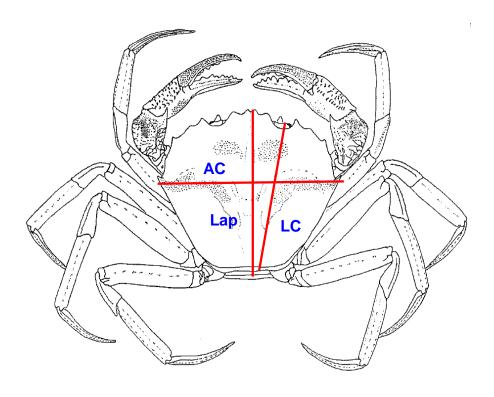


Figura 24. Ejemplar de *Chaceon chilensis*, donde se muestran las medidas morfométricas de ancho cefalotorácico (AC), longitud cefalotorácica (LC), longitud entre el extremo del rostro y los dos primeros segmentos del telson (Lap) y longitud entre el extremo de la quela flectada y los dos primeros segmentos del telson (Lap).

c) Diseño de ventanas de escape

A partir del tamaño de las aberturas estimadas se consideró el uso de ventanas circulares en la langosta y en el cangrejo dorado (Fig. 25). Como ya se ha señalado, estos tipos de dispositivos son los más comúnmente utilizados en pesquerías de crustáceos (e.g., Krouse, 1978; Fogarty & Borden, 1980; Brown, 1982; Arana & Díaz, 1987; Krouse, 1989; Miller, 1990; Adison & Lovewell, 1991; Treble *et al.*, 1998; Schoeman *et al.*, 2002; Salthaug & Furevik, 2004; Tallack, 2007; Winger & Walsh, 2007).

En todos los casos, se expuso a los propios pescadores las posibilidades de diseño, considerándose igualmente que corresponden a una modificación menor del aparejo y que no representa un cambio sustantivo en la forma de construcción de los mismos. Igualmente, en las experiencias en terreno que se exponen a continuación se evaluaron los diseños en términos operativos, básicamente en términos de desgaste o deformación, dadas las operaciones en el mar.



Figura 25. Dispositivos empleados en las trampas langosteras (A) y cangrejeras (B) en el archipiélago de Juan Fernández.

d) Estimación teórica de las aberturas de escape

El procedimiento a seguir para la determinación del tamaño de los dispositivos de escape a fin de ser probados en las pesquerías de langosta y de cangrejo dorado, consideró una serie de pasos tales como relaciones morfométricas, comportamientos de escape, prueba de paso forzado con ejemplares de talla mínima y estudios previos de selectividad (Fig. 26).

Relaciones morfométricas que relacionen la talla con una

Característica relevante en el escape los animales desde las trampas, como por ejemplo perímetro, ancho o alto

Talla minima legal de comercialización o definida como mínima para su extracción

Experimentos in situ o in vitro para definir el comportamiento y el escape de ejemplares de dispositivos experimentales

Elección del tamaño considerado como adecuado y un tamaño levemente más grande y otro más pequeño para realizar la experimentación en terreno

Figura 26. Esquema sobre la determinación de los tamaños de los dispositivos con los que se experimentó en langosta y cangrejo dorado.

Estudios previos de selectividad

Como primera aproximación, y mediante estudios previos de selectividad, para definir el tamaño de los dispositivos que se van a probar se estableció a partir de las funciones que relacionan la talla limitante para el escape (variable endógena) con la talla correspondiente a la mínima legal de captura o de comercialización (variable exógena), de la forma:

$$\overline{Abertura} = \phi(Longitud\ minima\ de\ captura)_i$$

No obstante, dada las diferencias morfológicas entre los organismos y considerando los resultados obtenidos por Arana & Díaz (1987) y Arana & Ziller (1994) en base a las relaciones entre la longitud de cefalotórax y el alto máximo, así como también entre la longitud del cefalotórax y el perímetro máximo, se utilizó la ventanilla circular de 85 mm de diámetro como base para la determinación del tamaño de los otros dispositivos, siendo este tamaño el considerado por Arana & Díaz (1987) como óptima de acuerdo a la disminución de ejemplares retenidos bajo la talla mínima legal.

Así, y en base a esta abertura circular, se determinaron dos dimensiones del dispositivo, correspondientes a cinco milímetros superior e inferior al tamaño de referencia. Esta combinación tipo de dispositivo-tamaño del mismo fue incorporado a trampas utilizadas actualmente en este archipiélago y se probaron en faenas efectuadas bajo el régimen normal de operación realizado por los pescadores de este archipiélago con el objeto de estimar posibles variaciones en la relación retención-escape, y como una necesidad para definir las respectivas curvas de selectividad (Arana & Ziller, 1994).

De esta manera, se logró disponer de información en estudio referente a estas tres opciones de tamaño de ventanas de escape, conocer las correspondientes distribuciones de frecuencias de tallas, determinar los porcentajes de retención y escape sobre y bajo las longitudes de referencia, establecer en cada caso las respectivas curvas de selección y poder definir la curva generalizada de selección para cada dispositivo, según se describe más adelante. Todos estos resultados condujeron a la determinación final del dispositivo de escape requerido para maximizar el escape de los ejemplares de pequeño tamaño y retener el 100% de los ejemplares aptos para su comercialización.

e) Proporción sexual global y a la talla

Con las distribuciones de frecuencia de tallas determinadas a partir de los muestreos realizados a bordo de las embarcaciones se estableció la proporción sexual global y por rangos de longitud, así como el porcentaje de hembras ovíferas en langosta. En general se procedió de manera

similar a lo realizado por Gaete & Arana (1985), Arana & Olate (2000) y Arana et al. (2006) lo que facilita el análisis comparativo de esta variable.

f) Talla media y estructura de tallas

Las distribuciones de frecuencia de tallas de *J. frontalis* y *C. chilensis*, se confeccionaron agrupando las medidas de longitud cefalotorácica en intervalos de 1 mm, de esta manera se pudo analizar comparativamente las actuales estructuras con aquellas señaladas por Gaete & Arana (1985), Arana & Olate (2000), Arana *et al.* (2006) en langosta y por Arana (2000b) y Arana *et al.*, (2006) en cangrejo dorado. En cada caso, se calculó la talla media, la talla mediana, y la desviación estándar, siendo las estructuras de tallas determinadas por período de pesca, en términos globales y por dispositivo en cada recurso.

g) Porcentaje de ejemplares bajo la talla de referencia

Con el fin de determinar el efecto de los dispositivos de escape empleados en la captura con ejemplares bajo la talla de referencia en langosta, se midió la retención de ejemplares bajo las tallas de 103, 98 y 93 mm de LC (donde, 98 mm de LC es equivalente a 115 mm de talla mínima legal). De igual forma, se midió el porcentaje de ejemplares en trampas de cangrejo dorado bajo las tallas de referencia de 114, 110 y 104 mm de LC (donde 112 mm de LC es equivalente a 130 mm de talla mínima comercial).

h) Estimación de funciones de selectividad

Para reunir la información necesaria para el ajuste de las correspondientes curvas de selección, se consideró la realización de lances para cada uno de los diseños y aberturas propuestas. En forma paralela, se emplearon trampas tradicionales utilizadas por los pescadores (sin ningún tipo de dispositivo, como control).

La cantidad de individuos obtenida fueron agrupadas por rango de talla para cada uno de los dispositivos de escape utilizados y para aquellas trampas empleadas como control. De esta forma, fue posible determinar el porcentaje de retención a cada talla y cada una de las aberturas, de acuerdo a:

$$\%R = \frac{N_i Lc}{N_j Lc}$$

donde:

%R : Porcentaje de retención

C_iLc : Número de individuos de talla Lc capturados en cada uno de los dispositivos

C_iLc : Número de individuos de talla Lc capturados en las trampas control

Para los respectivos diseños y aberturas, y en cada uno de los crustáceos estudiados, se estimaron las correspondientes funciones logísticas de selección, según su forma más simple:

$$p(Lc) = \frac{1}{1 + \exp(a + b * Lc)}$$

o según su expresión más general:

$$P(Lc) = \left(\frac{\exp(a+b*Lc)}{1+\exp(a+b*Lc)}\right)$$

donde:

a y b : Parámetros de la curva a estimar.

P(Lc) : Probabilidad de retención a cada intervalo de longitud cefalotorácica.

Lc : Marca de clase del intervalo de longitud cefalotorácica.

El análisis de regresión se realizó en un rango de tallas comprendido entre una retención equivalente a cero (0) y otra de retención total (1), no considerando los intervalos de tallas inferiores, donde no se registraron capturas, o superiores a la primera talla a la cual se obtiene la retención total (Sparre & Venema, 1997). Con estos parámetros se determinó la longitud de primera captura o Lc50%, que corresponde a la longitud a la cual el 50% de los individuos quedan retenidos, valor que se calcula de la siguiente manera:

$$Lc_{50\%} = -\frac{a}{b}$$

Además, se define el rango de selección respecto a la talla, entre el 25% y 75%, determinado como:

$$RS = \frac{a \pm \ln(3)}{b}$$

Para la determinación de las curvas de selección se empleó la minimización de la suma de las desviaciones cuadráticas de error (MCO), utilizando métodos no lineales, mediante un algoritmo numérico, tal como el correspondiente a Raphson Newton (Burden & Faires, 2002) o la linealización de la respectiva función logística, para el ajuste según:

$$\frac{Y_i}{(1-Y_i)} = \exp(a+b*Lc)$$

en donde la función a ajustar, según MCO corresponde a:

$$Z_i = a + b * Lc$$

Obtenidas las diferentes curvas de selección, se modeló el esquema de retención para cada una de las especies de acuerdo a procedimiento descrito por Arana & Ziller (1994) en la langosta de Juan Fernández. Este procedimiento permitió disponer de una función generalizada para cada recurso, mediante el cual se puede establecer la ojiva de selección para cualquier tamaño de dispositivo de escape, de cuerdo a la siguiente expresión:

$$p(Lc) = \frac{1}{1 + \exp[-4(a_2 + b_2 * TD) * (Lc - (a_1 - b_1 * TD))]}$$

donde:

TD: tamaño del dispositivo

 a_1 , a_2 , b_1 , b_2 : coeficientes

que está fundamentada en las relaciones:

$$Lc_{50\%} = a_1 + b_1 * TD$$

$$S = a_2 + b_2 * TD$$

donde "S" es la pendiente de la curva sigmoidea.

Así, con esta expresión (p(Lc)) es posible calcular la curva de retención para cualquier tamaño de dispositivo de escape, ya que dicha función depende ahora únicamente del tamaño del mismo. Si se linealiza la ecuación se tiene que:

$$Ln(1/p-1) = -4(a_2 + b_2 * TD)(Lc - a_1 - b_1 * TD)$$

De esta forma, ordenando y multiplicando cada término se llega a la siguiente igualdad:

$$-TD^{2}(b_{1}*b_{2})+TD(-a_{2}*b_{1}+b_{2}*Lc-b_{2}*a_{1})+a_{2}*Lc-a_{2}*a_{1}+\frac{Ln((1/p)-1)}{4}=0$$

Esta expresión corresponde a un polinomio de segundo orden que para resolverlo basta considerar que:

$$C1 = -b_2 * b_2$$

$$C2 = -a_2 * b_1 + b_2 * Lc - a_1 * b_2$$

$$C3 = a_2 * Lc - a_2 * a_1 + \frac{Ln((1/p) - 1)}{4}$$

Así, resolviendo la ecuación de segundo grado se tiene que:

$$TD_1, TD_2 = -C_1 \pm \frac{\sqrt{C2^2 - 4C1 * C3}}{2 * C1}$$

De esta forma, es posible calcular el tamaño del dispositivo a una cierta longitud (Lc), a la cual se esperaría que los ejemplares queden retenidos con una probabilidad (p). Así también, esta fórmula permite calcular un conjunto de soluciones de tamaños de dispositivos, variando ya sea el valor de p, de Lc o ambos a la vez. Esto último es de especial importancia dado que a diferencia de los trabajos normales de selectividad, en la presente investigación el objetivo esperado es que se maximice la cantidad de ejemplares retenidos por sobre la talla de referencia y no el utilizar la Lc_{50%} para definir el tamaño del dispositivo a emplear.

Objetivo N°3

Probar el (los) diseño(s) de escape propuesto(s) en la pesca comercial de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado.

De acuerdo a la programación del proyecto, se efectuaron las pruebas finales de las trampas con los dispositivos determinados como apropiados para el logro de los objetivos propuestos, después de haber completado cada una de las etapas señaladas en el siguiente esquema:

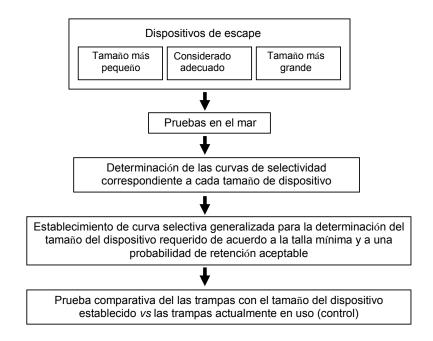


Figura 27. Esquema del plan de experimentación en el mar de los dispositivos de escape en cada recurso.

De esta manera, sobre la base de los resultados obtenidos en el desarrollo del Objetivo N°2, se definieron los diseños y tamaños de escape para la pesca comercial de cada unos de los recursos objetivo de la investigación. Estos correspondieron a aquellos dispositivos que mediante los análisis previos resultaron apropiados para la retención de ejemplares con el tamaño mínimo legal o de comercialización y facilitar al mismo tiempo el escape de los más pequeños. Cabe destacar, que de igual forma se consideró la opinión de los pescadores artesanales participantes en el proyecto respecto a la funcionalidad de los tres tamaños de dispositivos respecto a las capturas obtenidas con la utilización de los mismos.

Con el fin de asegurar que los diseños propuestos fueran adecuados para retener los ejemplares comerciales, se realizó una filmación submarina con ejemplares de talla comercial en una trampa con dispositivo de escape de 85 mm, observando la posibilidad de escape de los ejemplares a través de las aberturas.

Confirmada la bondad de los tamaños determinados, se procedió a emplearlos en cada una de las especies objetivo de la investigación en torno a la isla Robinson Crusoe, utilizando para ello las mismas embarcaciones en que se efectuaron las experiencias previas. Así, durante esta etapa, se consideró el empleo de tres embarcaciones dedicadas a capturar langosta de Juan Fernández y dos a la captura de cangrejo dorado. De esta manera, se evaluó el desempeño de las trampas dotadas del mecanismo de escape en faenas comerciales, a la vez que permitió contrastarlas con aquellas sin modificar.

Para reunir la información necesaria para efectuar esta comparación, se embarcó personal técnico de la PUCV y muestreadores del archipiélago en cada uno de los botes, quienes georreferenciaron la ubicación de las trampas mediante GPS (modelo Meridian Gold), registraron la captura obtenida en las trampas, en término del número de individuos por trampa de pesca, desglosada en forma separada en especimenes comerciales y no comerciales.

Adicionalmente, con el fin de evaluar operacionalmente el diseño propuesto durante faenas comerciales de pesca de ambos crustáceos, el personal técnico de la PUCV procedió a registrar variables de desempeño de las trampas y en particular de los dispositivos de escape en pruebas. Así, se llevaron registros de variables como deformación, desgaste o rotura para cada uno de los virados de la respectiva trampa a fin de estimar su vida útil o proponer alguna modificación si fuese necesario.

El resultado de todas estas pruebas permitieron determinar la bondad del o de los diseños propuestos y la posibilidad de su empleo masivo en las respectivas pesquerías desarrolladas en este archipiélago asegurando el escape mayoritario de ejemplares de pequeño tamaño y asegurando la retención de todos los ejemplares que pueden ser comercializados.

Análisis estadístico

En la determinación de diferencia de captura de individuos comerciales y bajo talla comercial de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado que presentaron las trampas con dispositivos respecto de las empleadas como control, se utilizó la prueba ANOVA de un factor. Cabe señalar, que cuando no se cumplió con los supuestos del modelo (homogeneidad de varianza) se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis la que es el equivalente a la prueba ANOVA de un factor en la versión no

paramétrica, la cual se utiliza para contrastar la hipótesis nula de que las medias de los grupos son iguales. Para realizar este análisis se excluyeron los datos de aquellas trampas que no presentaron captura tanto de cangrejo como de langosta. En ambos casos, se empleó el programa estadístico SPSS.

Prueba de Levene

Esta prueba se utilizó para contrastar la homocedasticidad entre los grupos, es decir, que las varianzas de las poblaciones son iguales. Cuando el nivel de significación fue mayor que 0,05 se aceptó la hipótesis de igualdad de varianzas y así se concluyó que las varianzas de las capturas comerciales o no comerciales entre las trampas con dispositivo y las utilizadas como control son semejantes.

ANOVA de un factor

En la determinación de diferencia entre trampas en las que se implementaron dispositivos de escape y las que se emplearon como control, se utilizó la prueba de ANOVA que permite comparar las medias de r grupos, siendo r mayor o igual a dos. El modelo presupone que las varianzas de los grupos son iguales y que los residuos o errores son aleatorios, independientes e idénticamente distribuidos siguiendo una ley normal con media cero y desviación constante.

Para ello, se utilizó la siguiente hipótesis:

- H₀: La media de captura comercial (o no comercial) entre trampas con dispositivo de escape y las de control son iguales.
- H₁: Al menos una de las medias de captura comercial (o no comercial) entre trampas con dispositivo de escape y las de control es diferente.

Esta prueba se basa en la comparación de la suma de cuadrados medios debidas a la variabilidad entre grupos y a la variabilidad intra grupos (dentro de los grupos). Ambas sumas son estimaciones independientes de la variabilidad global, de manera que, si el cuociente entre la primera y la segunda es elevado, se tendrá mayor probabilidad de rechazar la hipótesis nula. Este cuociente sigue una distribución F con r - 1 y n - r grados de libertad.

Suma de los cuadrados

Las sumas de cuadrados son el paso previo para el cálculo de ANOVA. Si se denotan por r al número de grupos, por n_j el número de individuos en cada grupo j = 1,...,r, x_j la media de cada grupo y x la media global. La suma de cuadrados entre grupos (SCE), la suma de cuadrados dentro de grupos (SDE) y la suma de cuadrados total (SCT) se obtuvieron de la siguiente manera:

$$SCE = \sum_{j=1}^{r} n_{j} (\overline{x}_{j} - \overline{x})^{2}$$

$$SCD = \sum_{j=1}^{r} \sum_{i=1}^{n_{j}} (x_{ij} - \overline{x}_{j})^{2} = \sum_{j=1}^{r} \sum_{i=1}^{n_{j}} x_{ij}^{2} - \sum_{j=1}^{r} n_{j} x_{j}^{2}$$

$$SCT = \sum_{i=1}^{r} \sum_{i=1}^{n_{j}} (x_{ij} - \overline{x})^{2}$$

La siguiente igualdad permitió expresar las desviaciones entre los datos observados x_{ij} y la media total x como suma de las desviaciones de la media del grupo x_{ij} y la media total más las desviaciones entre los datos observados y la media del grupo, de forma que:

$$x_{ii} - \overline{x} = (\overline{x}_{j} - \overline{x}) + (x_{ii} - \overline{x}_{j})$$

Se puede demostrar que SCT = SCE + SCD y por tanto la variabilidad de los datos (dada por SCT) se expresa como la suma de la variabilidad debida a los grupos (a las medias) o variabilidad explicada (dada por SCE) más la variabilidad dentro de los grupos (variabilidad residual) o variabilidad no explicada (dada por SCD).

Grados de libertad

Los grados de libertad entre grupos (GLE), dentro de los grupos (GLD) y total (GLT) se obtuvieron como:

$$GLE = r - 1$$

$$GLD = n - r$$

$$GLT = n - 1$$

Cuadrados medios

El cuadrado medio entre grupos (CME) y el cuadrado medio dentro de grupos (CMD) se obtuvieron de la siguiente manera:

$$CME = \frac{SCE}{GLE}$$

$$CMD = \frac{SCD}{GLD}$$

Estadístico de contraste F

El estadístico de contraste para realizar la prueba de ANOVA se construyó de la siguiente forma:

$$F = \frac{CME}{CMD}$$

que se distribuyó según una F-Snedecor con GLE grados de libertad del numerador y GLD grados de libertad del denominador.

La información descrita anteriormente quedó resumida en la tabla que entregó el programa estadístico SPSS (Tabla 5).

Tabla 5Tabla resumen del ANOVA de un factor.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Р
Inter-grupos	SCE	GLE	CME	F	р
Intra-grupos	SCD	GLD	CMD		
Total	SCT	GLT			

El valor de referencia que se utilizó al momento de aceptar o rechazar la hipótesis nula fue el nivel de significación (*P*). Cuando el nivel de significación fue mayor que 0,05 se aceptó la hipótesis nula de independencia entre las variables (no existen efectos diferenciales entre los tratamientos). En tanto, cuando el nivel de significación fue menor que 0,05 se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la

hipótesis alternativa, es decir, se pudo concluir que existe relación de dependencia entre las variables, y en este caso se obtuvo que los distintos niveles del factor (dispositivos) sí influyen sobre los valores de la variable cuantitativa (captura de individuos comerciales o no comerciales).

Prueba de Kruskal-Wallis

Cuando las condiciones de normalidad y homocedasticidad no se cumplen, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, que corresponde a una alternativa no paramétrica de ANOVA. Para ello, se utilizó la siguiente hipótesis:

H₀: La mediana de captura comercial (o no comercial) entre trampas con dispositivo de escape y de control son iguales.

H₁: Al menos una de las medianas de captura comercial (o no comercial) entre trampas con dispositivo de escape y de control es diferente.

Rangos

Para cada observación se le asignó el rango según el orden que ocupó la observación en el conjunto total de los datos, asignando el rango medio en caso de empates.

Suma de rangos

Para cada grupo m = 1, ..., r, siendo r el número de grupos, se definió R_m como la suma de rangos de cada grupo m.

Valor medio de los rangos y de los rangos medios

El valor medio de los rangos ($E[R_m]$) se calculó como:

$$E[R_m] = \frac{n_m(n+1)}{2}$$

El rango medio (\overline{R}_m) se obtuvo mediante la siguiente relación:

$$\overline{R}_m = \frac{R_m}{n_m}$$

Estadístico de contraste H'

El estadístico de contraste de Kruskal-Wallis H' se determinó mediante la siguiente expresión:

$$H' = \frac{\frac{12}{n(n+1)} \sum_{m=1}^{r} \frac{1}{n_m} [R_m - E[R_m]]^2}{\sum_{j=1}^{k} (d_j^3 - d_j)}$$

$$1 - \frac{\sum_{j=1}^{k} (d_j^3 - d_j)}{n^3 - n}$$

siendo d_j el numero de empates con j = 1,..., k, donde k corresponde al número de valores distintos de la variable respuesta, que sigue una distribución χ^2 (Chi-cuadrado) con r-1 grados de libertad que tiene un nivel de significación (P) asociado.

El valor de referencia que se utilizó para aceptar o rechazar la hipótesis nula fue el nivel de significación. Cuando el nivel de significación fue mayor que 0,05 se aceptó la hipótesis nula de independencia entre las variables (no existen efectos diferenciales entre los tratamientos), mientras que, cuando el valor de *P* fue menor que 0,05 se rechazó la hipótesis de nulidad.

Contraste de comparaciones múltiples

El estadístico F o nivel de significación (*P*) de ANOVA únicamente permitió contrastar la hipótesis general de que los promedios de captura de las trampas con dispositivos y control comparados son iguales. Es por ello, que al rechazar esta hipótesis se sabe que las medias poblacionales no son iguales, pero no se puede determinar en forma directa entre qué trampas, ya sea con dispositivos o control, se encuentran estas diferencias. Es por ello, que se utilizó el contraste de comparación múltiple (o comparación *a posteriori*).

En el caso de que las varianzas fueron iguales se utilizó el procedimiento de comparación a posteriori de Tukey (1953) la cual es una de las pruebas más exigentes en el sentido que cuando los valores promedios son muy próximos no detecta diferencia significativa, lo que permite disminuir la probabilidad de cometer error tipo I (error cometido al rechazar la hipótesis nula cuando la hipótesis nula es verdadera), mientras que cuando no se pudo asumir igualdad de varianzas se utilizó el método de Games-Howell (1976) que es similar al de Tukey, el cual se basa en la distribución del rango estudentizado y en un estadístico T en el que, tras minimizar las varianzas poblacionales suponiendo que son distintas, corrige los grados de libertad mediante la ecuación de Welch. Cabe destacar que

dentro de los métodos que no asumen igualdad de varianza este es el que mejor controla la tasa de error en diferentes situaciones.

Objetivo N°4

Transferir el resultado de la propuesta de diseño a los pescadores artesanales de Juan Fernández

Con la finalidad de llevar a cabo la transferencia de los resultados de la presente investigación, el consultor consideró diversos medios de difusión.

En primer lugar, se confeccionó una ficha técnica que explica de manera didáctica la forma en la cual se deberá implementar en las trampas los mecanismos de escape resultantes de la investigación (ubicación, dimensiones, materiales), además de los beneficios que se espera de la implementación masiva en el archipiélago. Para la confección de este material, se considera contar con asesoría especializada en este tipo de divulgación. Se confeccionará un mínimo de 100 ejemplares, los que serán entregados a los pescadores artesanales del archipiélago. La ficha será termo laminada a fin de protegerla de la humedad y prolongar así su duración.

El Taller de Divulgación destinado a dar a conocer los resultados del proyecto originalmente estaba considerado realizarlo en la isla Robinson Crusoe, sin embargo y dados los acontecimientos sucedidos en el archipiélago es que se realizará en el salón de conferencias Ximena Reyes de la Escuela de Ciencias del Mar (Valparaíso). Para su realización, se consideró la participación de investigadores del área de las Ciencias del Mar, además de personas ligadas al área pesquera e interesados en el archipiélago, entre ellos: SUBPESCA, FIP, SERNAPESCA, Autoridad Marítima, representantes del sector productivo, universidades, autoridades y representantes del Sindicato de Pescadores Independientes del Archipiélago de Juan Fernández, además de público en general interesado en el estudio. Adicionalmente, el consultor presupuestó contar con dos especialistas extranjeros, uno en langosta (Cuba) y otros en cangrejo dorado (Brasil).

RESULTADOS

Aspectos generales

La pesca de langosta y de cangrejo dorado fue realizada con el concurso de pescadores artesanales del archipiélago de Juan Fernández. Las faenas de pesca con los dispositivos de escape instalados en las trampas se inició a partir del 8 de octubre de 2009 y se mantuvo la recolección de información hasta el 26 de febrero de 2010, cuando se produjo el maremoto y destrucción de parte importante del poblado San Juan Bautista (Isla Robinson Crusoe).

Las faenas extractivas se efectuaron en aguas circundantes a las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. De esta forma, las embarcaciones participantes del proyecto cubrieron los sectores norte y sur, comprendiendo así una vasta extensión del archipiélago (Fig. 28). Cabe destacar, que los pescadores efectuaron sus faenas de pesca exclusivamente en caladeros llamados "marcas", utilizados en forma específica por cada pescador de acuerdo a derechos consuetudinarios, las cuales se localizaron a profundidades de hasta 200 m en el caso de la langosta y 600 m en el caso del cangrejo.

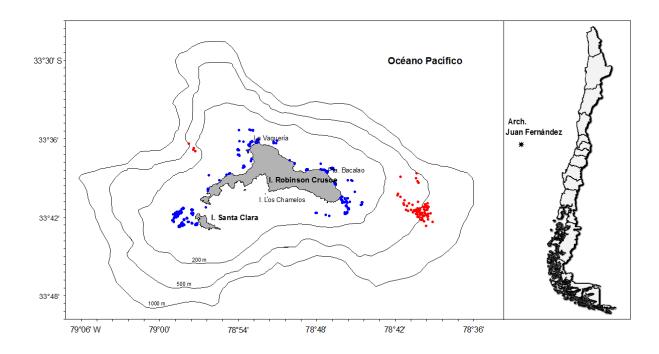


Figura 28. Área de estudio durante la implementación de ventanas de escape en langosta de Juan Fernández (azul) y cangrejo dorado (rojo).

Capturas

Durante el período analizado se obtuvo una captura total de 20.136 individuos, de los cuales 13.444 (66,8%) correspondieron a langosta de Juan Fernández y 6.692 (33,2%) a cangrejo dorado. En términos mensuales, se observó que en langosta, tanto en la captura comercial como no comercial, la mayor cantidad de ejemplares se registraron en diciembre, durante el cual se capturaron 479 (47,1%) y 3.058 (42,1%) individuos, respectivamente. En cambio, en cangrejo dorado la mayor captura de individuos comerciales se registró en noviembre, mes en que se capturaron 702 (34,9%) ejemplares. En tanto, al analizar la captura no comercial se observó que la mayor captura de ejemplares bajo talla se registró en diciembre, con 981 (37,8%) individuos. (Tabla 6).

Tabla 6
Captura de individuos de tamaño comercial y no comercial por mes y recurso (octubre 2009-febrero 2010).

		Tar	maño	
Recurso	Mes	Comercial	No comercial	Total
Langosta Juan Fernández	oct	109	990	1.099
	nov	298	2.421	2.719
	dic	479	3.058	3.537
	ene	451	2.265	2.716
	feb	465	2.908	3.373
Sub-total		1.802	11.642	13.444
Cangrejo dorado	oct	462	588	1.050
	nov	702	709	1.411
	dic	590	981	1.571
	ene	595	698	1.293
	feb	585	782	1.367
Sub-total		2.934	3.758	6.692
Total		4.736	15.400	20.136

Así, considerando la captura total de langosta, se determinó que esta estuvo constituida por 1.802 ejemplares que correspondieron a individuos de talla comercial (13,4%), de los cuales 1.317 (9,8%) correspondieron a machos y 485 (3,6%) a hembras, mientras que 11.642 fueron clasificadas como no comerciales, de las cuales 8.113 (60,3%) correspondieron a machos, 2.926 (21,8%) a hembras y 603 (4,5%) a hembras ovíferas (Fig. 29). En tanto, en cangrejo dorado se obtuvo que 2.934

(43,8%) ejemplares presentaron talla comercial (43,8%), de los cuales 2.930 (43,8%) correspondieron a machos y cuatro (0,1%) a hembras mientras que 3.758 (56,2%) fueron clasificadas como no comerciales, de las cuales 3.635 (54,3%) correspondieron a machos, 119 (1,8%) a hembras y cuatro (0,1%) a hembras ovíferas (Fig. 30). Cabe señalar que en este último recurso, tanto las hembras sin huevos como aquellas portadoras de huevos fueron devueltas al mar, independiente si estas alcanzaban el tamaño comercial.

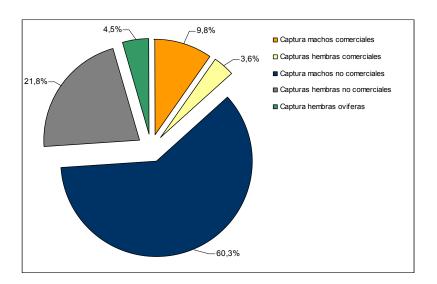


Figura 29. Composición de las capturas de langosta de Juan Fernández.

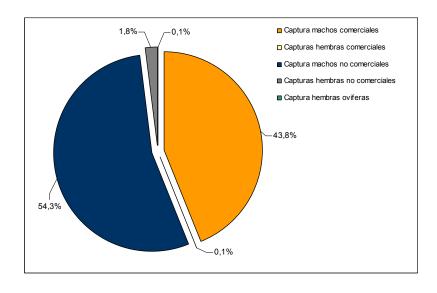


Figura 30. Composición de las capturas de cangrejo dorado.

Al analizar las capturas de langosta de Juan Fernández por embarcación, se determinó que el bote con mayor captura de individuos comerciales correspondió al N°54 con 765 (42,5%) individuos, en tanto las capturas no comerciales fueron mayormente obtenidas por el bote N°31 con 5.112 (43,9%) ejemplares. Por otra parte, la captura más baja y considerando igualmente langostas con tamaños sobre y bajo la talla mínima legal, se registró en el bote N°23 con 440 (24,4%) y 2.275 (19,5%) individuos, respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7
Ejemplares comerciales y no comercial de langosta de Juan Fernández por bote y mes (octubre 2009-enero 2010).

				Mes/año			
Captura	Bote	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Total
Comercial	23	42	65	75	139	119	440
	31	19	116	226	166	70	597
	54	48	117	178	146	276	765
Sub-total		109	298	479	451	465	1.802
No comercial	23	175	297	367	631	805	2.275
	31	490	1.335	1.660	833	794	5.112
	54	325	789	1.031	801	1.309	4.255
Sub-total		990	2.421	3.058	2.265	2.908	11.642
Total		1.099	2.719	3.537	2.716	3.373	13.444

En cangrejo dorado se determinó que para los individuos de talla comercial el mayor aporte a la captura total lo realizó el bote N°54 con 1.656 (56,4%) ejemplares, en tanto el menor lo registró la embarcación N°144 con 122 (4,2%) individuos. Cabe destacar, que la embarcación que obtuvo la mayor captura de individuos clasificados como no comerciales, correspondió a la N°23 con 1.634 (43,5%), seguida por los botes N°157, N°54 y N°144 con 1.149 (30,6%), 904 (24,1%) y 71 (1,9%) ejemplares respectivamente (Tabla 8).

Al analizar por profundidad, se observó que tanto las capturas comerciales como no comerciales de langosta se obtuvieron en ambos casos en el rango de profundidad 100-130 m, seguida en importancia por el rango de 150-160 m (Tabla 9 y Fig. 31). Por otro lado, en cangrejo dorado se observó que las mayores capturas tanto de individuos comerciales como no comerciales se registraron a partir de los 400 m de profundidad, concentrándose en mayor medida entre 400-420 m y declinando después de los 500 m de profundidad, para así volver a obtener capturas elevadas en el rango de 540 a 560 m (Tabla 10 y Fig. 32).

Tabla 8
Ejemplares comerciales y no comercial de cangrejo dorado por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes/año			
Captura	Bote	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Total
Comercial	23	90	124	94	18	85	411
	54	372	578	153	349	204	1.656
	144	-	-	-	31	91	122
	157	-	-	343	197	205	745
Sub-total		462	702	590	595	585	2.934
No comercial	23	328	406	445	159	296	1.634
	54	260	303	89	145	107	904
	144	-	-	-	13	58	71
	157	-	-	447	381	321	1.149
Sub-total		588	709	981	698	782	3.758
Total		1.050	1.411	1.571	1.293	1.367	6.692

Tabla 9

Captura comercial y no comercial de langosta de Juan Fernández por rango de profundidad.

Profundidad (m)	Captura comercial	Captura no comercial	Total	% comercial
0-10	18	142	160	11,3
10-20	22	137	159	13,8
20-30	15	72	87	17,2
30-40	62	324	386	16,1
40-50	31	194	225	13,8
50-60	104	534	638	16,3
60-70	102	603	705	14,5
70-80	75	407	482	15,6
80-90	105	911	1.016	10,3
90-100	41	287	328	12,5
100-110	342	2.207	2.549	13,4
110-120	271	1.579	1.850	14,6
120-130	142	872	1.014	14,0
130-140	49	407	456	10,7
140-150	91	637	728	12,5
150-160	254	1.791	2.045	12,4
160-170	69	504	573	12,0
170-180	9	34	43	20,9
Total	1.802	11.642	13.444	13,4

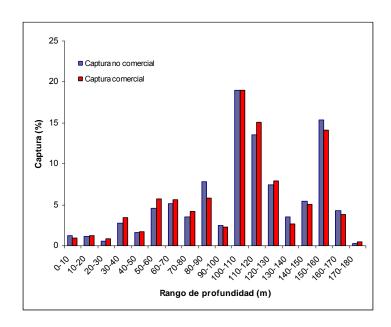


Figura 31. Captura comercial y no comercial de langosta de Juan Fernández por rango de profundidad.

Tabla 10

Captura comercial y no comercial de cangrejo dorado por rango de profundidad.

Profundidad (m)	Captura comercial	Captura no comercial	Total	% comercial
200-220	4	2	6	66,7
220-240	0	0	0	-
240-260	0	0	0	-
260-280	0	0	0	-
280-300	33	11	44	75,0
300-320	104	56	160	65,0
320-340	26	30	56	46,4
340-360	78	23	101	77,2
360-380	0	0	0	-
380-400	53	71	124	42,7
400-420	1.088	1.075	2.163	50,3
420-440	150	357	507	29,6
440-460	314	480	794	39,5
460-480	305	631	936	32,6
480-500	225	425	650	34,6
500-520	195	73	268	72,8
520-540	95	70	165	57,6
540-560	264	454	718	36,8
Total	2.934	3.758	6.692	43,8

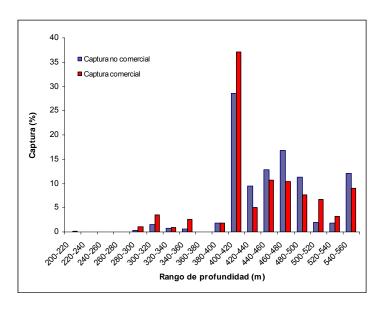


Figura 32. Captura comercial y no comercial de cangrejo dorado por rango de profundidad.

Al analizar las capturas de *Jasus frontalis* de acuerdo al tamaño de los dispositivo de escape, se determinó que las trampas control concentraron las mayores capturas tanto de individuos de talla comercial como de aquellos bajo la talla mínima legal con 677 (37,6%) y 6.598 (56,7%) individuos, respectivamente. Cabe destacar que las capturas comerciales disminuyeron en la medida que se incrementó el tamaño del dispositivo, obteniéndose así capturas entre 58 (3,2%) individuos en trampas con aberturas de 90 mm de diámetro y 677 (37,6%) ejemplares capturados en las trampas control (Tabla 11).

Situación similar se registró para las capturas no comerciales, aunque esta vez la diferencia entre individuos capturados en las trampas control en comparación con aquellas con dispositivos de escape fue mucho más notoria, considerando que las trampas control registraron una captura de 6.598 (56,7%) ejemplares contra 3.212 (27,6%) individuos capturados en trampas con dispositivos de 80 mm, y disminuyendo más aún en la medida que aumentó el diámetro de la abertura circular. Lo indicado anteriormente da cuenta de la baja retención de ejemplares no comerciales en las trampas equipadas con dispositivos de escape (Tabla 11).

En cangrejo dorado las capturas de individuos sobre y bajo la talla comercial no presentaron diferencias significativas entre las trampas control y aquellas con dispositivos de escape. Sin embargo, destacó la baja proporción de individuos no comerciales capturados por las trampas con dispositivo de

115 mm de diámetro, que correspondió a 602 (14,9%) a diferencia de los 1.126 (30,4%) individuos capturados por la trampa con dispositivo de 105 mm de diámetro (Tabla 12).

Tabla 11

Número de individuos de langosta de Juan Fernández capturados por dispositivo y mes

(octubre 2009-febrero 2010).

				Mes/año			
Captura	Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Total
Comercial	CL	50	107	170	176	174	677
	L1	23	87	159	159	146	574
	L2	21	74	137	116	145	493
	L3	15	30	13	-	-	58
Sub-total		109	298	479	451	465	1.802
No comercial	CL	749	1.561	1.500	1.133	1.655	6.598
	L1	133	530	1.036	756	757	3.212
	L2	75	252	465	376	496	1.664
	L3	33	78	57	-	-	168
Sub-total		990	2.421	3.058	2.265	2.908	11.642
Total		1.099	2.719	3.537	2.716	3.373	13.444

CL: Trampa control

Tabla 12

Número de individuos de cangrejo dorado capturados por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes/año			
Captura	Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Total
Comercial	СС	224	187	148	227	158	944
	D1	79	160	163	100	130	632
	D2	85	193	132	145	115	670
	D3	74	162	147	123	182	688
Sub-total		462	702	590	595	585	2.934
No comercial	cc	231	158	281	216	185	1.071
	D1	157	235	305	174	255	1.126
	D2	133	206	245	171	204	959
	D3	67	110	150	137	138	602
Sub-total	•	588	709	981	698	782	3.758
Total		1.050	1.411	1.571	1.293	1.367	6.692

CC: Trampa control

L1: Trampa con dispositivo de 80 mm

L2: Trampa con dispositivo de 85 mm

L3: Trampa con dispositivo de 90 mm

D1: Trampa con dispositivo de 105 mm

D2: Trampa con dispositivo de 110 mm

D3: Trampa con dispositivo de 115 mm

En términos de captura por dispositivo de escape, se observó que tanto el dispositivo de 85 mm como el de 90 mm de diámetro, registraron capturas de machos no comerciales menores a las obtenidas con las trampas control y dispositivo de 80 mm. Por otra parte, la captura de hembras oviferas es variable entre trampas control y con dispositivo, lo que puede ser atribuido a que no existe diferenciación de tallas, es decir, todas son consideradas como ejemplares no comerciales independiente de que alcancen el tamaño mínimo legal. No obstante, las trampas con dispositivo presentan menor proporción de hembras oviferas que las trampas utilizadas como control. En la captura de machos y hembras comerciales se observó un aumento directamente proporcional al tamaño del dispositivo (Fig. 33).

En cangrejo dorado las capturas de hembras con y sin presencia de huevos tanto en trampas con dispositivo como en las utilizadas como control no fueron significativas (menores a 2,7%). En cuanto a la captura de machos bajo talla comercial no se evidenció con claridad diferencias entre trampas con dispositivo y control a excepción de aquellas con dispositivo de 115 mm de diámetro que presentaron proporciones de capturas menores al 50% (Fig. 34).

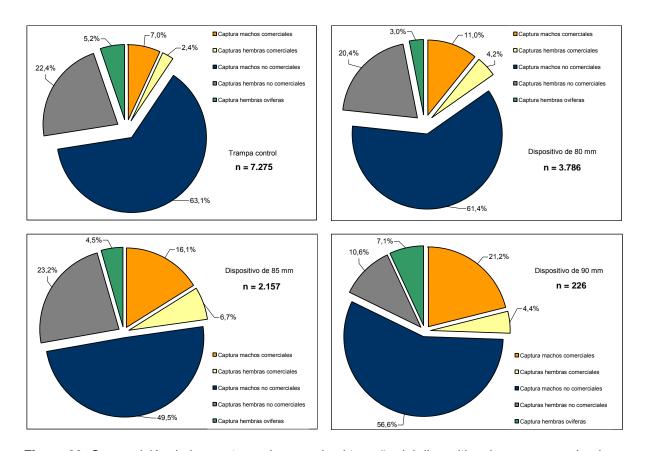


Figura 33. Composición de las capturas de acuerdo al tamaño del dispositivo de escape empleado en la langosta de Juan Fernández.

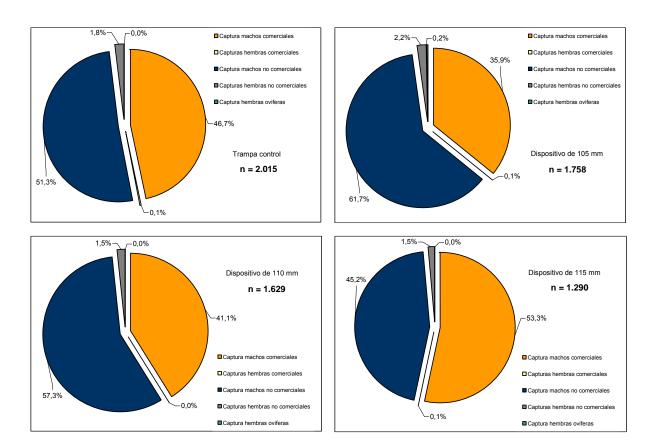


Figura 34. Composición de las capturas de acuerdo al tamaño del dispositivo de escape empleado en el cangrejo dorado.

Esfuerzo

En las faenas de experimentación con dispositivos de escape, en ambas pesquerías participaron cinco botes (N°23, N°31, N°54, N°144 y N°157), los cuales realizaron un total de 163 salidas de pesca, empleándose para ello 81 trampas en langosta y 30 en cangrejo dorado. En el caso de la langosta fueron utilizadas 29 trampas control, 19 con dispositivo de 80 mm, 18 con dispositivo de 85 mm y 15 con dispositivo de 90 mm de diámetro (Tabla 13). Mientras tanto, en cangrejo dorado se utilizaron siete trampas control, ocho con dispositivo de 105 mm, siete con dispositivo de 110 mm y ocho con dispositivo de 115 mm de diámetro (Tabla 14).

En este sentido, cabe destacar que las trampas correspondientes a langosta fueron revisadas en 2.437 ocasiones, con la mayor cantidad de revisiones realizadas por la embarcación N°31 (859 veces). En tanto, en el cangrejo dorado las trampas se revisaron en 300 oportunidades, siendo la nave más representativa la N°54, con 116 revisiones (Tabla 15).

Tabla 13

Número de trampas control y con dispositivo empleadas por bote en las pesquerías de langosta de Juan Fernández.

Bote (N°)	CL	L1	L2	L3	Total
23	5	7	6	6	24 25
54 31	5 19	8 4	8 4	5	25 32
Total	29	19	18	15	81

CL: Trampa control

L2: Trampa con dispositivo de 110 mm

L1: Trampa con dispositivo de 105 mm

L3: Trampa con dispositivo de 115 mm

Tabla 14

Número de trampas control y con dispositivo empleadas por bote en las pesquerías de cangrejo dorado.

Bote (N°)	CC	D1	D2	D3	Total
23	1	1	1	1	4
54	3	2	3	2	10
144	1	3	1	3	8
157	2	2	2	2	8
Total	7	8	7	8	30

CC: Trampa control

D2: Trampa con dispositivo de 110 mm

D1: Trampa con dispositivo de 105 mm

D3: Trampa con dispositivo de 115 mm

Tabla 15

Trampas revisadas por bote en cangrejo dorado y langosta de Juan Fernández (octubre 2009-febrero 2010).

Recurso	23	31	54	144	157	Total
Cangrejo dorado	69	-	116	20	95	300
Langosta de Juan Fernández	743	859	835	-	-	2.437
Total	812	859	951	20	95	2.737

El tiempo de reposo promedio por bote en cangrejo dorado fluctuó entre 5,32 y 8,80 días, presentando tiempos de reposo promedio global de 7,18 días. Al analizar por mes, se observó que durante enero y febrero se registraron los tiempos de reposo más elevados (8,78 y 7,96 días respectivamente) (Tabla 16), lo cual coincide con días en los que se presentaron condiciones ambientales desfavorables para la revisión de las trampas. En tanto, al analizar por dispositivo se determinó que el tiempo de reposo promedio en las capturas varió entre 6,96 y 7,41 días (Tabla 17).

Tabla 16

Tiempo de reposo en días, por bote y mes en cangrejo dorado (octubre 2009-febrero 2010).

			Mes/año			
Bote (N°)	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (días)
23	4,28	5,85	5,58	10,6	10,1	6,65
54	6,32	7,75	13,0	9,78	11,1	8,70
144	-	-	-	14,0	6,58	8,27
157	-	-	4,98	6,98	4,96	5,59
Promedio (días)	5,50	7,04	6,42	8,78	7,96	7,18

Tabla 17
Tiempo de reposo en días, por dispositivo y mes en cangrejo dorado (octubre 2009-febrero 2010).

			Mes/año			
Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (días)
СС	5,16	7,36	6,36	9,27	8,59	7,28
D1	6,29	6,86	6,38	8,49	7,70	7,09
D2	5,36	7,03	6,70	8,58	6,66	6,96
D3	5,52	6,90	6,21	8,52	8,90	7,41
Promedio (días)	5,50	7,04	6,42	8,78	7,96	7,18

CC: Trampa control

D1: Trampa con dispositivo de 105 mm

D2: Trampa con dispositivo de 110 mm

D3: Trampa con dispositivo de 115 mm

En langosta de Juan Fernández el tiempo de reposo promedio por embarcación estuvo comprendido entre 3,48 y 4,25 días. En términos mensuales, se determinó que los valores más altos se registraron durante enero y octubre, con 4,70 y 3,66 días respectivamente (Tabla 18). En cuanto al análisis por dispositivo, se observó que el tiempo de reposo promedio estuvo comprendido entre 3,56 y 3,70 días, con un promedio general de 3,66 días (Tabla 19).

Tabla 18

Tiempo de reposo en días, por bote y mes en langosta de Juan Fernández (octubre 2009-febrero 2010).

			Mes/año			
Bote (N°)	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (días)
23	4,13	3,90	3,89	4,38	4,51	4,25
31	3,42	3,09	2,99	5,07	3,39	3,48
54	3,66	3,64	2,90	4,57	3,28	3,53
Promedio (días)	3,66	3,39	3,09	4,70	3,65	3,66

Tabla 19

Tiempo de reposo en días, por bote y mes en langosta de Juan Fernández (octubre 2009-febrero 2010).

		Mes/año								
Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (días)				
CL	3,52	3,40	3,12	4,88	3,61	3,67				
L1	4,03	3,35	3,08	4,41	3,70	3,63				
L2	3,77	3,37	3,02	4,75	3,70	3,70				
L3	4,02	3,53	3,13	-	-	3,56				
Promedio (días)	3,66	3,39	3,09	4,70	3,65	3,66				

CL: Trampa control

L1: Trampa con dispositivo de 80 mm

L2: Trampa con dispositivo de 85 mm

L3: Trampa con dispositivo de 90 mm

Cabe destacar, que la cantidad de trampas de langosta en las que se registro captura fue de 1.920 (78,8%), y se presentó en mayor medida en los rangos de profundidad 100-130 y 150-160 m, lo cual coincide con los mayores niveles de captura obtenidos en estos mismos rangos batimétricos. Mientras que en 517 (21,2%) revisiones no se encontraron ejemplares (Tabla 20 y Fig. 35). En cangrejo dorado sólo en una trampa no se registró individuos, mientras que en las 190 trampas restantes entre los rangos de profundidad 400-410 y 450-460 m se presentó el mayor número de trampas con captura, lo que coincide con las capturas mas elevadas en este mismo rango batimétrico.

Tabla 20

Cantidad de trampas revisadas con y sin captura de ejemplares de langosta de Juan Fernández por rango de profundidad.

Profundidad (m)	Con captura	Sin captura	Total
0-10	54	53	107
10-20	56	60	116
20-30	33	51	84
30-40	103	60	163
40-50	44	26	70
50-60	113	32	145
60-70	95	26	121
70-80	84	23	107
80-90	138	34	172
90-100	60	18	78
100-110	312	30	342
110-120	196	13	209
120-130	145	26	171
130-140	53	13	66
140-150	107	13	120
150-160	255	28	283
160-170	65	10	75
170-180	7	1	8
Total	1.920	517	2.437

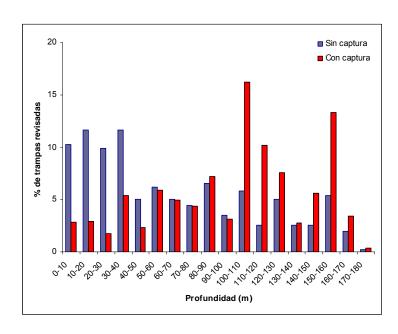


Figura 35. Número de trampas revisadas con y sin captura de ejemplares de langosta de Juan Fernández por profundidad.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

En langosta, se observó que la CPUE determinada sobre la base del número de trampas revisadas e individuos comerciales, presentó una tendencia ascendente en el transcurso de los meses analizados. Así, este indicador fluctúo entre 0,55 (octubre) y 1,32 (enero) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 0,94 ind trampa⁻¹, mientras que en el caso de captura de ejemplares no comerciales esta fluctúo entre 5,03 (octubre) y 8,28 (febrero) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 6,06 ind trampa⁻¹. De igual forma, se determinó que en términos comparativos por embarcación y en el caso de las capturas comerciales de langosta, la CPUE por bote fluctúo entre 0,83 (N°31) y 1,11 (N°54) ind trampa⁻¹, en tanto que en capturas no comerciales la CPUE fluctúo entre 4,46 (N°23) y 7,07 (N°31) ind trampa⁻¹ (Tabla 21).

Por otra parte, como unidad de esfuerzo la trampa considerando adicionalmente el tiempo de reposo, se observó que la captura comercial presentó una tendencia ascendente en los meses analizados registrándose el mayor valor durante febrero (0,35 ind trampa día⁻¹). De igual forma, y al analizar los ejemplares no comerciales, se determinó que el mayor valor de CPUE se registró en febrero con 2,28 ind trampa día⁻¹ (Tabla 22).

Tabla 21
Captura comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de langosta de Juan Fernández por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
Captura por trampa	Bote (n°)	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa ⁻¹)
Comercial	23	0,62	0,65	0,65	1,29	1,01	0,86
	31	0,33	0,61	0,86	1,19	0,97	0,83
	54	0,68	0,90	0,89	1,17	1,71	1,11
Promedio (ind trampa ⁻¹)		0,55	0,71	0,83	1,21	1,32	0,94
No comercial	23	2,57	2,97	3,16	5,84	6,82	4,46
	31	8,45	6,99	6,34	5,95	11,0	7,07
	54	4,58	6,07	5,16	6,41	8,13	6,19
Promedio (ind trampa ⁻¹)	•	5,03	5,75	5,29	6,07	8,28	6,06
Promedio general (ind trampa ⁻¹)		5,58	6,46	6,12	7,28	9,61	7,00

Tabla 22

Captura comercial por trampa y días de reposo (ind trampa días⁻¹) de langosta de Juan Fernández por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año]
CPUE por dia de reposo	Bote (N°)	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa días ⁻¹)
Comercial	23	0,14	0,16	0,16	0,29	0,23	0,20
	31	0,10	0,21	0,28	0,23	0,23	0,22
	54	0,18	0,24	0,30	0,23	0,51	0,30
Promedio (ind trampa ⁻¹)		0,14	0,20	0,26	0,25	0,35	0,24
No comercial	23	0,64	0,79	0,81	1,33	1,50	1,05
	31	2,49	2,24	2,13	1,18	3,33	2,05
	54	1,24	1,66	1,78	1,42	2,49	1,76
Promedio (ind trampa ⁻¹)		1,40	1,71	1,73	1,30	2,28	1,67
Promedio general (ind trampa ⁻¹)		1,54	1,91	1,99	1,55	2,64	1,92

En cangrejo dorado la CPUE determinada sobre la base del número de trampas e individuos comerciales capturados fluctúo entre 8,7 (diciembre) y 13,2 (noviembre) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 9,81 ind trampa⁻¹, mientras que en el caso de captura no comerciales esta fluctúo entre 10,7 (enero) y 14,4 (diciembre), con un promedio global de 12,6 ind trampa⁻¹. De igual forma, se determinó en el caso de las capturas comerciales de cangrejo dorado que la CPUE por bote fluctúo entre 5,96 (N°23) y 14,4 (N°54) ind trampa⁻¹, mientras que en capturas no comerciales fluctúo entre 3,55 (N°144) y 23,7 (N°23) ind trampa⁻¹ (Tabla 23).

Al determinar la CPUE de ejemplares comerciales considerando el tiempo de reposo, se registraron valores entre 1,14 y 2,10 ind trampa día⁻¹ en el caso de la captura total y entre 0,99 y 1,78 ind trampa día⁻¹. La embarcación que registró el mayor valor de CPUE correspondió al bote N°54 con 1,64 ind trampa día⁻¹ en capturas comerciales, en tanto en las no comerciales el bote con mayor valor fue el N°23 con 3,60 ind trampa día⁻¹ (Tabla 24).

Tabla 23
Captura no comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de cangrejo dorado por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
Captura por trampa	Bote (N°)	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa ⁻¹)
Comercial	23	6,92	8,27	4,48	2,25	7,08	5,96
	54	11,3	15,2	17,0	17,5	13,6	14,4
	144	-	-	-	5,17	6,50	6,10
	157	-	-	9,03	6,35	7,88	7,84
Promedio (ind trampa ⁻¹)		10,0	13,2	8,68	9,15	8,73	9,81
No comercial	23	25,2	27,1	21,2	19,9	24,7	23,7
	31	7,88	7,97	9,89	7,25	7,13	7,86
	144	-	-	-	2,17	4,14	3,55
	54	-	-	11,8	12,3	12,3	12,1
Promedio (ind trampa ⁻¹)		12,8	13,4	14,4	10,7	11,7	12,6
Promedio general (ind trampa ⁻¹)		22,8	26,6	23,1	19,9	20,4	22,4

Tabla 24Captura no comercial por trampa (ind trampa días⁻¹) de cangrejo dorado por bote y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
CPUE por dia de reposo	Bote (N°)	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa días ⁻¹)
Comercial	23	1,64	1,40	0,74	0,21	0,63	0,86
	54	1,78	1,96	1,31	1,77	1,21	1,64
	144	-	-	-	0,37	0,99	0,72
	157	-	-	1,58	0,89	1,47	1,31
Promedio (ind trampa ⁻¹)		1,70	1,78	1,13	0,99	1,03	1,26
No comercial	23	5,89	4,65	3,87	1,88	2,54	3,60
	31	1,25	1,03	0,76	0,76	0,65	0,92
	144	-	-	-	0,15	0,63	0,45
	54	-	-	2,66	1,78	2,63	2,27
Promedio (ind trampa ⁻¹)		2,47	2,01	2,54	1,28	1,54	1,88
Promedio general (ind trampa ⁻¹)		4,17	3,79	3,67	2,27	2,57	3,14

Al analizar por tamaño de dispositivo, se observó que en capturas comerciales por trampa de langosta entre las trampas utilizadas como control y en las que se implementaron los dispositivos la CPUE promedio fluctuó entre 0,75 (L3) y 1,01 (L2) ind trampa⁻¹. En cuanto a la captura no comercial de las trampas con dispositivo contra las utilizadas como control se observó que la CPUE es inversamente proporcional al tamaño del dispositivo, la que en promedio fluctuó entre 8,76 (CL) y 2,18 (L3) ind trampa⁻¹, observándose una clara diferencia entre las trampas con dispositivo *versus* las utilizadas como control (Tabla 25).

En tanto, al analizar los rendimientos sobre la base del tiempo de reposo y la captura comercial, se observó que este indicador presentó similitud en sus valores, fluctuando entre 0,22 (L3) y 0,26 (L2) ind trampa día⁻¹. En cuanto a las capturas no comerciales, se determinó que la CPUE disminuyó en la medida que aumentó la abertura del dispositivo; así, el mayor valor fue registrado en trampas control con 2,40 ind trampa día⁻¹ y el menor en dispositivo de escape L3 con 0,62 ind trampa día⁻¹ (Tabla 26)

Tabla 25

Captura comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de langosta de Juan Fernández por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
Captura por trampa	Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa ⁻¹)
Comercial	CL	0,56	0,60	0,80	1,25	1,32	0,90
	L1	0,50	0,78	0,77	1,23	1,35	0,96
	L2	0,58	0,78	0,95	1,13	1,31	1,01
	L3	0,60	0,83	0,81	-	-	0,75
Promedio (ind trampa ⁻¹)		0,55	0,71	0,83	1,21	1,32	0,94
No comercial	CL	8,32	8,77	7,08	8,04	12,5	8,76
	L1	2,89	4,73	5,03	5,86	7,01	5,34
	L2	2,08	2,65	3,23	3,65	4,47	3,40
	L3	1,32	2,17	3,56	-	-	2,18
Promedio (ind trampa ⁻¹)	<u> </u>	5,03	5,75	5,29	6,07	8,28	6,06
Promedio general (ind tram	pa ⁻¹)	5,58	6,46	6,12	7,28	9,61	7,00

CL: Trampa control

L1: Trampa con dispositivo de 80 mm

L2: Trampa con dispositivo de 85 mm

L3: Trampa con dispositivo de 90 mm

Tabla 26

Captura comercial por trampa y días de reposo (ind trampa días⁻¹) de langosta de Juan Fernández por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
Captura por día	Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa días ⁻¹)
Comercial	CL	0,15	0,18	0,25	0,26	0,36	0,24
	L1	0,12	0,22	0,24	0,26	0,36	0,25
	L2	0,16	0,23	0,31	0,21	0,34	0,26
	L3	0,15	0,25	0,25	-	-	0,22
Promedio (ind trampa día ⁻¹)		0,14	0,20	0,26	0,25	0,35	0,24
No comercial	CL	2,38	2,58	2,28	1,64	3,48	2,40
	L1	0,73	1,45	1,66	1,35	1,91	1,50
	L2	0,57	0,80	1,09	0,79	1,22	0,94
	L3	0,33	0,61	1,13	-	-	0,62
Promedio (ind trampa día ⁻¹)	Promedio (ind trampa día ⁻¹)		1,71	1,73	1,30	2,28	1,67
Promedio general (ind tram	pa día ⁻¹)	1,54	1,91	1,99	1,55	2,64	1,92

CL: Trampa control

En cangrejo dorado, se observó que la CPUE entre las trampas utilizadas como control y en las que se implementaron los dispositivos el promedio fluctuó entre 9,56 (D3) y 10,6 (CC) ind trampa⁻¹. En cuanto a la captura no comercial de las trampas con dispositivo contra las utilizadas como control se observó que la CPUE en promedio fluctuó entre 8,36 (D3) y 18,2 (D1) ind trampa⁻¹, observándose una leve diferencia entre trampas utilizadas como control y con dispositivo de 110, mientras que las que cuentan con aberturas de 115 mm de diámetro la diferencia es mas amplia.

En tanto, entre dispositivos destaca la alta diferencia entre las trampas con aberturas circulares de 105 y 110 mm con respecto de las que utilizaron dispositivos de 115 mm de diámetro, dejando en evidencia que este último permitiría el escape de individuos bajo talla (Tabla 27). En tanto, al analizar la CPUE (ind trampa día⁻¹) se determinó que los valores se mantuvieron entre 1,17 y 1,33 ind trampa día⁻¹ en las capturas comerciales, y entre 1,23 y 2,69 ind trampa día⁻¹ en capturas no comerciales, siendo este último el valor más alto registrado en trampas con dispositivos D1 (105 mm de diámetro) (Tabla 28).

L1: Trampa con dispositivo de 80 mm

L2: Trampa con dispositivo de 85 mm L3: Trampa con dispositivo de 90 mm

Tabla 27Captura no comercial por trampa (ind trampa⁻¹) de cangrejo dorado por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
Captura por trampa	Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa ⁻¹)
Comercial	СС	13,2	12,5	8,71	8,73	11,3	10,6
	D1	11,3	14,5	9,59	10,0	7,65	10,2
	D2	7,08	12,9	7,76	9,06	7,19	8,82
	D3	7,40	13,5	8,65	9,46	9,10	9,56
Promedio (ind trampa ⁻¹)		10,0	13,2	8,68	9,15	8,73	9,81
No comercial	СС	13,6	10,5	16,5	8,3	13,2	12,0
	D1	22,4	21,4	17,9	17,4	15,0	18,2
	D2	11,1	13,7	14,4	10,7	12,8	12,6
	D3	6,70	9,17	8,82	10,5	6,90	8,36
Promedio (ind trampa ⁻¹)	Promedio (ind trampa ⁻¹)		13,4	14,4	10,7	11,7	12,6
Promedio general (ind tram	pa ⁻¹)	22,8	26,6	23,1	19,9	20,4	22,4

CC: Trampa control

Tabla 28

Captura no comercial por trampa y días de reposo (ind trampa días⁻¹) de cangrejo dorado por dispositivo y mes (octubre 2009-febrero 2010).

				Mes / año			
Captura por día	Dispositivo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Promedio (ind trampa días ⁻¹)
Comercial	СС	2,47	1,62	1,05	0,88	1,24	1,33
	D1	1,49	2,03	1,33	1,20	0,90	1,32
	D2	1,21	1,69	0,97	1,04	1,11	1,17
	D3	1,24	1,87	1,21	1,03	0,99	1,20
Promedio (ind trampa día ⁻¹)		1,70	1,78	1,13	0,99	1,03	1,26
No comercial	СС	2,72	1,51	3,08	0,97	1,62	1,81
	D1	3,97	3,21	3,03	2,03	2,06	2,69
	D2	2,20	2,12	2,41	1,26	1,88	1,92
	D3	1,34	1,42	1,67	1,33	0,80	1,23
Promedio (ind trampa día ⁻¹)		2,47	2,01	2,54	1,28	1,54	1,88
Promedio general (ind tram	pa día ⁻¹)	4,17	3,79	3,67	2,27	2,57	3,14

CC: Trampa control

D2: Trampa con dispositivo de 110 mm

D1: Trampa con dispositivo de 105 mm

D3: Trampa con dispositivo de 115 mm

D2: Trampa con dispositivo de 110 mm

D1: Trampa con dispositivo de 105 mm

D3: Trampa con dispositivo de 115 mm

Objetivo N°1

Determinar la mortalidad provocada en los ejemplares bajo la talla mínima legal y en hembras ovíferas en la pesquería de la langosta, debido a su captura y posterior liberación, dada la normativa legal vigente.

Langosta de Juan Fernández

Para la determinación de la mortalidad de los ejemplares bajo la talla mínima legal y de hembras ovíferas debido al diferencial de presión entre la superficie y el sustrato y a la manipulación a bordo de las embarcaciones, se procedió inicialmente a acondicionar las trampas que serían utilizadas para tal efecto. Estas, se mantuvieron completamente cerradas a fin de evitar el ingreso y posible salida de individuos, adicionalmente se eliminó el túnel que comunica las cámaras a fin de obtener un libre tránsito hacia el lugar donde se incorporó la carnada.

Se identificaron tres zonas de pesca que constituyeron caladeros o "marcas" habituales de las naves participantes del proyecto y en las cuales se realizaron las pruebas de mortalidad. En estas zonas se trabajó inicialmente en torno a los 50 m, considerando que esta forma parte de la profundidad inicial utilizada por los pescadores en los comienzos de temporada. Posteriormente, y una vez finalizadas las revisiones en estas zonas, se procedió a mover las trampas a profundidades cercanas a los 100 m (Fig. 36).

La recolección de los ejemplares a utilizar en las pruebas de mortalidad (machos, hembras y hembras con huevos) se realizó en la salida de pesca correspondiente al día en el cual se efectuó el calado de las trampas, escogiendo a aquellos individuos que registraron las mejores condiciones en cuanto a presencia de apéndices, movilidad y reacción. Cabe indicar que inicialmente y en torno a los 50 m se utilizaron menos de 30 unidades en hembras sin huevos debido a que por su tamaño quedaban sin espacio al interior de la trampa; en tanto, en los 100 m se trabajó con 30 unidades. Las hembras con huevos se recolectaron dependiendo de su presencia en el lance de pesca respectivo. En cuanto a las tallas de los ejemplares, se seleccionó un amplio rango para cada uno de los sexos analizados, con individuos de hasta 138 mm de longitud cefalotorácica (Tabla 29).

A cada una de las trampas se les incorporó alimento en base a breca (*Nemadactylus gayi*), jurel (*Pseudocaranx chilensis*), anguila (*Gymnothorax porphyreus*) o vidriola (*Seriola lalandi*), con la finalidad de evitar el canibalismo entre los ejemplares. Posterior al encarnado, se procedió al calado de las trampas en los sectores seleccionados.

El tiempo de reposo de las trampas correspondió al comúnmente utilizado en la pesquería de langosta, el cual estuvo en promedio en torno a los 3,9 días en trampas caladas a 50 m y en 3,3 días en aquellas caladas a 100 m. Cabe considerar, que los tiempos de reposo variaron dependiendo de las condiciones climáticas imperantes en las zonas de estudio.

Tabla 29

Rangos de talla de langosta de Juan Fernández utilizados en experimentación de mortalidad

		Machos		Hembras		Hembras con huevos	
	Zona	Rango (mm)	Media (mm)	Rango (mm)	Media (mm)	Rango (mm)	Media (mm)
50 m	Zona 1	69 - 99	89	80 - 97	89	81 - 100	86
	Zona 2	78 - 96	88	78 - 94	87	-	-
	Zona 3	74 - 99	93	80 - 97	88	80 - 98	90
100 m	Zona 1	80 - 96	90	72 - 99	90	83 - 97	89
	Zona 2	61 - 97	90	69 - 98	89	74 - 138	90
	Zona 3	73 - 97	89	71 - 97	86	75 - 112	88

Las trampas utilizadas fueron izadas en cinco oportunidades (cinco salidas de pesca) y en cada una de ellas se revisó la condición de los ejemplares y se contabilizó la cantidad de muertos. Cabe destacar que al momento del virado y una vez la trampa ubicada a bordo de la embarcación se produjo un tiempo de exposición al aire de los ejemplares en torno a los cinco minutos, momento en el cual se procedió a contabilizar, revisar los individuos y proceder al encarnado de la trampa, todo lo cual fue traducido en una mínima manipulación de los ejemplares en cubierta, de manera tal que esto no influyera en los resultados en la estimación de la mortalidad por efecto del diferencial de presión entre la superficie y el sustrato.

En cuanto a la condición de los ejemplares en cada revisión, se apreció que los individuos, tanto machos como hembras, no presentaron variaciones en su condición física atribuibles a disputas territoriales o bien ante la presencia de depredadores en todas las zonas (1, 2 y 3) y profundidades analizadas (50 y 100 m, respectivamente). Sin embargo, al momento de hacer un nuevo calado de las trampas con los individuos en su interior, se produjo roce con la borda de la embarcación, lo cual en la mayoría de los casos provocó en algunos ejemplares la pérdida de apéndices.

En tanto, al evaluar la condición de las hembras con huevos se observó que estas en cada revisión registraron pérdida de masa ovífera debido a la manipulación a bordo de la embarcación. Esta, se manifestó principalmente al momento de hacer la contabilización de los individuos, los cuales reaccionaron con sus habituales coletazos provocando que parte de su masa ovífera se desprendiera y quedara sobre los listones de la trampa.

En cuanto a la mortalidad en las langosta y considerando la primera profundidad de trabajo, se determinó que en la zona 1 en torno a los 64 m y con un tiempo de reposo de seis días, se registró en los machos una mortalidad de un 6,1% (dos ejemplares menos a los incorporados originalmente en la trampa). En tanto, en las hembras y hembras con huevos en esta misma zona no se encontraron ejemplares muertos. De igual forma y considerando las zonas 2 y 3 con las trampas caladas en torno a los 45 m, se observó que todas las langostas incorporadas originalmente se mantuvieron hasta el final de las cinco revisiones.

En tanto, en la segunda profundidad de trabajo, se determinó que en la zona 2 y en torno a los 91,5 m se registró en la primera revisión y al cabo de un tiempo de reposo de siete días mortalidad en machos y hembras, la cual correspondió a 10,0 y 13,3%, respectivamente. Las hembras con huevos de esta misma zona y profundidad no registraron individuos muertos. De igual forma, en las zonas 1 y 3 con trampas caladas en torno a los 91,5 y 109,8 m de profundidad no se registró mortalidad.

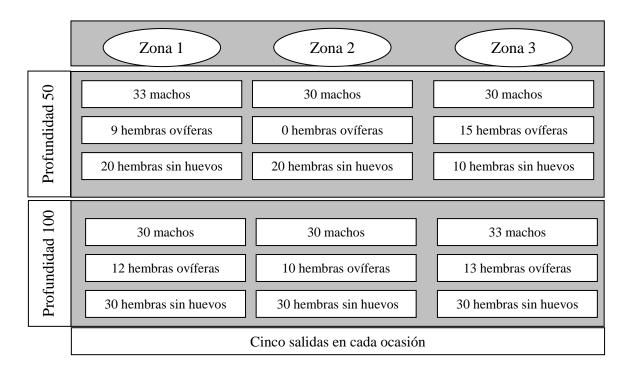


Figura 30. Número de ejemplares analizados por zona y profundidad en el experimento de mortalidad.

Cabe mencionar que la mortalidad registrada en la zona 2 (10,0 y 13,3% en machos y hembras, respectivamente) al cabo de la primera revisión, se atribuyó inicialmente a una posible intervención de predadores, tales como pulpo (*Octopus crusoe*) y/o morenas (*Gymnothorax porphyreus*). A raíz de lo anterior, las siguientes tres revisiones se realizaron con tiempo de reposo de

un día con la finalidad de evaluar realmente el efecto provocado por las diferencias de presión y descartar así presencia de depredadores en la trampa. Dado este esquema de trabajo no se produjo mortalidad en los individuos presentes en el interior de la trampa (machos, hembras y hembras con huevos).

Cangrejo dorado

En el caso del cangrejo dorado la experimentación de mortalidad se realizó en tres zonas, en profundidades que estuvieron comprendidas entre 450 y 500 m, y en lugares en los cuales se realizan comúnmente las faenas de pesca de este recurso. Se utilizó una trampa calada en línea doble y a la cual se le cerró la entrada a fin de evitar ingreso o salida de ejemplares y además se le eliminó el túnel que separa las cámaras para facilitar así el tránsito hacia la carnada.

Los cangrejos fueron seleccionados desde la misma faena de pesca, procurando siempre contar con aquellos provenientes de la última trampa revisada a fin de evitar exposición de los individuos al ambiente, especialmente en días de altas temperaturas. Cabe destacar que se utilizaron entre 15 y 20 machos para evitar sobrepoblación al interior de la trampa y así estos pudieran desplazarse al interior de ella sin inconvenientes. En cuanto a las tallas, se seleccionó un amplio rango que estuvo comprendido entre los 97 y 121 mm de longitud cefalotorácica con media de 107 mm.

Las trampas fueron revisadas en cinco oportunidades, con tiempos de reposo que promediaron 8,6 días y que dependieron principalmente de las condiciones ambientales, destacando que en este sentido, las embarcaciones se dirigieron a los caladeros con menor frecuencia en comparación con la langosta debido a la lejanía de las zonas de pesca y las condiciones imperantes en estos lugares (viento y corrientes). En cada una de ellas, se revisó la condición de los ejemplares y se contabilizó la cantidad de individuos vivos, retirando de la trampa aquellos ejemplares que se encontraron muertos. La duración de esta faena, incluyendo el encarnado de la trampa y posterior calado estuvo en torno a los 10 minutos.

De esta forma, se determinó que en la zona 1 con una profundidad de 494 m y luego de efectuar cinco revisiones, se registró una mortalidad de 15% (tres individuos menos que los originalmente dispuestos en la trampa). Al analizar la condición de los ejemplares se observó que todos aquellos que se mantuvieron al interior de la trampa presentaron todos sus apéndices en perfectas condiciones, a pesar que al igual que en el caso de la langosta los individuos se rozaron con la borda de la embarcación al momento de calar la trampa.

En la zona 2 se trabajó a una profundidad de 458 m y se registró una mortalidad de 53% (ocho individuos menos que los ingresados a la trampa originalmente). Al igual que en la zona 1 los ejemplares presentaron buena condición, manteniendo todos sus apéndices en perfectas condiciones.

Finalmente y en la zona 3 se realizaron solamente tres revisiones debido a las circunstancias acontecidas en el archipiélago de Juan Fernández a finales de febrero. En estas ocasiones se trabajó a una profundidad de 458 m y no se registró mortalidad. La condición de los ejemplares mantenidos al interior de las trampas no varió en relación a lo mencionado anteriormente.

Objetivo N°2

Diseñar y proponer dispositivos de escape en trampas adecuados para la captura de langosta de Juan Fernández y el cangrejo dorado, que permita el escape de ejemplares bajo la talla mínima legal (langosta) o que no cuentan con la talla mínima de comercialización (cangrejo dorado), y que a la vez aseguren la retención de aquellos aptos para ser desembarcados.

Secuencia seguida para el diseño de los dispositivos

a) Diseño de ventanas de escape

Se decidió la utilización de aberturas circulares para la utilización en trampas de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado (Fig. 37). Esto, en base a que estos dispositivos son los más comúnmente usados en las experimentaciones de escape en trampas de crustáceos, fácil de medir y permite una única medida para definir su tamaño.

Para la fabricación de los dispositivos de escape se utilizaron planchas de HDEP (Polietileno expandido de alta densidad) de 2 mm de espesor, material que presenta como principales características su resistencia a la abrasión, flexible y gran durabilidad. Las dimensiones para cada placa utilizada en las trampas correspondieron a 120x14 cm en el caso de la langosta de Juan Fernández y de 150x17 cm en el cangrejo dorado. En cada placa se dispuso de cuatro orificios realizados con troqueles a fin de asegurar su uniformidad en el tamaño, espaciados cada par de orificios de manera que quedaran dos aberturas en cada cámara de las actuales trampas en uso.



Figura 37. Dispositivos de escape utilizados para las pruebas de retención/escape en langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado.

Cabe destacar, que estos dispositivos no representarían un cambio sustantivo en la forma de construcción de las trampas utilizadas en cada una de las pesquerías analizadas, pues solamente se requiere quitar dos últimas varillas para colocarlos mediante la utilización de clavos de 1". Así, las mismas varillas con el dispositivo fueron clavados a la trampa sin generar alteración adicional en su conformación original.

En cada una de las salidas de pesca se evaluó los diseños en términos operativos, básicamente en términos de desgaste, deformación, rotura u otro inconveniente que pudiese presentar en el transcurso del proyecto. Así, se determinó que en ambas pesquerías estos dispositivos se mantuvieron en buen estado en cada una de las trampas utilizadas, resistiendo sin problemas las operaciones y las condiciones de trabajo en el mar.

b) Estimación teórica de la abertura de escape

Langosta de Juan Fernández

Se procedió a tomar como base las experimentaciones con dispositivos de escape realizados por Arana & Díaz (1987) y Arana & Ziller (1994). En el primero de estos estudios se determinó que el dispositivo más adecuado correspondió a las ventanillas circulares de 85 mm de diámetro, las cuales permitieron obtener una disminución de un 17% de ejemplares retenidos bajo la talla mínima legal en comparación con trampas control y una captura comercial similar a la obtenida en estas últimas. En tanto, en el segundo estudio se determinó que para una talla de 103 mm de longitud cefalotorácica (equivalente a 115 mm de longitud legal) y para una probabilidad de retención de un 98%, el diámetro más adecuado para incorporar en las trampas sería el de 88,2 mm.

Sobre la base de estos estudios previos de selectividad realizados en estas islas con la langosta, en el presente proyecto de investigación se consideró como primera aproximación la utilización de un dispositivo de 85 mm de diámetro, a la vez que se estableció una medida levemente superior e inferior a la indicada con la finalidad de definir el tamaño del dispositivo óptimo para la pesquería de la langosta. En este sentido, los tamaños seleccionados correspondieron a 80, 85 y 90 mm de diámetro.

Cangrejo dorado

En el cangrejo dorado la talla mínima de comercialización corresponde a 130 mm de ancho cefalotorácico (AC), lo cual es equivalente a 113 mm de longitud cefalotorácica (LC). Esto, de acuerdo a la relación morfométrica entre ambas variables determinada por Arana (2000).

En base a esta talla de referencia y según estudios previos de selectividad realizados en cangrejos de la familia *Chaceon*, donde se determinó que para individuos de 105 mm de talla mínima legal, el dispositivo que resultaría adecuado correspondería a aberturas circulares de 90 mm de diámetro (Tallack, 2007), es que en el presente informe de avance se estableció utilizar para una longitud cefalotorácica de 113 mm un dispositivo inicial con abertura de 110 mm de diámetro, tomando en consideración que la variable limitante en el escape correspondería a la longitud cefalotorácica y al desplazamiento en sentido lateral. Así, se escogió adicionalmente un tamaño levemente superior e inferior al ya indicado, correspondiendo estos a 105 y 115 mm de diámetro, respectivamente.

c) Comportamiento de escape de los individuos

Con la finalidad de determinar el comportamiento de escape de los individuos a través de los dispositivos implementados en las trampas, se realizaron experiencias de filmación submarina en Bahía Cumberland, específicamente en el sector de El Palillo en profundidades entre 10 y 20 m. Este lugar se seleccionó por estar protegido de la influencia del viento, corrientes, tener buena visibilidad y fondos planos aptos para el desarrollo de la experiencia.

Langosta de Juan Fernández

La primera filmación se realizó con ejemplares langosta de Juan Fernández el 22 de noviembre de 2009. Se seleccionaron 10 langostas de la jornada de pesca del día anterior y se dejaron durante la noche en un vivero para posteriormente ser colocadas en las trampas para la filmación. Los ejemplares registraron un amplio rango de tallas y estuvieron constituidos por machos y hembras.

En primera instancia en la trampa se utilizó el dispositivo de escape con la abertura circular más grande, es decir, aquella correspondiente a los 90 mm de diámetro. Esto, con la finalidad de asegurar la obtención de imágenes relativas a la salida de langostas desde el interior de la trampa y por consiguiente conocer el comportamiento de escape de los individuos. El tiempo de reposo de la trampa correspondió aproximadamente a cinco horas, lapso en el cual se produjo el agotamiento de la batería utilizada en la cámara de filmación.

La revisión de las imágenes permitió observar que los individuos se movían continuamente al interior de la trampa durante todo el período de filmación, dirigiéndose hacia las aberturas circulares del dispositivo utilizado en cuanto la trampa se posicionó en el fondo. En este sentido, se identificaron dos posiciones de escape, una en sentido frontal y la otra en retroceso.

En la primera de ellas, se observó que las langostas iniciaron un reconocimiento de la abertura circular utilizando sus cuatro primeros pares de patas. Por medio de ellos, se generó inicialmente una exploración del entorno para posteriormente comenzar a impulsarse repetidamente con ayuda de su cola y periópodos (patas) hacia la abertura. Sin embargo, esta posición no tuvo efectos esperados de escape, identificándose como estructura morfométrica limitante la altura y flexibilidad de su par de antenas (Fig. 38).

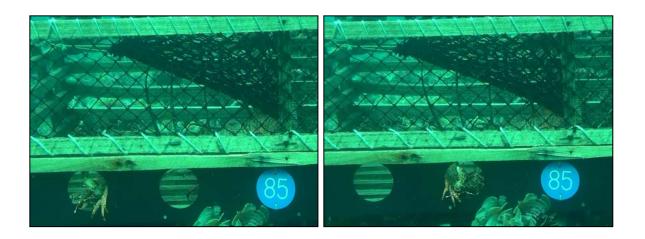


Figura 38. Intentos de escape frontales en langosta de Juan Fernández.

Con respecto a la segunda posición de escape, se observó que las langostas iniciaron una etapa de exploración utilizando su cuarto y quinto par de patas. Una vez identificada la abertura, los ejemplares procedieron a posicionar sus segmentos abdominales sobre ella y con apoyo de sus patas comenzar a retroceder logrando efectivamente salir a través del dispositivo (Fig. 39).

Como se mencionó anteriormente, la actividad de reconocimiento de las langostas hacia el dispositivo de escape se visualizó desde los primeros instantes de grabación. Es así, como se observó que la primera langosta en salir de la trampa lo hizo después de transcurrido un minuto desde que esta se posicionó en el fondo. En total, en esta primera filmación se produjo la salida de seis langostas, todas ellas empleando el procedimiento ya descrito.

La segunda filmación submarina se realizó el 9 de enero de 2010 con un tiempo de grabación en torno a las cinco horas. Se utilizaron 19 langostas, de las cuales una correspondió a hembra con huevos, nueve a hembras y nueve a machos. En esta filmación se utilizó una abertura circular de 85 mm de diámetro y se observó el mismo comportamiento descrito previamente en cuanto a exploración, posición del abdomen en la abertura y posterior escape (Fig. 40). Adicionalmente, se evidenció un mayor reconocimiento de la ventana de escape por parte de las langostas, lo cual se

tradujo en que el primer escape ocurriera 20 segundos después que la trampa se posicionó sobre el fondo.

A pesar de lo indicado en el párrafo anterior, solamente se produjo el escape de dos ejemplares en las cinco horas de grabación. Aún así, se observó la constante exploración frontal y constantes intentos por salir desde el interior de la trampa mediante posicionamiento del abdomen sobre la abertura. Cabe destacar además, que entre los individuos dispuestos al interior de la trampa se consideró uno al borde de la talla mínima legal, de 114 mm de longitud medida entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón, el cual intentó escapar en variadas ocasiones sin lograr resultado positivo.

Finalmente, se realizó una tercera filmación el día 22 de enero de 2010 utilizando el dispositivo de 85 mm, un tiempo de grabación cercano a las cinco horas y con cinco machos y cinco hembras con huevos. Sin embargo, no se lograron obtener imágenes frontales del dispositivo de escape debido a que se movió la cámara, enfocando solamente la parte superior de la trampa y una mínima fracción de las aberturas circulares. A pesar de esto, las imágenes obtenidas del interior de la trampa dieron cuenta de una menor movilidad de las langostas en comparación con las filmaciones anteriores, registrándose incluso 14 minutos sin movimiento de los ejemplares.

De igual forma, se pudo apreciar que la primera langosta en salir de la trampa lo hizo a los 25 minutos y 30 segundos transcurridos desde que la trampa se posicionó en el fondo. Aún cuando no se apreció en plenitud el comportamiento de escape en las imágenes, fue posible advertir que este se efectuó de acuerdo a la modalidad previamente descrita, principalmente por cuanto lo último que se ve salir de la trampa correspondió a las antenas de los individuos. Adicionalmente, se lograron obtener imágenes del virado de la trampa, situación que no se había conseguido anteriormente debido al agotamiento de la batería de la cámara.



Figura 39. Secuencia de escape de langosta de Juan Fernández a través del dispositivo de 90 mm de diámetro.

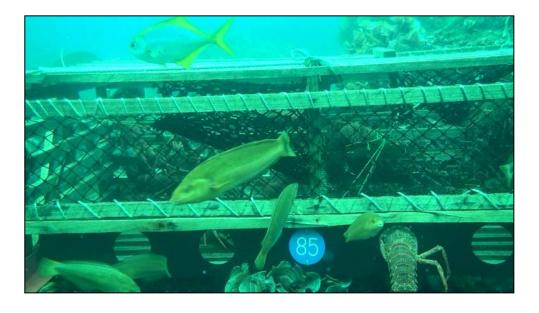


Figura 40. Escape de langosta de Juan Fernández a través del dispositivo de 85 mm en la segunda filmación submarina.

Cangrejo dorado

En cuanto al cangrejo dorado se realizó la primera filmación el día 3 de diciembre de 2010, en el sector denominado El Pangal a una profundidad aproximada de 15 m. De faenas de pesca realizadas el día anterior a la filmación se seleccionaron diez machos de diferente longitud cefalotorácica y se dispusieron en un vivero utilizado para las langostas. En el registro de salida de los individuos se utilizó el dispositivo de escape de mayor tamaño, correspondiendo este a 115 mm de diámetro.

Al contrario de lo que sucedió con las filmaciones realizadas en la langosta de Juan Fernández, se observó que los cangrejos reaccionaron con menor movilidad al interior de la trampa, permaneciendo la mayor parte del tiempo en su misma ubicación y en los extremos posteriores de la trampa, alejados de las aberturas de escape. De esta forma, se observó que no se produjo escape de ninguno de los ejemplares presentes en el interior de la trampa; sin embargo, uno de ellos se dirigió en tres oportunidades hacia distintas aberturas intentando salir de la trampa (Fig. 41).

En este sentido, se observó que el comportamiento de escape de este individuo se inició con el desplazamiento hacia la abertura circular, para posteriormente comenzar a sacar sus patas por el orificio. Así, se observó que inicialmente sacó a través de la abertura sus apéndices traseros y luego su quela izquierda, ubicándose en todo momento en sentido lateral. Sin embargo, el escape a través del dispositivo no se concretó en ninguna de las tres oportunidades registradas.

Cabe mencionar, que las condiciones de aclimatación de los cangrejos resultó ser dificultosa, toda vez que el ambiente en el cual se realizaron las filmaciones no se asemejaron en cuanto a profundidad y temperaturas a las que se registran donde estos individuos habitan (350 a 1.000 m). A esto se deben sumar los tiempos de traslado desde el lugar de captura y la permanencia en el vivero. Es así, que la última filmación se intentó realizar el 10 de febrero de 2010, sin poder iniciarla debido a que los cangrejos mantenidos en cautiverio desde el día anterior no lograron sobrevivir hasta el momento del calado de la trampa.

A pesar de lo anteriormente expuesto, cabe mencionar que durante las faenas de pesca orientadas a este recurso, se registraron en numerosas ocasiones y al momento del virado de la trampa, individuos que venían atrapados en las aberturas circulares del dispositivo utilizado. Esta situación fue igualmente registrada como medio explicatorio de un posible intento de salida por parte de los cangrejos desde el interior de la trampa (Fig. 42).

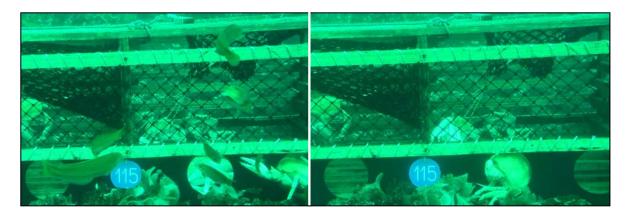


Figura 41. Intento de escape de cangrejo dorado a través del dispositivo de 115 mm de diámetro.



Figura 42. Intento de escape de cangrejo dorado a través del dispositivo en faenas de pesca.

d) Caracterización morfométrica

Langosta de Juan Fernández

Considerando que el consultor ya disponía de las relaciones morfométricas entre longitud cefalotorácica (LC) y la altura máxima (AM) y entre la longitud cefalotorácica y el perímetro máximo (PM), es que en el presente proyecto solamente se determinó la relación existente entre la longitud cefalotorácica y la longitud entre la base de las antenas (Lba) y el borde posterior del caparazón, por ser esta última la utilizada para establecer la talla mínima legal para la comercialización de la langosta.

En este sentido, se registraron datos correspondientes a 704 langostas, de las cuales 183 correspondieron a hembras sin huevos, 50 a hembras con huevos y 471 a machos. De igual forma, se determinó que 142 (20,2%) langostas correspondieron a ejemplares de talla comercial y 562 (79,8%) correspondientes a individuos clasificados como no comerciales (Tabla 30). A cada uno de estos ejemplares se les registró la longitud cefalotorácica (LC) y la longitud entre la base de las antenas (Lba) y el borde posterior del caparazón.

 Tabla 30

 Estadígrafos de los ejemplares de langosta utilizados en la caracterización morfométrica.

	Núm	ero ejemplares		Longitud cet	falotorácica	Longitud base antenas	
S exo	Comercial	No comercial	Total	Rango	Media	Rango	Media
Machos	97	374	471	42 - 117	92,6	52 - 138	108,4
Hembras	45	138	183	55 - 123	90,7	65 - 144	107,0
Hembras ovíferas	0	50	50	75 - 138	90,4	88 - 162	106,2
Total	142	562	704	42 - 138	91,9	52 - 162	107,9

En términos generales, los resultados indicaron una correlación directa entre ambas variables analizadas (LC *vs* Lba), con un R² igual a 97% (Fig. 43). Así, se determinó que la longitud cefalotorácica medida desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón es un 14,7% mayor que la longitud cefalotorácica medida desde el extremo del rostro.

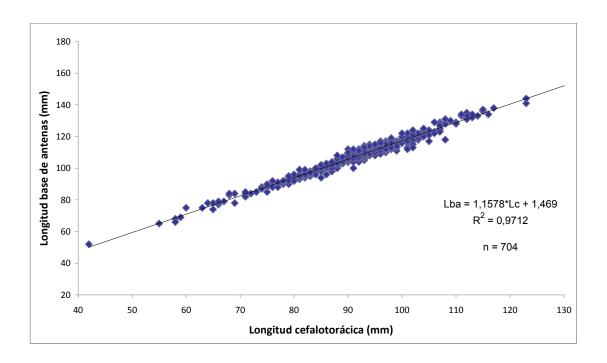


Figura 43. Relación entre la longitud cefalotorácica y la longitud entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón en langosta de Juan Fernández.

Cabe destacar que esta medida es de relevancia, ya que la talla mínima legal de comercialización de esta especie (115 mm) se establece en relación a esta primera medida, correspondiéndole así una longitud cefalotorácica de 98 mm.

Cangrejo dorado

Se analizaron 389 machos de cangrejo dorado, a los cuales se les registró la longitud cefalotorácica (Lc) y ancho cefalotorácico (Ac). La relación entre estas variables presentó la existencia de correlación en los datos con un R² igual a 95% (Fig. 44). De acuerdo a esto y considerando una talla mínima comercial de 130 mm de Ac, se determinó una longitud cefalotorácica equivalente a 110 mm.

En tanto, para determinar la relación existente entre la longitud cefalotorácica (Lc) con la altura máxima del cuerpo (Alt) se analizaron 144 machos de cangrejo, determinándose una menor correlación en los datos con un R² equivalente a 83%. Así, para la longitud cefalotorácica de 110 mm obtenida según la relación anterior, se determinó una altura cefalotorácica de 55 mm (Fig. 45).

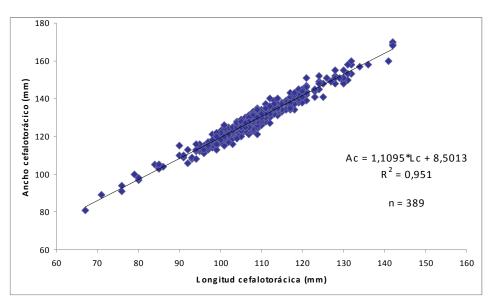


Figura 44. Relación entre la longitud cefalotorácica y el ancho del caparazón en machos de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*).

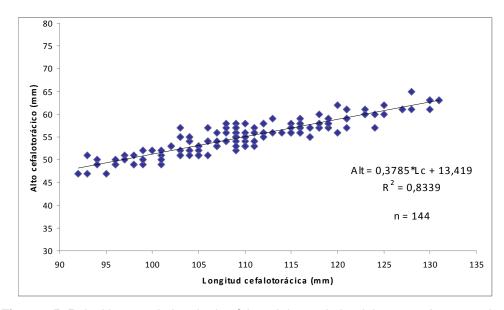


Figura 45. Relación entre la longitud cefalotorácica y el alto del caparazón en machos de cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*).

e) Composición de las capturas

Langosta de Juan Fernández

Proporción sexual global y a la talla

En las mediciones de los ejemplares capturados durante el desarrollo de las faenas de pesca experimentales realizadas entre octubre 2009 y febrero 2010 se muestrearon 13.444 langostas, de las cuales 9.430 fueron machos y 4.014 hembras. De esta forma, se determinó una proporción sexual global de machos de 70,1%. Cabe destacar que en general, se registró mensualmente predominancia de dicho sexo, con una tendencia a la disminución a partir de diciembre, llegando así a 55,6% en febrero (Fig. 46). En tanto, el porcentaje de machos estructurado a la talla señala dominancia de estos por sobre los 76 mm de LC, con excepción de febrero en que se observó esta dominancia a partir de los 86 mm de LC, sin embargo a tallas mayores nuevamente fueron mayoritarias las hembras (Fig. 47).

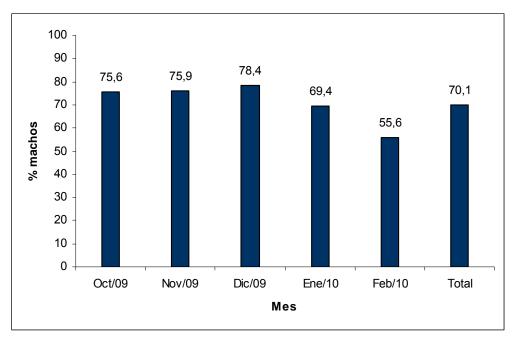


Figura 46. Langosta de Juan Fernández: Proporción sexual global (% machos), en la temporada 2009/10.

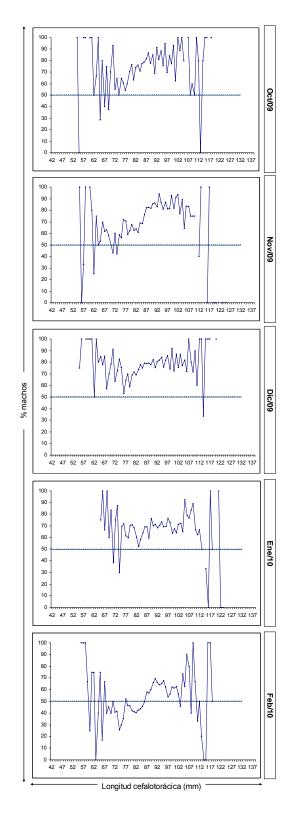


Figura 47. Langosta de Juan Fernández: Proporción sexual a la talla (% machos) en la temporada 2009/10.

Talla media y estructura de tallas

El rango de tallas en las capturas de langosta varió entre 42 mm y 133 mm de LC en machos y entre 55 mm y 138 mm de LC en hembras. Por su parte se determinó que las longitudes cefalotorácicas media global mensual (hembras+machos) estuvieron comprendidas entre 87,0 mm y 90,9 mm de LC (octubre y enero, respectivamente). En este sentido, los machos exhibieron tallas medias que variaron entre 87,7 mm y 91,0 mm de LC, mientras que en hembras variaron entre 84,7 mm y 90,6 mm de LC. Así, para el período evaluado el tamaño promedio de los ejemplares fue de 88,9 mm de LC (Tabla 31). Al analizar las tallas por dispositivo de escape, se determinó que la talla media global registró sus mayores valores en las trampas con dispositivos en comparación con aquellas que fueron utilizadas como control.

Tabla 31

Principales estadígrafos relativos a la longitud cefalotorácica en las capturas de langosta de Juan Fernández, temporada 2009/10.

	Sexo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Total
	Machos	834	2.065	2.773	1.884	1.878	9.434
	Hembras sin huevos	151	392	639	781	1.447	3.410
N° de ejemplares	Hembras con huevos	116	262	125	51	49	603
	Hembras totales	267	654	764	832	1.496	4.013
	Total	1.101	2.719	3.537	2.716	3.374	13.447
	Machos	54 - 133	55 - 117	43 - 127	58 - 131	42 - 118	42 - 133
	Hembras sin huevos	55 - 113	56 - 125	55 - 114	65 - 123	59 - 122	55 - 125
Rango (mm)	Hembras con huevos	63 - 114	66 - 120	70 - 111	71 - 138	70 - 103	63 - 138
	Hembras totales	55 - 114	56 - 125	55 - 114	65 - 138	59 - 122	55 - 138
	Total	55 - 133	55 - 125	43 - 127	58 - 138	42 - 122	42 - 138
	Machos	87,7	88,7	90,0	91,0	88,9	89,5
	Hembras sin huevos	84,8	85,0	89,0	90,6	86,6	87,7
Media (mm)	Hembras con huevos	84,9	84,3	87,5	90,1	86,0	85,7
	Hembras totales	84,8	84,7	88,8	90,6	86,6	87,4
	Total	87,0	87,7	89,8	90,9	87,9	88,9
	Machos	87,8	89,7	91,0	91,7	90,2	90,9
	Hembras sin huevos	85,4	85,0	90,3	91,3	87,2	88,7
Mediana (mm)	Hembras con huevos	83,2	83,5	87,6	88,6	86,1	84,8
	Hembras totales	84,4	84,3	90,0	91,1	87,2	88,1
	Total	87,1	88,7	90,7	91,6	89,1	89,9
	Machos	9,8	8,5	8,6	8,2	8,1	8,6
	Hembras sin huevos	11,5	11,1	8,6	8,0	8,6	9,2
Desviación estándar (mm)	Hembras con huevos	9,8	8,8	8,6	11,9	9,4	9,4
(mm)	Hembras totales	10,8	10,3	8,6	8,3	8,6	9,2
	Total	10,1	9,1	8,6	8,2	8,4	8,8

Así, en las trampas control se observó una longitud cefalotorácica media (hembras+machos) que varió entre 85,3 mm (octubre 2009) y 88,6 mm (enero 2010) de LC, mientras que en las trampas con dispositivo L1 el mínimo y máximo correspondió a 90,6 mm (octubre 2009) y 92,7 mm (enero 2010) de LC. En tanto, en las trampas con dispositivo L2 la longitud cefalotorácica media varió entre 91,0 mm y 93,4 mm de LC, registradas en noviembre de 2009 y enero de 2010, respectivamente. Cabe destacar que el mayor valor en las tallas se registró con el dispositivo L3 en octubre de 2009, correspondiendo a 93,9 mm de LC (Tablas 32a y 32b).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se realizó el análisis estadístico no paramétrico destinado a probar si existían diferencias significativas entre las tallas medias registradas en las trampas control con respecto a aquellas en que se utilizaron dispositivos. De esta forma, se determinó que existen diferencias significativas en la talla media de los individuos capturados por las trampas control respecto a las trampas con dispositivos (P<0,05). Por otra parte, al comparar entre sí las trampas experimentales, se evidenció que la talla media registrada con aberturas de 85 mm fue estadísticamente mayor que en las de 80 mm (P<0,05). En tanto, aquellas trampas en las cuales se implementó aberturas de 90 mm no presentaron diferencias significativas en comparación con las trampas con diámetros de 80 y 85 mm (P>0,05).

En cuanto a la estructura de tallas de la captura total de langosta, esta presentó forma polimodal, evidenciándose un leve desplazamiento hacia tallas mayores conforme avanzó en el transcurso de la temporada. Esto se tradujo en una moda relevante cercana a los 91 mm de longitud cefalotorácica (Figs. 48 y 49).

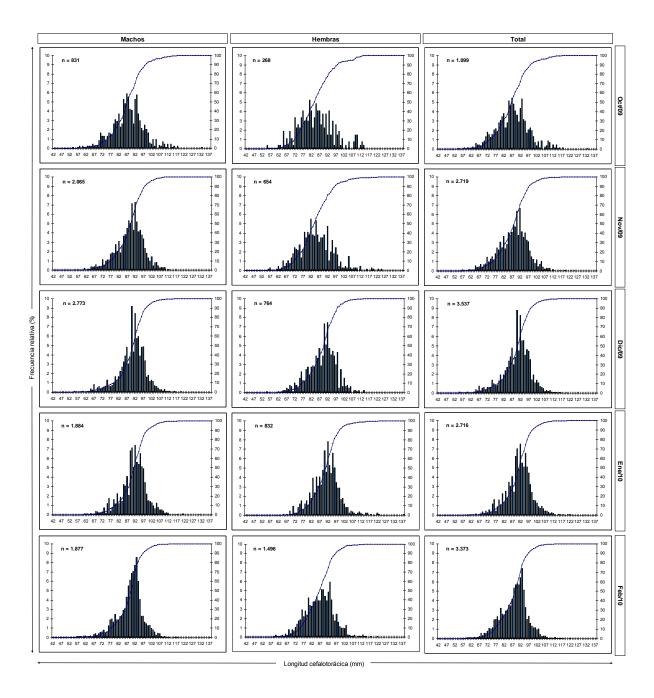


Figura 48. Langosta de Juan Fernández: Distribución mensual de frecuencias de tallas en las capturas por sexo, en la temporada 2009/10.

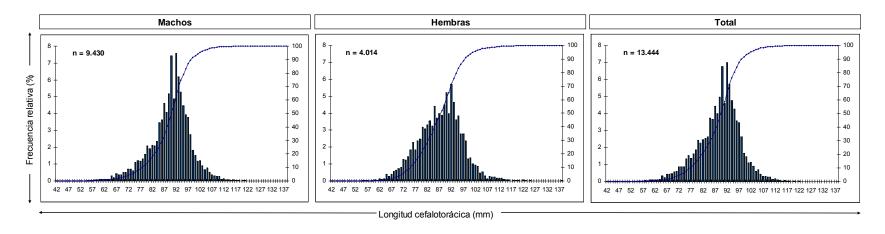


Figura 49. Langosta de Juan Fernández: Distribución de frecuencias de tallas por sexo en la captura total en la temporada 2009/2010.

Tabla 32a

Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de langosta de Juan Fernández, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).

							Dispo	sitivo					
	Sexo	Control (CL)	80 mm (L1)	85 mm (L2)	90 mm (L3)	Control (CL)	80 mm (L1)	85 mm (L2)	90 mm (L3)	Control (CL)	80 mm (L1)	85 mm (L2)	90 mm (L3)
	Machos	601	128	70	35	1.236	515	230	84	1.342	933	442	56
	Hembras sin huevos	107	22	16	6	253	65	58	16	269	224	134	12
N° de ejemplares	Hembras con huevos	91	7	12	6	178	38	38	8	59	38	26	2
	Hembras totales	198	29	28	12	431	103	96	24	328	262	160	14
	Total	799	157	98	47	1.667	618	326	108	1.670	1.195	602	70
	Machos	58 - 133	58 - 116	54 - 112	68 - 114	55 - 117	61 - 110	61 - 112	58 - 113	48 - 113	43 - 127	55 - 120	69 - 112
	Hembras sin huevos	55 - 113	72 - 108	65 - 112	71 - 110	57 - 112	56 - 125	57 - 123	65 - 112	55 - 114	64 - 111	70 - 114	84 - 104
Rango (mm)	Hembras con huevos	63 - 114	81 - 98	69 - 105	82 - 113	67 - 110	66 - 119	71 - 120	70 - 105	70 - 100	71 - 110	73 - 111	82 - 84
	Hembras totales	55 - 114	72 - 108	65 - 112	71 - 113	57 - 112	56 - 125	57 - 123	65 - 112	55 - 114	64 - 111	70 - 114	82 - 104
	Total	55 - 133	58 - 116	54 - 112	68 - 114	55 - 117	56 - 125	57 - 123	58 - 113	48 - 114	43 - 127	55 - 120	69 - 112
	Machos	86,1	90,9	92,4	93,7	86,8	91,4	92,1	90,8	88,2	91,5	92,3	91,6
	Hembras sin huevos	82,8	80,1	88,5	90,8	82,6	89,9	88,2	91,2	86,2	90,3	92,4	91,8
Media (mm)	Hembras con huevos	83,4	86,9	88,1	98,5	82,8	86,0	88,7	88,8	83,7	90,3	92,5	83,0
	Hembras totales	83,1	89,3	88,3	94,7	82,7	88,4	88,4	90,4	85,7	90,3	92,4	90,6
	Total	85,3	90,6	91,2	93,9	85,7	90,9	91,0	90,7	87,7	91,2	92,3	91,4
	Machos	86,5	91,5	94,2	94,7	87,7	92,1	93,4	92,3	89,7	92,2	93,0	92,5
	Hembras sin huevos	82,4	91,5	91,5	90,5	82,2	90,9	89,7	92,5	86,8	91,1	93,5	89,3
Mediana (mm)	Hembras con huevos	81,8	85,0	89,0	99,5	82,2	85,0	87,5	84,5	83,6	90,5	91,5	82,5
	Hembras totales	82,1	89,0	90,8	93,5	82,2	88,9	89,3	89,5	86,3	91,1	93,3	89,0
	Total	85,6	91,0	93,1	94,7	86,4	91,8	92,4	92,1	89,3	92,0	93,1	91,8
	Machos	9,2	8,8	10,7	12,7	8,0	7,7	9,0	11,5	8,3	7,9	9,2	11,0
_ , ,, ,, .	Hembras sin huevos	11,0	8,3	14,9	14,0	9,9	10,5	13,6	11,9	8,5	8,0	8,1	5,5
Desviación estándar (mm)	Hembras con huevos	8,9	6,3	11,5	12,1	7,5	10,9	9,5	12,1	6,9	8,8	8,3	1,4
` ′	Hembras totales	10,0	7,9	13,4	12,7	9,0	10,8	12,1	11,7	8,3	8,1	8,1	6,0
	Total	9,5	8,7	11,6	12,6	8,4	8,4	10,1	11,5	8,4	8,0	8,9	10,1
			Oc	t/09			Nov	//09			Dic	:/09	
			Mes										

Tabla 32b

Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de langosta de Juan Fernández, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).

						Dispo	sitivo						
Sexo	Control (CL)	80 mm (L1)	85 mm (L2)	90 mm (L3)	Control (CL)	80 mm (L1)	85 mm (L2)	90 mm (L3)	Control (CL)	80 mm (L1)	85 mm (L2)	90 mm (L3)	Total
Machos	946	623	315	-	975	543	360	-	5.100	2.742	1.417	175	9.434
Hembras sin huevos	344	275	162	-	826	346	275	-	1.799	932	645	34	3.410
Hembras con huevos	19	17	15	-	28	15	6	-	375	115	97	16	603
Hembras totales	363	292	177	-	854	361	281	-	2.174	1.047	742	50	4.013
Total	1.309	915	492	-	1.829	904	641	-	7.274	3.789	2.159	225	13.447
Machos	60 - 113	58 - 121	61 - 131	-	42 - 113	62 - 117	57 - 118	-	42 - 133	43 - 127	54 - 131	58 - 114	42 - 133
Hembras sin huevos	67 - 118	65 - 123	69 - 116	-	60 - 122	64 - 115	59 - 114	-	55 - 122	56 - 125	57 - 123	65 - 112	55 - 125
Hembras con huevos	74 - 112	75 - 138	71 - 107	-	70 - 103	74 - 99	76 - 97	-	63 - 114	66 - 138	69 - 120	70 - 113	63 - 138
Hembras totales	67 - 118	75 - 138	69 - 116	-	60 - 122	64 - 115	59 - 114	-	55 - 122	56 - 138	57 - 123	65 - 113	55 - 138
Total	60 - 118	58 - 138	61 - 131	-	42 - 122	62 - 117	57 - 118	-	42 - 133	43 - 138	54 - 131	58 - 114	42 - 138
Machos	88,7	93,0	93,8	-	87,1	90,7	91,4	-	87,5	91,6	92,4	91,6	89,5
Hembras sin huevos	88,5	91,9	93,0	-	84,1	89,3	90,8	-	85,0	90,3	91,4	91,4	87,7
Hembras con huevos	86,7	93,7	90,3	-	85,9	85,9	86,8	-	83,5	88,6	89,8	91,7	85,7
Hembras totales	88,4	92,0	92,8	-	84,2	89,1	90,7	-	84,7	90,1	91,2	91,5	87,4
Total	88,6	92,7	93,4	-	85,7	90,1	91,1	-	86,7	91,2	92,0	91,5	88,9
Machos	89,7	93,2	94,0	-	88,1	91,1	92,9	-	88,5	92,1	93,2	92,7	90,9
Hembras sin huevos	89,1	91,9	93,7	-	83,7	89,1	91,9	-	85,1	90,6	92,5	90,5	88,7
Hembras con huevos	84,9	90,0	89,3	-	81,5	86,3	89,5	-	82,5	87,8	89,8	86,5	84,8
Hembras totales	88,9	91,9	93,5	-	83,7	89,0	91,9	-	84,6	90,4	92,2	89,5	88,1
Total	89,5	92,9	93,8	-	86,2	90,4	92,5	-	87,4	91,8	92,9	92,5	89,9
Machos	8,2	7,3	8,0	-	7,8	7,1	8,9	-	8,3	7,7	9,0	11,6	8,6
Hembras sin huevos	7,6	8,4	7,9	-	8,4	7,9	7,5	-	8,9	8,3	8,6	10,0	9,2
Hembras con huevos	11,0	14,7	8,5	-	10,8	7,3	8,1	-	8,3	10,5	9,2	12,3	9,4
Hembras totales	7,8	8,8	7,4	-	8,5	7,9	7,6	-	8,8	8,6	8,7	10,7	9,2
Total	8,0	7,8	7,8	-	8,3	7,4	8,4	-	8,5	8,0	8,9	11,3	8,8
		Ene/10 Feb/10					Total						
		Mes									İ		

Cangrejo dorado

Proporción sexual global y a la talla

Se midieron 6.692 individuos, de los cuales 6.565 correspondieron a machos y sólo 127 a hembras. Así, la proporción sexual global en cangrejo dorado se caracterizó por la recurrencia mayoritaria de machos, fluctuando entre 96,1 y 99,1% obtenidos en diciembre y noviembre, respectivamente, con un valor promedio global de 98,1%. Sólo en diciembre repuntó levemente el porcentaje de hembras, aunque alcanzando sólo a 3,9% (Fig. 50).

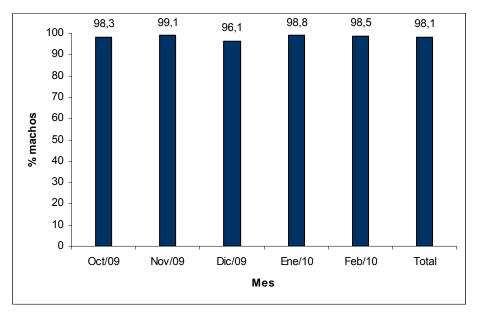


Figura 50. Cangrejo dorado: Proporción sexual global (% machos), en la temporada 2009/10.

Talla media y estructura de tallas

El rango de tallas en las capturas de cangrejo dorado varió entre 70 mm y 155 mm en machos y entre 67 mm y 122 mm en hembras. En cuanto al tamaño medio global mensual (machos + hembras) durante el periodo de estudio este estuvo comprendido entre 110,7 mm y 114,6 mm de LC (diciembre y noviembre, respectivamente). Los machos exhibieron tallas medias entre 111,3 mm y 114,7 mm de LC (febrero y noviembre, respectivamente); por su parte las hembras, como ya se mencionó estuvieron escasamente representadas, presentaron menor tamaño a los registrados en los machos, exhibiendo tallas medias mensuales que fluctuaron entre 92,7 mm (diciembre) y 100,9 mm (noviembre) de LC (Tabla 33).

Tabla 33

Principales estadígrafos relativos a la longitud cefalotorácica en las capturas de cangrejo dorado, temporada 2009/10.

	Sexo	oct/09	nov/09	dic/09	ene/10	feb/10	Total
	Machos	1.194	1.398	1.510	1.278	1.347	6.727
	Hembras sin huevos	19	11	60	15	19	124
N° de ejemplares	Hembras con huevos	0	2	1	0	1	4
	Hembras totales	19	13	61	15	20	128
	Total	1.213	1.411	1.571	1.293	1.367	6.855
	Machos	72 - 149	82 - 147	70 - 155	82 - 147	71 - 147	70 -155
	Hembras sin huevos	87 - 120	93 - 113	77 - 119	75 - 122	67 - 112	67 - 122
Rango (mm)	Hembras con huevos	-	97 - 98	98 - 98	-	104 - 104	97 - 104
	Hembras totales	87 - 120	93 - 113	77 - 119	75 - 122	67 - 112	67 - 122
	Total	72 - 149	82 - 147	70 - 155	75 - 147	67 - 147	67 - 155
	Machos	113,4	114,7	111,4	113,8	111,3	112,9
	Hembras sin huevos	100,2	101,5	92,7	98,5	97,5	96,0
Media (mm)	Hembras con huevos	-	97,5	98,0	-	104,0	99,3
	Hembras totales	100,2	100,9	92,7	98,5	97,9	96,1
	Total	113,2	114,6	110,7	113,6	111,1	112,6
	Machos	111,1	112,5	108,4	111,4	108,8	110,4
	Hembras sin huevos	97,3	100,8	93,8	99,0	100,3	96,7
Mediana (mm)	Hembras con huevos	-	97,5	98,0	-	104,0	98,0
	Hembras totales	97,3	100,0	93,9	99,0	100,5	96,9
	Total	111,0	112,4	107,5	111,2	108,6	110,1
	Machos	12,5	12,5	15,3	13,0	13,4	13,5
, ., .	Hembras sin huevos	9,2	5,0	8,0	12,3	10,4	9,5
Desviación estándar (mm)	Hembras con huevos	-	0,7	-	-	-	3,2
,	Hembras totales	9,2	4,8	8,0	12,3	10,2	9,4
	Total	12,5	12,5	15,5	13,1	13,5	13,6

Al analizar la composición de tallas por tamaño de los dispositivos empleados no se apreció una relación directa entre estos y la talla media; sin embargo, fue posible determinar que en términos comparativos, en las trampas con aberturas de escape circulares D3 la talla media fue mayor que las registradas en las trampas control y con dispositivos D1 y D2, durante cada uno de los meses analizados. En este sentido, el mayor valor de talla media se registró en noviembre con 117,5 mm de LC, en tanto que el menor correspondió a 115,2 mm de LC, la cual fue registrada en diciembre (Tablas 34a y 34b).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto y al igual que en el caso de la langosta, se realizó el análisis estadístico no paramétrico con la finalidad de determinar si existían diferencias significativas en la talla media de los individuos capturados en trampas control respecto a aquellas en las cuales se

implementaron dispositivos de escape. En este sentido, se determinó que no existieron diferencias significativas con la talla media de los individuos capturados por las trampas control, en comparación con aquellas en las que se dispuso de aberturas circulares de 105, 110 y 115 mm de diámetro (P>0.05).

En cuanto a la estructura de tallas de la captura total de cangrejo dorado se determinó que esta presentó un patrón polimodal, estando el grupo modal más importante en torno a los 103 mm de longitud cefalotorácica en cada uno de los meses analizados, con excepción de diciembre, mes en el que se concentró en torno a los 97 mm de LC, influenciado por el menor tamaño registrado en las hembras (Fig. 51). Cabe destacar que, en términos generales y a partir de los 103 mm de LC, se observó que en las estructuras de tallas se produce una progresiva disminución en el número de ejemplares hacia las tallas superiores, estando escasamente representados en los ejemplares mayores a 145 mm de LC (Fig. 52).

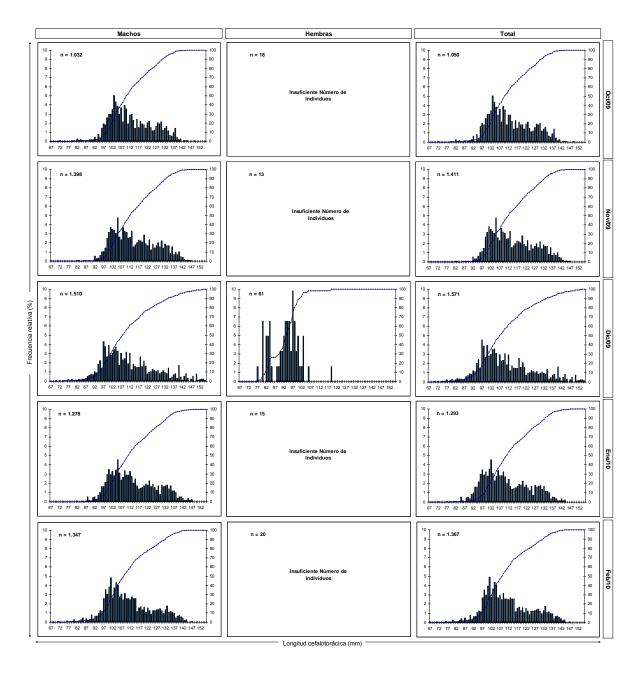


Figura 51. Cangrejo dorado: Distribución mensual de frecuencias de tallas en las capturas totales por sexo, en la temporada 2009/10.

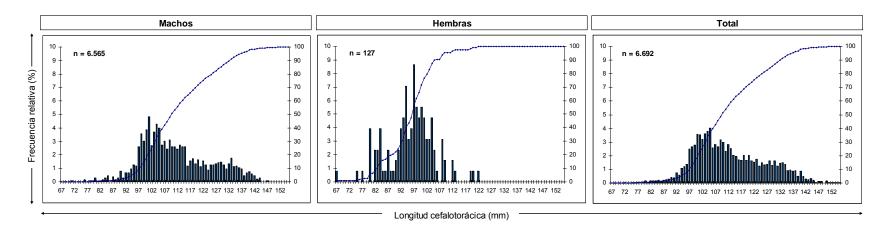


Figura 52. Cangrejo dorado: Distribución de frecuencias de tallas por sexo en la captura total en la temporada 2009/2010

Tabla 34a

Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de cangrejo dorado, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).

							Dispo	sitivo					
	Sexo	Control (CC)	105 mm (D1)	110 mm (D2)	115 mm (D3)	Control (CC)	105 mm (D1)	110 mm (D2)	115 mm (D3)	Control (CC)	105 mm (D1)	110 mm (D2)	115 mm (D3)
	Machos	604	234	216	140	341	387	398	272	417	445	363	285
	Hembras sin huevos	14	2	2	1	3	7	1	0	12	22	14	12
N° de ejemplares	Hembras con huevos	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
	Hembras totales	14	2	2	1	4	8	1	0	12	23	14	12
	Total	618	236	218	141	345	395	399	272	429	468	377	297
	Machos	72 - 144	84 - 145	79 - 138	82 - 149	92 - 144	86 - 147	83 - 146	82 - 145	77 - 154	74 - 155	70 - 152	79 - 153
	Hembras sin huevos	87 - 120	96 - 112	97 - 103	108 - 108	93 - 104	99 - 113	99 - 99	-	80 - 106	80 - 103	83 - 103	77 - 119
Rango (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	97 - 97	98 - 98	-	-	-	9898	-	-
	Hembras totales	87 - 120	96 - 112	97 - 103	108 - 108	93 - 104	98 - 113	99 - 99	-	80 - 106	80 - 103	83 - 103	77 - 119
	Total	72 - 144	84 - 145	79 -138	82 - 149	92 - 144	86 - 147	83 - 146	82 - 145	77 - 154	74 - 155	70 - 152	77 - 153
	Machos	115,2	109,9	111,1	115,4	116,3	111,9	114,1	117,5	109,8	111,2	110,0	116,2
	Hembras sin huevos	99,1	104,0	100,0	108,0	99,0	102,9	99,0	-	96,0	90,5	94,0	91,7
Media (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	97,0	98,0	-	-	-	98,0	-	-
	Hembras totales	99,1	104,0	100,0	108,0	98,5	102,3	99,0	-	96,0	90,8	94,0	91,7
	Total	114,8	109,8	111,0	115,3	116,0	111,7	114,1	117,5	109,4	110,2	109,4	115,2
	Machos	113,3	107,7	108,9	113,5	113,8	109,4	111,9	116,8	106,9	107,3	106,7	113,8
	Hembras sin huevos	96,5	96,5	97,5	108,0	100,0	101,3	99,0	-	96,5	91,5	95,0	93,5
Mediana (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	97,0	98,0	-	-	-	98,0	-	-
	Hembras totales	96,5	96,5	97,5	108,0	95,5	101,0	99,0	-	96,5	92,0	95,0	93,5
	Total	113,0	107,7	108,8	113,4	113,5	109,1	111,9	116,8	106,3	106,7	105,8	112,5
	Machos	12,7	11,7	11,9	11,7	12,1	12,4	12,7	11,7	14,0	15,9	15,8	14,7
December 16 mars 16 m	Hembras sin huevos	9,9	11,3	4,2	-	5,6	4,9	-	-	6,9	6,4	6,1	12,1
Desviación estándar (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
, <i>,</i>	Hembras totales	9,9	11,3	4,2	-	4,7	4,9	-	-	6,9	6,5	6,1	12,1
	Total	12,9	11,7	11,9	11,7	12,2	12,4	12,7	11,7	14,0	16,1	15,8	15,4
			Oc	t/09			Nov	//09			Dic	:/09	
							M	es					

Tabla 34b

Principales estadígrafos de la longitud cefalotorácica en las capturas mensuales y total de cangrejo dorado, por dispositivo de escape (temporada 2009/10).

							Dispo	sitivo						I
	Sexo	Control (CC)	105 mm (D1)	110 mm (D2)	115 mm (D3)	Control (CC)	105 mm (D1)	110 mm (D2)	115 mm (D3)	Control (CC)	105 mm (D1)	110 mm (D2)	115 mm (D3)	Total
	Machos	438	272	311	257	337	378	316	316	2.137	1.716	1.604	1.270	6.727
	Hembras sin huevos	5	2	5	3	6	6	3	4	40	39	25	20	124
N° de ejemplares	Hembras con huevos	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	4
	Hembras totales	5	2	5	3	6	7	3	4	41	42	25	20	128
	Total	443	274	316	260	343	385	319	320	2.178	1.758	1.629	1.290	6.855
	Machos	82 - 146	91 - 147	88 - 147	88 - 146	80 - 147	76 - 142	71 - 139	79 - 143	72 - 154	74 - 155	70 - 152	79 - 153	70 -155
	Hembras sin huevos	94 - 122	94 - 99	75 - 109	104 - 108	87 - 112	87 - 108	100 - 101	67 - 109	80 - 122	80 - 113	75 - 109	67 - 119	67 - 122
Rango (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	-	104 - 104	-	-	97 - 97	98 - 104	-	-	97 - 104
	Hembras totales	94 - 122	94 - 99	75 - 109	104 - 108	87 - 112	87 - 108	100 - 101	67 - 109	80 - 122	80 - 113	75 - 109	67 - 119	67 - 122
	Total	82 - 146	91 - 147	75 - 147	88 - 146	80 - 147	76 - 142	71 - 139	67 - 143	72 - 154	74 - 155	70 - 152	67 - 153	67 - 155
	Machos	114,8	110,5	113,4	115,9	112,8	108,3	108,8	115,9	113,5	110,4	111,6	116,2	112,9
	Hembras sin huevos	104,6	96,5	88,2	106,7	98,2	101,1	100,7	89,0	98,7	95,3	94,3	94,2	96,0
Media (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	-	104,0	-	-	97,0	100,0	-	-	99,3
	Hembras totales	104,6	96,5	88,2	106,7	98,2	101,4	100,7	89,0	98,7	95,7	94,3	94,2	96,1
	Total	114,7	110,4	113,0	115,8	112,6	108,2	108,7	115,5	113,6	110,1	111,3	115,9	112,6
	Machos	113,1	107,3	111,9	111,6	109,8	105,3	106,5	114,1	11,6	107,5	109,2	114,2	110,4
	Hembras sin huevos	104,0	94,5	84,0	107,8	97,0	102,5	100,8	86,5	97,3	95,3	97,0	94,5	96,7
Mediana (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	-	104,0	-	-	97,0	98,3	-	-	98,0
	Hembras totales	104,0	94,5	84,0	107,8	97,0	103,8	100,8	86,5	97,2	96,5	97,0	94,5	96,9
	Total	113,0	107,0	111,8	111,4	109,6	105,2	106,4	113,9	111,3	107,1	108,9	113,9	110,1
	Machos	13,3	13,2	12,1	12,9	15,2	12,0	12,2	12,8	13,6	13,4	13,3	12,9	13,5
B	Hembras sin huevos	10,7	3,5	13,4	2,3	8,4	7,4	0,6	17,5	8,7	8,4	8,2	13,4	9,5
Desviación estándar (mm)	Hembras con huevos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	-	-	3,2
. ,	Hembras totales	10,7	3,5	13,4	2,3	8,4	6,8	0,6	17,5	8,6	8,2	8,2	13,4	9,4
	Total	13,3	13,2	12,5	12,9	15,2	11,9	12,1	13,1	13,7	13,5	13,4	13,2	13,6
	<u> </u>		Ene	e/10			Feb	/10			То	tal		
							М	es						İ

f) Porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia

Al considerar globalmente las estructuras de tallas (machos+hembras), se estableció en las trampas control que el 93,9% de los individuos capturados fueron inferiores a 98 mm de LC (equivalente a 115 mm de talla mínima legal). Igualmente, al considerar las trampas de acuerdo al dispositivo de escape utilizado, es decir, 80 mm (L1), 85 mm (L2) y 90 mm (L3) de diámetro, se determinó que respectivamente, el 88,1%, 82,7% y 73,0% de los ejemplares estuvieron por debajo de esa talla de referencia (Fig. 53).

En el caso del cangrejo dorado, aún cuando la forma de las curvas fue semejante entre los dispositivos de escape utilizados, se determinó que el porcentaje de ejemplares bajo talla fueron mayores en las trampas con dispositivos en comparación con las trampas control. Excepcionalmente, las trampas con dispositivo D3 presentaron la menor retención de individuos no comerciales en comparación con las trampas control y con dispositivos de escape D1 y D2.

Así, en las trampas control, el 48,8% de los individuos capturados fueron menores a 110 mm de LC (equivalente a 130 mm de talla mínima legal). Igualmente, al considerar las trampas de acuerdo al dispositivo utilizado, vale decir, 105 (D1), 110 (D2) y 115 (D3) mm de diámetro, se determinó que respectivamente, el 59,9%, 54,3% y 41,5% de los ejemplares se encuentra por debajo de esa talla de referencia. Como se mencionó anteriormente, se apreció una clara disminución en la retención de ejemplares bajo talla en las trampas que utilizan el dispositivo de 115 (D3) mm de diámetro. Así, al tomar las tallas de referencia de 114 y 104 mm de LC (mayor y menor valor en el cual se registraron individuos comerciales), los porcentajes de ejemplares bajo esas tallas correspondieron a 51,6% y 20,7%, respectivamente (Fig. 54).

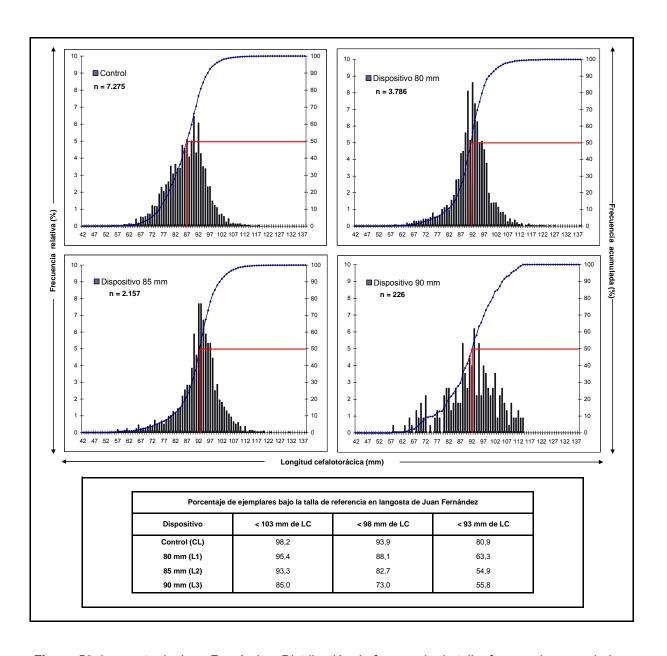


Figura 53. Langosta de Juan Fernández: Distribución de frecuencia de talla, frecuencia acumulada y porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia en trampas control y con dispositivo de escape.

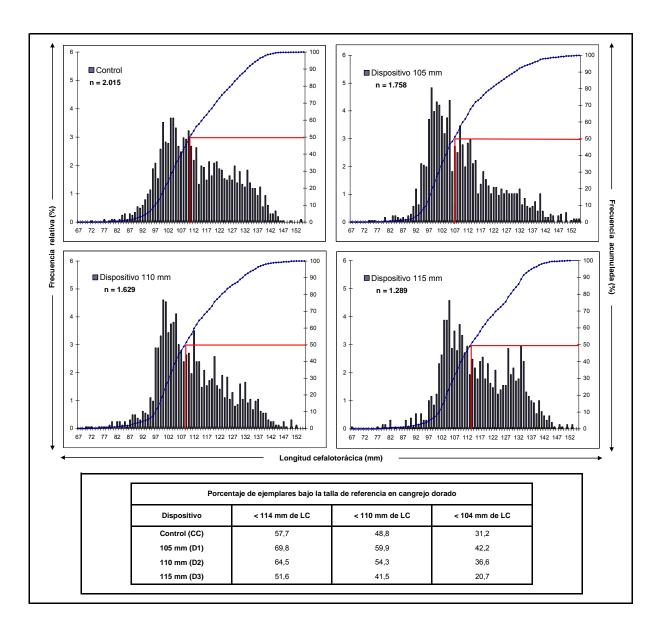


Figura 54. Cangrejo dorado: Distribución de frecuencia de talla, frecuencia acumulada y porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia en trampas control y con dispositivo de escape.

g) Estimación de funciones de selección

Langosta de Juan Fernández

Se realizó el ajuste de los parámetros de las curvas de selección para diferentes aberturas circulares en los dispositivos de escape instalados en las trampas de langosta de Juan Fernández específicamente de 80 mm, 85 mm y 90 mm de diámetro, estableciéndose que en todos los casos dichas funciones se ajustaron en forma adecuada a un modelo de tipo logístico. Así también, se determinó una relación directa entre la medida del dispositivo y $LC_{50\%}$, comprobándose así que al incrementar el tamaño del dispositivo de escape la longitud de primera captura ($LC_{50\%}$) aumentó, obteniéndose valores de 87,6 mm, 93,8 mm y 113,8 mm, respectivamente (Figs. 55 a 57 y Tabla 35).

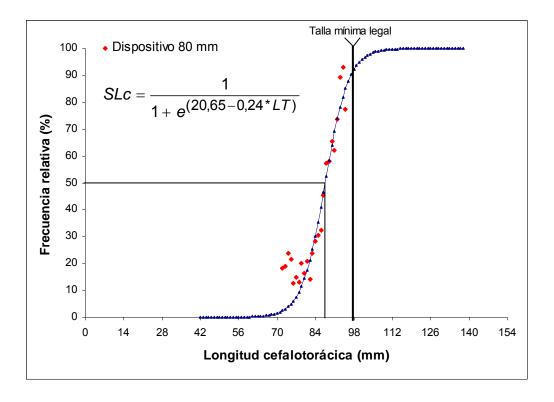


Figura 55. Langosta de Juan Fernández: Ojiva de selectividad de trampas con dispositivo de escape de 80 mm de diámetro y porcentajes calculados a cada talla. $LC_{50\%}$: 87,6 mm de LC.

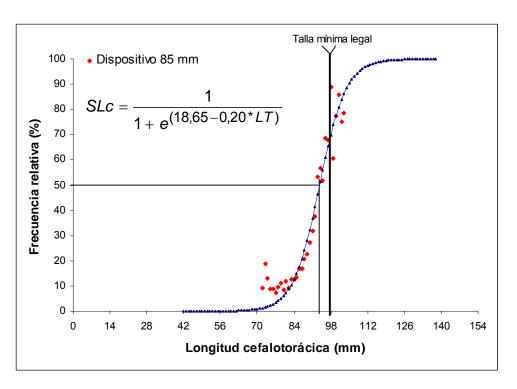


Figura 56. Langosta de Juan Fernández: Ojiva de selectividad de trampas con dispositivo de escape de 85 mm de diámetro y porcentajes calculados a cada talla. $LC_{50\%}$: 93,8 mm de LC.

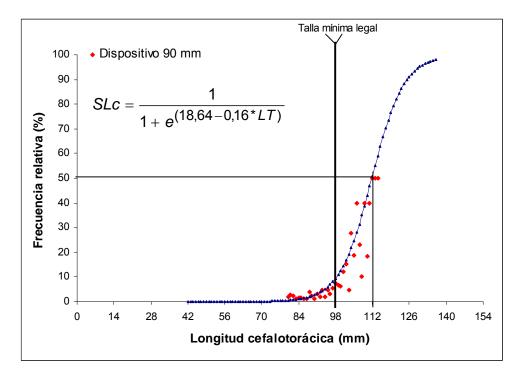


Figura 57. Langosta de Juan Fernández: Ojiva de selectividad de trampas con dispositivo de escape de 90 mm de diámetro y porcentajes calculados a cada talla. LC_{50%}: 113,8 mm de LC.

 Tabla 35

 Ajuste de la curva de selección para los dispositivos de escape utilizados durante la experimentación.

	Diámetro de	abertura del disp	ositivo (mm)
Parámetro	80	85	90
а	20,65	18,65	18,64
b	-0,24	-0,20	-0,16
R ²	0,89	0,92	0,87
LC _{25%}	82,93	88,24	107,07
LC _{50%}	87,59	93,76	113,78
LC _{75%}	92,25	99,29	120,48
RS	9,32	11,05	13,41
FS	1,09	1,10	1,26

Al considerar la longitud cefalotorácica de 98 mm (equivalente a 115 mm de talla mínima legal), se observó que a excepción de las trampas que utilizaron dispositivos de 80 (L1) mm de diámetro, los restantes permitieron el escape de la mayor parte de los juveniles de langosta (Fig. 58).

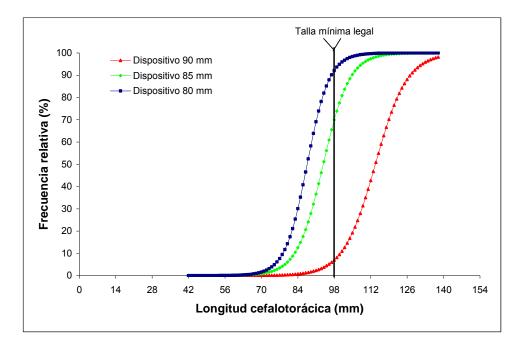


Figura 58. Langosta de Juan Fernández: Curvas de selección y porcentajes de retención a la talla y con los diferentes dispositivos de escape de 80, 85 y 90 mm de diámetro.

Cangrejo dorado

Se realizó el ajuste de los datos de retención para determinar los parámetros de las curvas de selección con las diferentes aberturas circulares en los distintos dispositivos de escape instalados en las trampas de cangrejo dorado específicamente de 105 mm, 110 mm y 115 mm de diámetro. Se estableció que dichas funciones no se ajustaron en forma adecuada a un modelo de tipo logístico, con excepción de la abertura de 115 mm cuyos datos permitieron obtener la ojiva de selección.

Esta situación está asociada a que la cantidad de individuos agrupados por rango de talla para cada uno de los dispositivos de escape fue mayor a las registradas en las trampas control, con lo cual el porcentaje de retención calculado a cada talla fue superior a uno. De esta forma, el rango de selección de datos comprendido entre una retención equivalente a cero (0) y otra de retención total (=1) (Sparre & Venema, 1997) queda muy acotado y por lo tanto impidió que los datos provenientes de los dispositivos de 105 y 110 mm de diámetro se ajusten a un modelo de tipo logístico.

Aún así, se determinó que en los dispositivos D3 la talla de primera captura ($LC_{50\%}$) fue de 100,9 mm de LC y la curva de selección se ajustó con R^2 igual a 75,0% (Fig. 59). Por otra parte se determinaron las tallas de retención al 25% y 75% que correspondieron a 92,2 y 109,6 mm de LC, respectivamente, mientras que el rango de selección fue de 17,4 mm y el factor de selección de 0,9.

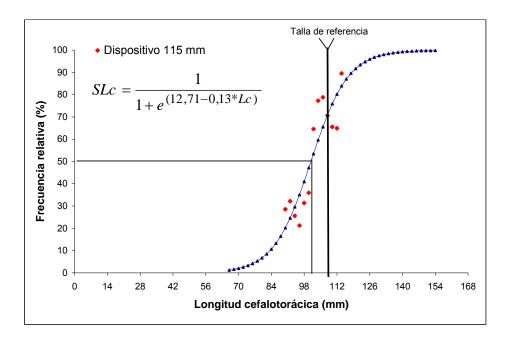


Figura 59. Cangrejo dorado: Ojiva de selectividad en la trampa con dispositivo de escape de 115 mm de diámetro y porcentajes de retención calculados a la talla. LC_{50%}: 100,9 mm de LC.

h) Determinación del tamaño del dispositivo en función de la talla mínima legal

Con la finalidad de determinar el tamaño del dispositivo óptimo a ser utilizado en la pesquería de la langosta de Juan Fernández, se desarrolló el procedimiento descrito en la metodología, para lo cual se requirió de una longitud (L) a la cual se esperaría que los ejemplares queden retenidos con una probabilidad (p). Así, al reemplazar los valores en las fórmulas de las curvas de selección, se obtuvo directamente el tamaño del dispositivo deseado (TD) y fue posible también calcular un conjunto de soluciones variando ya sea el valor de P, de L, o ambos a la vez.

Al efectuar las relaciones entre el tamaño del dispositivo de escape y la talla de primera captura por una parte, y entre el tamaño del dispositivo de escape y la pendiente de la curva de selección evaluada en $LC_{50\%}$ se observó que a mayor tamaño de la abertura circular los valores de $LC_{50\%}$ aumentaron y disminuyeron en S (Figs. 60 y 61). Las relaciones presentaron un grado de asociación cercano a 1, correspondiendo el más alto a la relación TD vs S con un R^2 equivalente a 98,1%. Las relaciones presentaron las siguientes ecuaciones:

Relación entre LC_{50%} y tamaño del dispositivo:

$$LC_{50\%}$$
 = -142.29 + 2.84 * TD

Relación entre pendiente en LC_{50%} y tamaño del dispositivo:

$$S = 0.20 - 0.002 * TD$$

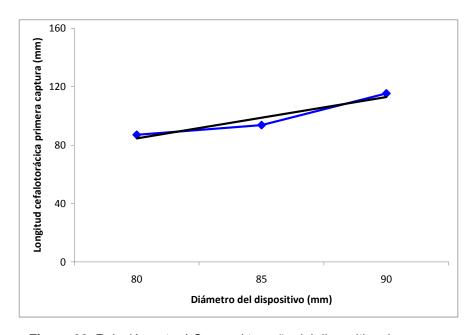


Figura 60. Relación entre LC_{50%} y el tamaño del dispositivo de escape.

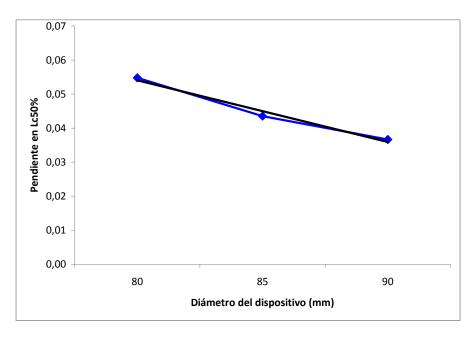


Figura 61. Relación entre la pendiente de la curva logística en $LC_{50\%}$ y el tamaño del dispositivo de escape.

Así, fue posible determinar las curvas de selectividad para diferentes tamaños de dispositivos (Fig. 62) y a la vez calcular el tamaño del dispositivo para diferentes probabilidades de retención y tallas mínimas de captura con el procedimiento detallado, se estableció que al mantener fija la longitud mínima legal (TML) de comercialización y aumentar la probabilidad de retención correspondería un tamaño de dispositivo de menor diámetro. En cambio, si se mantiene fija la probabilidad de retención y se incrementa la talla mínima legal el tamaño del dispositivo aumentaría. En forma inversa, al disminuir el valor de la TML el valor del dispositivo es más pequeño.

De esta forma, al considerar una longitud mínima legal de desembarque de 98 mm de largo de caparazón (equivalente a 115 mm de longitud medida desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón), para una probabilidad de retención de 98% se determinó que al utilizar dispositivos de escape con aberturas circulares el tamaño más adecuado sería 83,0 mm de diámetro (Fig. 63).

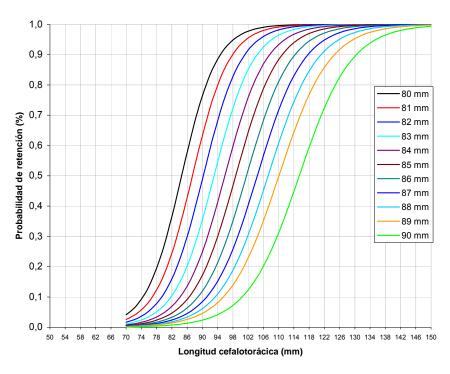


Figura 62. Curvas de selectividad obtenidas para diferentes tamaños de dispositivos.

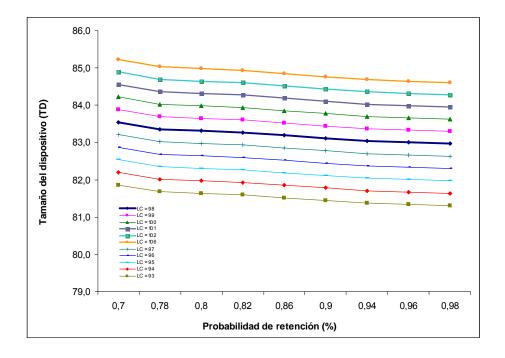


Figura 63. Relación entre el tamaño del dispositivo de escape en función de la probabilidad de retención y diferentes longitudes cefalotorácicas (LC) de referencia en langosta de Juan Fernández.

En el caso del cangrejo dorado, y debido a que con los datos recopilados no fue posible aplicar el procedimiento utilizado en la langosta de Juan Fernández, la determinación del tamaño del dispositivo óptimo se realizó en base a los rendimientos obtenidos al analizar las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) y a la baja retención de ejemplares no comerciales registrada en las capturas de este recurso. Considerando lo anteriormente expuesto y sumado a la experiencia obtenida en terreno, se determinó que el tamaño óptimo para ser utilizado en esta pesquería correspondería a una abertura de 115 mm de diámetro.

Objetivo N°3

Probar el (los) diseño(s) de escape propuesto(s) en la pesca comercial de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado.

De acuerdo a los resultados obtenidos al desarrollar el Objetivo N°2 y la experiencia en terreno al emplear los dispositivos de escape incorporados a las trampas, se decidió en diciembre (2009) no continuar utilizando aquellos dispositivos con diámetro de abertura equivalente a 90 mm debido a que no cumplieron con el criterio de asegurar la retención de los ejemplares con el tamaño mínimo legal. A esto, se sumó la opinión de los pescadores artesanales con los cuales se trabajó en el desarrollo del proyecto, quienes dieron a conocer su inquietud debido a las bajas capturas registradas por las trampas con los dispositivos de ese tamaño, especialmente por el escape y/o ausencia de ejemplares de tamaño comercial.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, para poder realizar las pruebas de los dispositivos a nivel comercial en el caso de la langosta de Juan Fernández se continuó con la operación de trampas utilizando únicamente dispositivos de escape de 80 y 85 mm de diámetro, además de las correspondientes trampas control. Sin embargo, el análisis estadístico fue realizado con los tres tamaños de dispositivos utilizados y, por lo tanto, la totalidad de los datos generados en el transcurso del proyecto, con la finalidad de probar estadísticamente las diferencias registradas en las capturas comerciales y no comerciales de las trampas con dispositivos en comparación con las trampas control y justificar de esta forma el retiro del dispositivo de 90 mm de las faenas de pesca de acuerdo a los bajos niveles de captura registrados. Así también, se debe considerar que para la determinación de las curvas de selectividad y posterior tamaño del dispositivo óptimo, la información proveniente de este dispositivo fue importante para contar con tres puntos que fundamenten las relaciones entre la longitud cefalotorácica de primera captura, la pendiente de la curva y el diámetro del dispositivo.

En el caso del cangrejo dorado se continuó con la operación de las trampas con los tres tamaños de dispositivos incorporados inicialmente y un cierto número de trampas a modo de control.

Análisis estadístico

Langosta de Juan Fernández

De los estadígrafos obtenidos en langosta, se determinó que la media (ind trampa⁻¹) en las capturas comerciales no registró mayores diferencias entre las trampas con dispositivos de escape y

aquellas utilizadas como control, variando sus valores entre 0,90 y 1,01 ind trampa⁻¹. En tanto, la media en la retención de ejemplares no comerciales varió entre 2,18 y 8,76 ind trampa⁻¹, evidenciando una relación inversamente proporcional entre la captura media (ind trampa⁻¹) y el diámetro del dispositivo, obteniéndose menores valores en la medida que aumentó el diámetro de la abertura de escape (Tabla 36).

Tabla 36
Estadígrafos de captura comercial y no comercial de langosta de Juan Fernández en trampas control y con dispositivos.

	Descriptivos									
Captura	Dispositivo	N*	Media	Desviación	Error típico	Intervalo de co	onfianza al 95%	Mínimo	Máximo	
Саршта	Dispositivo	(trampas revisadas)	(ind trampa ⁻¹)	típica	Error tipico	Límite inferior	Límite superior	(ind trampa ⁻¹)	(ind trampa ⁻¹)	
Comercial	Control (CL)	753	0,90	1,19	0,04	0,81	0,98	0	8	
	80 mm (L1)	601	0,96	1,35	0,06	0,85	1,06	0	11	
	85 mm (L2)	489	1,01	1,30	0,06	0,89	1,12	0	6	
	90 mm (L3)	77	0,75	0,85	0,10	0,56	0,95	0	3	
	Total	1.920	0,94	1,26	0,03	0,88	0,99	0	11	
No comercial	Control (CL)	753	8,76	7,05	0,26	8,26	9,27	0	48	
	80 mm (L1)	601	5,34	3,89	0,16	5,03	5,66	0	24	
	85 mm (L2)	489	3,40	2,80	0,13	3,15	3,65	0	19	
	90 mm (L3)	77	2,18	2,37	0,27	1,64	2,72	0	12	
	Total	1.920	6,06	5,64	0,13	5,81	6,32	0	48	

^{*} Excluyendo las trampas en las que no hubo captura.

Para contrastar la homocedasticidad entre las trampas con dispositivos y las utilizadas como control se utilizó el estadístico de Levene, el cual evidenció que en capturas comerciales se acepta la hipótesis de igualdad de varianza (P > 0,05), mientras que en capturas no comerciales las poblaciones retenidas por las trampas control y aquellas en las que se emplearon dispositivos de escape no presentaron varianzas iguales, por lo cual la hipótesis de igualdad de varianza se rechaza (P < 0,05) (Tabla 37).

Tabla 37Prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas.

Captura	Estadístico de Levene	gl ₁	gl_2	Р
Comercial	2,08	3	1916	0,100
No comercial	102,8	3	1916	0,000

Considerando que la prueba de Levene indicó igualdad de varianzas en las capturas comerciales de langosta, es que se procedió a realizar el respectivo ANOVA. Tal como se esperaba,

este análisis de varianza reflejó que no hay efecto entre grupos, es decir, no hay diferencias en las capturas obtenidas entre las trampas con dispositivos de escape y aquellas utilizadas como control (F = 1,334; P = 0,262) (Tabla 38).

Tabla 38
Estadígrafos del análisis de varianza (ANOVA) en captura comercial de langosta de Juan Fernández.

Captura		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Р
Comercial	Inter-grupos	6,4	3	2,1	1,334	0,262
Comercial	Intra-grupos	3042,4	1.916	1,6	1,554	0,202
	Total	3048,7	1.919			

En tanto, y debido al no cumplimiento de homogeneidad de varianza en las capturas no comerciales de langosta de Juan Fernández, se utilizó como alternativa al análisis de varianza (ANOVA) la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En esta primera comparación se estableció que hay diferencias en la captura de individuos bajo talla comercial en al menos uno de los grupos analizados, la cual puede ser entre trampas con dispositivos, o bien entre las utilizadas como control y aquellas con dispositivos de escape ($\chi^2 = 384,07$; P = 0,000) (Tablas 39 y 40).

Tabla 39
Estadígrafos de rangos de la prueba de Kruskal-Wallis en captura no comercial de langosta de Juan Fernández.

Captura	Dispositivo	N° (trampas revisadas)	Rango promedio
	Control (CC)	753	1.221
No comercial	80 mm (L1)	601	946
No comerciai	85 mm (L2)	489	662
	90 mm (L3)	77	424
	Total	1.920	

Tabla 40
Estadígrafos de contraste de la prueba de Kruskal-Wallis en captura no comercial de langosta de Juan Fernández.

Captura	χ^2	gl	Р
No comercial	384,07	3	0,000

De acuerdo a lo anterior, seguidamente se aplicó el test de comparación múltiple a posteriori del procedimiento ANOVA (test de Games-Howell), el cual mostró que hay diferencias significativas en la captura de individuos bajo talla comercial de langosta de Juan Fernández entre las trampas con dispositivos (L1, L2 y L3) respecto a las trampas utilizadas como control. En tanto, al analizar entre trampas con dispositivos se determinó que también hay diferencias significativas entre ellos (P = 0,000) (Tabla 41).

Dado que en el caso de la captura comercial se evidenció la igualdad de varianzas, se aplicó el test de comparación múltiple (test de Tukey) para determinar posibles diferencias intra e interespecíficas. De acuerdo a esto, se determinó que no existe diferencia entre las trampas utilizadas como control y con dispositivo (L1, L2 y L3) y tampoco en las trampas con dispositivo al ser analizadas entre sí (Tabla 42).

Tabla 41

Estadígrafos de comparación múltiple (test de Games-Howell) entre trampas control y con dispositivos de capturas no comerciales de langosta de Juan Fernández del procedimiento ANOVA de un factor.

Variable	Dispositivo (X _i)	Dispositivo (Y _i)	Diferencia de	Error típico	Р	Intervalo de confianza al 95%		
dependiente	Dispositivo (Xi)	Dispositivo (1 _j)	medias (X _i -Y _J)	Lifer tipice	r	Límite superior	Límite inferior	
	Control (CL)	80 mm (L1)*	3,42	0,30	0,000	2,64	4,19	
		85 mm (L2)*	5,36	0,29	0,000	4,62	6,10	
		90 mm (L3)*	6,58	0,37	0,000	5,62	7,54	
	80 mm (L1)	Control (CL)*	-3,42	0,30	0,000	-4,19	-2,64	
		85 mm (L2)*	1,94	0,20	0,000	1,42	2,46	
No comercial		90 mm (L3)*	3,16	0,31	0,000	2,35	3,98	
140 comerciai	85 mm (L2)	Control (CL)*	-5,36	0,29	0,000	-6,10	-4,62	
		80 mm (L2)*	-1,94	0,20	0,000	-2,46	-1,42	
		90 mm (L3)*	1,22	0,30	0,000	0,44	2,00	
	90 mm (L3)	Control (CL)*	-6,58	0,37	0,000	-7,54	-5,62	
		80 mm (L2)*	-3,16	0,31	0,000	-3,98	-2,35	
		85 mm (L3)*	-1,22	0,30	0,000	-2,00	-0,44	

^{*} La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

^{*} La prueba no asume igualdad de varianzas

Tabla 42

Estadígrafos de comparación múltiple (test de Tukey) entre trampas control y con dispositivos de capturas comerciales de langosta de Juan Fernández del procedimiento ANOVA de un factor.

Variable	L)ISDOSITIVO (X:)	$D(X_i)$ Dispositivo (Y_j) Diferencia de medias $(X_i - Y_j)$ Error típico P	Diferencia de	Error típico	В	Intervalo de confianza al 95%		
dependiente	Dispositivo (A)		,	Límite superior	Límite inferior			
	Control (CL)	80 mm (L1)	-0,06	0,07	0,849	-0,23	0,12	
		85 mm (L2)	-0,11	0,07	0,443	-0,30	0,08	
		90 mm (L3)	0,15	0,15	0,768	-0,24	0,53	
	80 mm (L1)	Control (CL)	0,06	0,07	0,849	-0,12	0,23	
		85 mm (L2)	-0,05	0,08	0,900	-0,25	0,14	
Comercial		90 mm (L3)	0,20	0,15	0,548	-0,19	0,59	
Comercial	85 mm (L2)	Control (CL)	0,11	0,07	0,443	-0,08	0,30	
		80 mm (L2)	0,05	0,08	0,900	-0,14	0,25	
		90 mm (L3)	0,25	0,15	0,351	-0,14	0,65	
	90 mm (L3)	Control (CL)	-0,15	0,15	0,768	-0,53	0,24	
		80 mm (L2)	-0,20	0,15	0,548	-0,59	0,19	
		85 mm (L3)	-0,25	0,15	0,351	-0,65	0,14	

^{*} La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

Cangrejo dorado

En cangrejo dorado se observó que la media en capturas comerciales varió entre 9,6 y 10,7 ind trampa⁻¹, no registrándose mayores diferencias entre trampas con dispositivos y control, mientras que en capturas no comerciales la media varió entre 17,9 y 8,4 ind trampa⁻¹, registrándose diferencias importantes entre las trampas con dispositivo de escape D3 y aquellas con dispositivos D1, D2 y control (Tabla 43).

Tabla 43
Estadígrafos de captura comercial y no comercial de cangrejo dorado en trampas control y con dispositivos de escape.

Captura Dispositivo		N° (trampas	Media (ind trampa ⁻¹)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza al 95%		Mínimo	Máximo
Dispositivo	revisadas)	Límite inferior				Límite superior	(ind trampa ⁻¹)	(ind trampa ⁻¹)	
	Control (CC)	88	10,7	9,5	1,0	8,7	12,7	0	54
Comercial	105 mm (D1)	63	10,0	6,4	0,8	8,4	11,6	1	25
Comercial	110 mm (D2)	76	8,8	6,5	0,7	7,3	10,3	0	33
	115 mm (D3)	72	9,6	6,4	0,8	8,1	11,1	1	29
	Total	299	9,8	7,4	0,4	9,0	10,7	0	54
	Control (CC)	88	12,2	9,5	1,0	10,1	14,2	0	40
No comercial	105 mm (D1)	63	17,9	13,4	1,7	14,5	21,2	0	47
140 comercial	110 mm (D2)	76	12,6	11,1	1,3	10,1	15,1	0	43
	115 mm (D3)	72	8,4	8,1	1,0	6,5	10,3	0	37
	Total	299	12,6	11,0	0,6	11,3	13,8	0	47

^{*} Excluyendo las trampas en las que no se registro captura.

^{*} La prueba no asume igualdad de varianzas

El estadístico de Levene evidenció que en capturas comerciales y no comerciales el nivel crítico (P = 0,005 y P = 0,000, respectivamente) es menor que 0,05 por lo cual se rechaza la hipótesis de igualdad de varianza, es decir, que las poblaciones constituidas por las trampas control y con dispositivo no presentaron varianzas iguales (Tabla 44).

Tabla 44Prueba de Levene sobre homogeneidad de varianzas.

Captura	Estadístico de Levene	gl ₁	gl_2	Р
Comercial	4,42	3	295	0,005
No comercial	9,48	3	295	0,000

Debido al no cumplimiento de homogeneidad de varianza, se utilizó como alternativa al análisis de varianza (ANOVA) la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, que en captura comercial reflejó que no hay efecto entre grupos (χ^2 = 1,59; P = 0,662), vale decir, no hay diferencias en los niveles de captura comercial entre las trampas con dispositivos con respecto de las trampas utilizadas como control. Por el contrario, el análisis en captura no comercial, refleja que hay efecto entre grupos (χ^2 = 19,93; P = 0,000), es decir, hay diferencias en la captura de individuos bajo talla comercial de cangrejo dorado entre las trampas con dispositivos de escape y las trampas utilizadas como control (Tablas 45 y 46).

Tabla 45Estadígrafos de rangos de la prueba de Kruskal-Wallis en captura comercial y no comercial de
cangrejo dorado.

Captura	Dispositivo	N° (trampas revisadas)	Rango promedio	
	Control (CC)	88	151,09	
Comercial	105 mm (D1)	63	158,17	
Comercial	110 mm (D2)	76	140,21	
	115 mm (D3)	72	151,85	
	Total	299		
	Control (CC)	88	154,31	
No comercial	105 mm (D1)	63	181,05	
	110 mm (D2)	76	152,02	
	115 mm (D3)	72	115,44	
	Total	299		

Tabla 46
Estadígrafos de contraste de la prueba de Kruskal-Wallis en captura comercial y no comercial de cangrejo dorado.

Captura	Estadístico de Levene	gl ₁	gl_2	Р
Comercial	4,42	3	295	0,005
No comercial	9,48	3	295	0,000

Por otro lado, el test de comparación múltiple *a posteriori* de Games-Howell del procedimiento ANOVA reflejó que hay diferencias en la captura de individuos bajo la talla comercial en cangrejo dorado entre las trampas con dispositivo D3 y las trampas utilizadas como control (P = 0.015). Al realizar el análisis entre dispositivos, se observó que existe diferencia significativa del dispositivo de 115 mm de diámetro con respecto al resto de las aberturas utilizadas. En el caso de la captura comercial no existe diferencia entre las trampas utilizadas como control y con los dispositivos de escape (D1, D2 y D3) y tampoco en las trampas que emplean dispositivos al ser comparadas entre si (Tabla 47).

Tabla 47
Estadígrafos de comparación múltiple (test de Games-Howell) entre trampas control y con dispositivos de capturas comerciales y no comerciales de cangrejo dorado del procedimiento ANOVA de un factor.

Variable	Dispositivo (X _i)	Dispositivo (Y _i)	Diferencia de	Error típico	Р	Intervalo de co	nfianza al 95%
dependiente	Dispositivo (A _i)	Dispositivo (+ _j)	medias (X _i -Y _J)	Error tipico	P	Límite superior	Límite inferior
	Control (CC)	105 mm (D1)	0,70	1,29	0,949	-2,66	4,05
		110 mm (D2)	1,91	1,25	0,425	-1,34	5,17
		115 mm (D3)	1,17	1,26	0,789	-2,10	4,45
	105 mm (D1)	Control (CC)	-0,70	1,29	0,949	-4,05	2,66
		110 mm (D2)	1,22	1,09	0,681	-1,62	4,05
Comercial		115 mm (D3)	0,48	1,10	0,973	-2,38	3,34
Comercial	110 mm (D2)	Control (CC)	-1,91	1,25	0,425	-5,17	1,34
		105 mm (D1)	-1,22	1,09	0,681	-4,05	1,62
		115 mm (D3)	-0,74	1,06	0,897	-3,48	2,00
	115 mm (D3)	Control (CC)	-1,17	1,26	0,789	-4,45	2,10
		105 mm (D1)	-0,48	1,10	0,973	-3,34	2,38
		110 mm (D2)	0,74	1,06	0,897	-2,00	3,48
	Control (CC)	105 mm (D1)*	-5,70	1,97	0,024	-10,85	-0,56
		110 mm (D2)	-0,45	1,63	0,993	-4,67	3,78
		115 mm (D3)*	3,81	1,39	0,035	0,19	7,43
	105 mm (D1)	Control (CC)*	5,70	1,97	0,024	0,56	10,85
		110 mm (D2)	5,25	2,11	0,067	-0,25	10,76
No comercial		115 mm (D3)*	9,51	1,94	0,000	4,45	14,58
140 comercial	110 mm (D2)	Control (CC)	0,45	1,63	0,993	-3,78	4,67
		105 mm (D1)	-5,25	2,11	0,067	-10,76	0,25
		115 mm (D3)*	4,26	1,59	0,040	0,13	8,38
	115 mm (D3)	Control (CC)*	-3,81	1,39	0,035	-7,43	-0,19
		105 mm (D1)*	-9,51	1,94	0,000	-14,58	-4,45
		110 mm (D2)*	-4,26	1,59	0,040	-8,38	-0,13

^{*} La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

^{*} La prueba no asume igualdad de varianzas

Objetivo N°4

Transferir el resultado de la propuesta de diseño a los pescadores artesanales de Juan Fernández.

Tal como fue comprometido por el ejecutor, el martes 8 de junio del presente año se ejecutó en el Aula Media "Ximena Reyes" de la Escuela de Ciencias del Mar, el Taller Técnico de difusión y discusión de los resultados generados en el marco del proyecto "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández" (Proyecto FIP N°2008-25) con palabras de bienvenida por parte del Director de esta unidad académica profesor Guillermo Martínez González. (Fig. 64).



Figura 64. Bienvenida a los asistentes por parte del profesor Guillermo Martínez G., Director de la Escuela de Ciencias del Mar.

Para llevar a cabo la actividad precitada, se invitó a numerosos investigadores del área de las Ciencias del Mar, además de personas ligadas al área pesquera e interesados en el archipiélago. Entre ellos, se encontraban personeros de SUBPESCA, FIP, SERNAPESCA, representantes del sector productivo, universidades, y pescadores del archipiélago de Juan Fernández (Fig. 65).

Cabe mencionar, que también fueron invitados dos extranjeros quienes viajaron desde Brasil y Costa Rica, y los cuales tienen una destacada trayectoria en crustáceos relacionados con langostas

y cangrejos, aportando en el Taller Técnico de acuerdo a sus experiencias en estas áreas. En este sentido, los expertos invitados fueron:

Dr. Ingo Wehrtmann Escuela de Biología Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica

Profesional experto en langosta y camarones de aguas profundas

Dr. Paulo Ricardo Pezzuto

Centro de Ciencias Tecnológicas da Terra e do Mar

Universidade do Vale do Itajaí

Itajaí, Santa Catarina, Brasil

Profesional experto en crustáceos de aguas profundas (cangrejos gigantes y camarones)



Figura 65. Asistentes al Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2008-25.

El programa incluyó en una primera instancia la presentación de antecedentes históricos relacionados con el archipiélago de Juan Fernández y sobre la participación de esta unidad académica en proyectos de investigaciones marinas y pesqueras en dicha zona (Fig. 66). Posteriormente, se realizaron tres ponencias técnicas correspondientes a los principales tópicos considerados en la investigación y en las cuales se abordaron aspectos relacionados con el diseño y construcción de los dispositivos de escape, experiencias de mortalidad, filmaciones submarinas para

determinar el comportamiento de escape de los recursos, composición de las capturas, esfuerzo, captura por unidad de esfuerzo (CPUE), estimación de funciones de selectividad y, finalmente, la determinación del tamaño óptimo de los dispositivos que se proponen sean utilizados en las pesquerías de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado, esto último mediante la modelación del esquema de retención (Fig. 67).



Figura 66. Presentación de labores desarrolladas por la Escuela de Ciencias del Mar en el archipiélago de Juan Fernández. Expositor: Profesor Patricio Arana.



Figura 67. Presentación de resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto en el archipiélago de Juan Fernández. Expositores: Ingenieros Pesqueros Juan Carlos Orellana y Álvaro De Caso.

Una vez finalizadas las exposiciones, se llevó a cabo la discusión de los resultados obtenidos y sobre las temáticas presentadas. En este sentido, dentro de los aspectos más destacados se indicó por parte del Sr. Luis Llanquín (pescador isleño participante del proyecto) la conformidad con el trabajo realizado y de la utilidad de los dispositivos de escape probados en las experiencias, principalmente por el hecho que los ejemplares bajo la talla mínima legal o de comercialización queden en las zonas de pesca ("marcas") utilizadas por los pescadores, cuidando de esta forma el recurso con miras a futuro. En este sentido, señaló que es importante se pueda normar al respecto, con la finalidad que el resto de los pescadores los utilicen y a la vez se efectúe el seguimiento y la fiscalización correspondiente.

En el taller se argumentó que la utilización de estos dispositivos podría representar un costo adicional para los pescadores y un posible impacto ambiental por el material en desuso que se generaría de acuerdo a la vida útil de estos. Al respecto, se indicó que en términos de costo no implicaría un gasto significativo, dado que con este tipo de material la placa tendría un valor de \$2.500 y \$3.500 para cada trampa de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado, respectivamente. En cuanto a la vida útil, se señaló que en la industria acuicultora y para efectos contables se consideran cuatro años, aunque su duración es notoriamente mayor. En base a todo lo anterior, se insinuó que los pescadores del archipiélago podrían optar al Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal y poder obtener así el financiamiento para la implementación de los dispositivos de escape para sus trampas.

Relacionado con esto, se consultó a los exponentes acerca de la disposición final del material constituyente de las placas de HDPE al cabo de su vida útil. Al respecto, se indicó que este tipo de material es reciclable y reutilizable, por lo cual se podrían adoptar estrategias de recopilación y almacenaje de los dispositivos dañados o en desuso para posteriormente ser enviados al continente para su reproceso, abaratando así el costo de reposición.

Se consultó si en el proyecto se consideró la utilización de otro tipo de dispositivos en las trampas, específicamente aberturas rectangulares. De acuerdo a ello, se indicó que para el diseño y dimensionamiento de las aberturas se trabajó en base a experimentaciones previas en crustáceos que dieron a conocer la efectividad en la utilización de las aberturas circulares, además de ser fáciles de medir y permitir una única medida en la calibración de ellas. De igual forma, y de acuerdo a antecedentes de relaciones morfométricas y dada la gran variación existente entre la altura de los ejemplares para una misma longitud cefalotorácica que podrían generar diferencias significativas en la retención de individuos, es que no se consideraron las aberturas rectangulares para ser utilizadas en esta experiencia. De acuerdo a esto, se consultó también acerca de qué medida morfométrica influiría mayormente en el escape de langostas a través de los dispositivos, señalándose que

correspondería principalmente al ancho cefalotorácico, dado que ambas especies no presentan un perímetro circular.

En cuanto a los resultados de experiencias de filmación submarina realizados cerca de la costa por limitaciones de los equipos disponibles se preguntó acerca de las dificultades tenidas en la experimentación con cangrejo dorado, principalmente en cuanto a los tiempos de traslado desde la zona de pesca hasta su permanencia en vivero y posterior realización de la filmación. En este sentido, se indicó que efectivamente en este recurso resultó compleja la experimentación debido a que el tiempo total de traslado correspondió a dos horas aproximadamente desde la zona donde se capturaron, fueron trasladados a puerto al interior de un cajón en la embarcación y protegidos de esta manera del sol, luego se mantuvieron en vivero para realizar al día siguiente la filmación submarina. Todo esto se tradujo en estrés para los individuos y con lo cual la experiencia no resultó con los resultados esperados de escape de los ejemplares, atribuible principalmente al cambio de temperatura entre su hábitat a 450-600 m y las aguas superficiales, además del proceso de transporte y mantención fuera del agua.

En cuanto a la langosta de Juan Fernández, se consultó acerca de si en los intentos de escape frontal y por retroceso identificados de acuerdo a las filmaciones submarinas, se produjo daño en los apéndices provocados por el roce de las extremidades con el borde de la abertura circular en aquellos individuos que finalmente no lograban escapar desde el interior de la trampa. A este respecto, se señaló que en la revisión de los ejemplares utilizados para la filmación submarina y una vez la trampa ya izada en la cubierta de la embarcación, se determinó que cada uno de ellos se encontraba en perfectas condiciones por lo cual no se generó daño en los apéndices debido al roce con las aberturas de los dispositivos.

Por otra parte, el Sr. Luis Llanquín señaló con respecto a la posible disminución de recursos pesqueros en el archipiélago, la presencia al interior de las cinco millas reservadas para la pesca artesanal de buques industriales que además de generar impacto en los recursos de la zona les provocarían pérdidas económicas debido a que en su paso cortarían materiales de pesca (boyas, cabos y trampas) utilizadas para la captura de cangrejo dorado.

Finalmente, se concluyó que efectivamente la utilización de dispositivos de escape en las trampas de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado resultaría adecuada para incorporarlos en las respectivas pesquerías y a la vez sería beneficioso para los propios pescadores, dados los argumentos mencionados anteriormente. Todo lo anterior fue dado a conocer a los participantes del proyecto y posteriormente a representantes del sindicato de pescadores de Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk.

De acuerdo a lo anterior, se confeccionó una ficha técnica de divulgación (ver adjunto) que explica de manera didáctica la forma en la cual se deberá implementar en las trampas los mecanismos de escape en cuanto a ubicación, dimensiones y materiales, además de las ventajas asociadas a la utilización de los dispositivos. Estos serán enviados a la isla y repartidos entre los pescadores.





Guillermo Martínez González, Director de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y **Patricio Arana Espina**, Investigador responsable del Proyecto FIP 2008-25, tienen el agrado invitarle al Taller de divulgación de resultados del proyecto "Implementación de dispositivos de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández", el cual de realizará el martes 8 de junio de 2010, a partir de las 09:30 hrs. en el Aula Media "Ximena Reyes", ubicada en Avenida Altamirano 1480, Valparaíso.

Valparaíso, mayo de 2010

Confirmar su asistencia al fono 032 - 227 4237





Taller de Difusión: "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández" (Proyecto FIP N°2008-25)



Martes 8 de junio de 2010

Programa del Taller

09:30 - 09:45	Bienvenida a los asistentes Profesor Guillermo Martínez G., Director de la Escuela de Ciencias del Mar
09:45 – 10:15	Labores desarrolladas por la Escuela de Ciencias del Mar en el archipiélago de Juan Fernández y presentación Proyecto FIP 2008-25. Expositor: Profesor Patricio Arana
10:15 – 10:45	Diseño y construcción de dispositivos de escape, caracterización morfométrica, experiencias de mortalidad y filmaciones submarinas para determinar el comportamiento de escape en langosta y cangrejo dorado. Expositor: Ingeniero Pesquero Juan Carlos Orellana
10:45 – 11:15	Café
11:15 – 11:45	Composición de las capturas, esfuerzo y CPUE de langosta y cangrejo dorado. Expositor: Ingeniero Pesquero Álvaro De Caso
11:45 – 12:15	Estimación de funciones de selectividad y determinación del tamaño óptimo de los dispositivos. Expositores: Ingenieros Pesqueros Juan Carlos Orellana y Álvaro De Caso
12:15 – 12:45	Discusiones y conclusiones del taller. Profesor Patricio Arana

Escuela de Ciencias del Mar Aula Media Ximena Reyes Avenida Altamirano 1480 - Valparaíso Valparaíso



TALLER TÉCNICO LISTADO DE INVITADOS



"Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández"

NOMBRE	INSTITUCIÓN
ACUÑA, ENZO	UCN
AHUMADA, MAURICIO	PUCV
ALARCÓN, RUBÉN	INPESCA
ARANCIBIA J., LEONARDO	BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL
BACIGALUPO, HECTOR	FIP
BAEZ, PEDRO	MNHN
CANALES, CRISTIAN	IFOP
CAMACHO, PATRICIO	PESCADOR JUAN FERNÁNDEZ
CUBILLOS, LUIS	UDEC
DAPREMONTT, MICHELL	FIP
DAZA, ERICK	IFOP
ERNST, BILLY	UDEC
GUERRERO, AURORA	SUBPESCA
GUZMÁN, LEONARDO	IFOP
HENRÍQUEZ, LUIS	PUC
KARSTEGL, ALEJANDRO	SUBPESCA
LLANQUIN, LUIS	PESCADOR JUAN FERNÁNDEZ
MONTENEGRO, CARLOS	IFOP
OLGUÍN, ANDRÉS	IFOP
OYARZÚN, SYLVIA	UMAG
PALMA, ALVARO	PUC
PALMA, SERGIO	PUCV
PASCHKE, KURT	UACH
PEZZUTO, PAULO RICARDO	UNIVALI / BRASIL
PINOCHET, RUBÉN	FIP
QUINTANILLA, ANDRÉS	PESQUERA QUINTERO
RÍOS, CARLOS	UMAG
RETAMAL, MARCO ANTONIO	UDEC
RUDOLPH, ERICH	ULAGOS
SERRANO, JORGE	FIMAR
SOTO, RAÚL	UNAP
THIEL, MARTÍN	UCN
WEHRTMANN INGO	UCR
ZARATE, MANUEL LIMARÍ	PROFESIONAL PESQUERO
ZILLERUELO, MAXIMILIANO	IFOP
APROPECH	(354) PROFESIONALES PESQUEROS
CONSEJEROS	(7) FIP



TALLER TÉCNICO LISTADO DE ASISTENTES



"Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández"

NOMBRE	INSTITUCIÓN
AHUMADA, MAURICIO	PUCV
ARANCIBIA J., LEONARDO	BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL
BACIGALUPO, HECTOR	FIP / SONAPESCA
CANALES, CRISTIAN	IFOP
CARREÑO, DAISY	PUCV
CAMACHO, PATRICIO	PESCADOR JUAN FERNÁNDEZ
DAPREMONTT, MICHELL	FIP
GONZÁLEZ, EXEQUIEL	PUCV
GUERRERO, AURORA	SUBPESCA
HENRÍQUEZ, LUIS	PUC
JARA M, MARCO	PUCV
KARSTEQ, ALEJANDRO	SUBPESCA
LLANQUIN, LUIS	PESCADOR JUAN FERNÁNDEZ
MARTÍNEZ, GUILLERMO	PUCV
NARANJO B., LAURA	PUCV
OLGUÍN A., MARCO	PUCV
PALMA, ALVARO	PUC
PALMA, SERGIO	PUCV
PEZZUTO, PAULO RICARDO	UNIVALI / BRASIL
PINOCHET, RUBÉN	FIP
QUINTANILLA, ANDRÉS	PESQUERA QUINTERO
SÁNCHEZ, FELIPE	PUCV
SERRANO, JORGE	FIMAR
WEHRTMANN INGO	UCR / COSTA RICA
ZARATE, MANUEL LIMARÍ	PROFESIONAL PESQUERO
ZILLERUELO, MAXIMILIANO	IFOP

"Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández"

Materiales

Características principales de las placas:

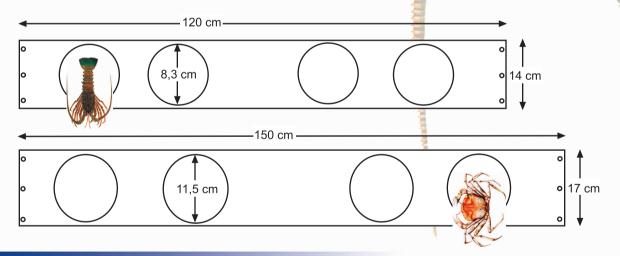
- Deben ser resistentes, flexibles y de gran durabilidad.
- No contaminantes.
- Fácil de construir e instalar en las trampas.
- Bajo costo.

Tipo:

- Polipropileno expandido de alta densidad (HDPE)
- PVC

Dimensiones

El tamaño de las placas debe corresponder al largo de las trampas. Los orificios deben estar debidamente calibrados y no deben tener ningún obstáculo que impida que los ejemplares pequeños salgan de ellas.



Ubicación

Los dispositivos se deben colocar en la parte inferior de las trampas. Para su instalación se deben quitar las dos últimas varillas y dejar la placa unida firmemente al armazón mediante la utilización de clavos de 1 pulgada.



Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

La utilización de los dispositivos de escape tiene las siguientes ventajas:

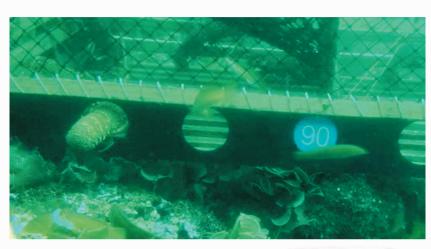
Minimiza la captura de ejemplares bajo la talla mínima legal o de comercialización. Disminuye el tiempo de selección de individuos comerciales.

Los ejemplares que escapan de la trampa quedan en los sectores de pesca ("marcas").

Reduce la manipulación de las hembras ovíferas.

Evita someter a los ejemplares descartados a cambios bruscos de presión.

Menor trabajo del virador al disminuir el peso de la captura en las trampas.





Regulaciones en la pesca de langosta

- Resguardo de ejemplares juveniles, limitando la comercialización a ejemplares con un tamaño igual o superior a 115 mm, medidos desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón.
- 2. Los ejemplares con huevos visibles y aquellos con ta<mark>lla</mark> inferior a l<mark>a mínima legal deben ser devue</mark>ltos al mar en el mismo lugar de captura.
- 3. Veda estacional en islas Robinson Crusoe y Santa Clara entre el 15 de mayo y el 30 de septiembre de cada año. En islas Desventuradas, entre el 1 de junio y el 30 de septiembre de cada año.
- 4. El único arte de pesca autorizado para la captura de este recurso es la trampa.
- 5. Suspensión de inscripción en el registro artesanal de la Región de Valparaíso e Islas Oceánicas, en todas sus categorías, en la sección del recurso langosta de Juan Fernández y en todas las especies que constituyan fauna acompañante, por el plazo de cinco años a partir del 03/dic/09.

Escuela de Ciencias del Mar Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las pesquerías de langosta de Juan Fernández y cangrejo dorado se caracterizan tecnológicamente por utilizar exclusivamente trampas como aparejos de pesca, en las cuales un alto porcentaje de la captura total corresponde a ejemplares bajo la talla mínima legal o de comercialización, los cuales deben ser devueltos al mar en el mismo lugar de su captura. De acuerdo a esto, se ha estimado probable la ocurrencia de una mortalidad adicional a la causada directamente por la pesca, ya sea por manipulación, daño de la masa ovífera, deriva de los ejemplares por efecto de las corrientes marinas en relación al lugar de donde fueron extraídos o asociada al diferencial de profundidad (presión) que probablemente es más importante en recursos que se encuentran a mayor profundidad.

De acuerdo a esto último, el cangrejo dorado es capturado principalmente entre los 400 m y 500 m de profundidad y por ende se supone afectados en mayor medida en su capacidad fisiológica para sobrevivir el significativo cambio de medio ambiente durante los procesos de virado y descarte, aspecto que fue indicado por Tallack (2007) en la pesquería de *Chaceon quinquedens* capturado a profundidades mayores de 600 m. Por otro lado, según lo indicado por Winger & Walsh (2005), las tasas de mortalidad en la pesquería con trampas de *Chionoecetes opilio* (realizadas a profundidades entre 170 y 380 m) estarían en torno al 51%. Todo lo anterior es coincidente con los resultados obtenidos en el presente informe donde se registró mortalidad de 15% en una profundidad de 494 m y de 53% a 458 m de profundidad, lo que ratifica la incidencia de las variaciones de presión y posiblemente la temperatura y otros efectos anexos en este tipo de recurso.

En cambio, en el caso de la langosta de Juan Fernández, Arana (1992) registró en experiencias de marcaje realizadas en torno al archipiélago de Juan Fernández, que un mismo ejemplar fue recapturado en ocho oportunidades, lo cual estaría indicando que los cambios de presión causados por constantes ascensos y descensos no tendrían un efecto significativo sobre este recurso. En efecto, en el presente informe se estimó mortalidad asociada principalmente a la presencia de depredadores en las trampas (anguilas y/o pulpos), dado que cuando las experiencias se realizaron con tiempos de reposo de un día los ejemplares no presentaron mortalidad causada por el ascenso y descenso consecutivo.

Adicionalmente a los efectos que puedan o no generar las diferencias de presión en los recursos analizados, el factor que influiría negativamente en desmedro de la actividad extractiva en ambas especies estaría relacionado con la captura de una alta proporción de individuos bajo la talla mínima legal o de comercialización y ante lo cual una opción que permitiría minimizar esta situación sería incorporando a las trampas dispositivos de escape. Así, para el logro de este objetivo se planteó

la utilización de aberturas circulares en las trampas debido a que estas han sido comúnmente empleadas y con buenos resultados principalmente en pesquerías de langostas, cangrejos y jaibas (Arana & Díaz, 1987; Krouse, 1989; Everson *et al.*, 1992; Arana & Ziller, 1994; Rosa-Pacheco & Ramírez-Rodríguez, 1996; Winger & Walsh, 2005; Aguilar & Pizarro, 2006; Tallack, 2007; entre otros).

En este sentido y en el caso particular de la langosta de Juan Fernández, la utilización de dispositivos de 80 mm, 85 mm y 90 mm de diámetro al ser comparadas con las trampas a modo de control, permitió determinar que no existe diferencia significativa en la CPUE (ind trampa-1) de ejemplares comerciales entre los distintos tipos de dispositivos utilizados. Más aún, se estableció que los rendimientos se incrementaron levemente en las trampas con abertura circular de 85 mm, aspecto que es de relevancia para los resultados que se deseaban con la implementación de este tipo de dispositivo. Esto último, fue estadísticamente comprobado mediante el análisis de varianza (ANOVA), el cual dió a conocer que no hay diferencias en las capturas obtenidas entre las trampas con dispositivos de escape y aquellas utilizadas como control. Resultados similares fueron obtenidos por Arana & Díaz (1987) en *Jasus frontalis* y Fogarty & Borden (1980) en *Homarus americanus*, quienes indicaron que al emplear ventanillas de escape en las trampas, el número de ejemplares de talla comercial aumentó respecto a los aparejos de uso tradicional. Según Krouse (1978), en el caso de *H. americanus* esta situación correspondería a factores conductuales de la especie; ya que las langostas no ingresarían a trampas con alta densidad en su interior o bien una vez que han ingresado tenderían a escapar de ellas por el mismo motivo.

Estos factores conductuales y específicamente el comportamiento de escape, rara vez son estudiados debido a la imposibilidad de registrar el comportamiento de los individuos en su medio natural, y por ende las observaciones están en base a experiencias realizadas principalmente bajo condiciones de laboratorio. Es así, como Arana et al. (2006) realizaron filmaciones submarinas con la finalidad de obtener registros acerca de la operación diurna y nocturna de las trampas con el consiguiente ingreso de langostas, y, posteriormente, Muñoz (2009) en condiciones de laboratorio evaluó la respuesta de atracción de carnadas en *J. frontalis*, registrando también su comportamiento mediante filmación. En este sentido, la realización de filmaciones submarinas durante el desarrollo de la presente investigación contribuyó a determinar la manera en que estos crustáceos realizan el escape a través de las aberturas circulares y, además, observar al mismo tiempo el comportamiento al interior de las trampas, aspectos que resultan de gran importancia para el diseño de las trampas y el uso de dispositivos de escape.

En cuanto a las capturas de ejemplares bajo la talla mínima legal, y tal como se esperaba, de acuerdo con los resultados previos obtenidos por Arana & Díaz (1987) y Arana & Ziller (1994), la CPUE (ind trampa⁻¹) disminuyó en la medida que aumentó el diámetro de la abertura, obteniéndose

lógicamente el mayor valor en aquellas trampas utilizadas como control. Estadísticamente, la prueba de Levene indicó que no hay igualdad de varianzas, por lo cual al aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y seguidamente el test de Games-Howell, se determinó que existen diferencias significativas en la captura de individuos bajo talla comercial de langosta de Juan Fernández entre las trampas con dispositivos (L1, L2 y L3) respecto a las trampas utilizadas como control, disminuyendo las capturas en la medida que se incrementa el diámetro de la abertura circular.

Igualmente, en cangrejo dorado, la CPUE de ejemplares comerciales no registró diferencias significativas entre trampas control y aquellas con dispositivos de escape, lo cual fue avalado por los test estadísticos aplicados. Por el contrario, en las capturas de ejemplares no comerciales tanto las CPUE como la aplicación de los test estadísticos indicaron la menor retención de individuos en trampas con dispositivos de escape de 115 mm, en comparación con las trampas control y con aberturas de 105 y 110 mm de diámetro. De esta forma, es importante señalar que en la pesquería del cangrejo dorado, dado que no cuenta con normativa asociada y sólo se emplea en forma no oficial un tamaño mínimo comercial, se considera necesario incorporar una talla mínima de extracción con la finalidad de proteger la fracción más pequeña del stock que es igualmente desembarcada para su procesamiento o consumo local. Con ello se minimizaría también la posibilidad de que individuos bajo 100 mm de LC, que corresponde a la talla de primera madurez en machos determinada por Guerrero & Arana (2009), mueran producto de los cambios de presión. Así, sumado a la incorporación de los dispositivos de escape se lograría disminuir la cantidad de ejemplares bajo la talla mínima comercial que son capturados y desembarcados.

Cabe considerar, que si bien se realizó un análisis estadístico para determinar diferencias significativas en las tallas medias de las trampas control con respecto a aquellas en las cuales se implementaron dispositivos de escape, tanto en la langosta de Juan Fernández como en el cangrejo dorado, estas no fueron consideradas para efectos de la determinación del tamaño óptimo de abertura, toda vez que no constituyeron el objetivo de la presente investigación. La elección de dispositivos óptimos se realizó en base a la determinación de la CPUE que fuera equivalente o superior a la registrada en las trampas control y de acuerdo a la estimación de las curvas de selectividad respectiva.

En este sentido, y de acuerdo al análisis de las capturas y rendimientos obtenidos en ambos recursos es evidente que la utilización de los dispositivos de escape incorporados en las trampas contribuye a obtener una considerable disminución en la retención de ejemplares bajo la talla mínima legal. Sin embargo, aún cuando esta información puede ser utilizada para la determinación de un tamaño de dispositivo adecuado para permitir el escape de ejemplares bajo la talla mínima legal, es necesario construir curvas de selección para cualquier tamaño de dispositivo de escape que se

desee, tal como fue desarrollado por Arana & Ziller (1994), quienes desarrollaron un modelo para definir curvas de selección para cualquier tamaño de dispositivo de escape y, además, establecer el tamaño del dispositivo a una probabilidad de retención dada. Esto, es coincidente con los resultados obtenidos en el presente proyecto al calcular el tamaño del dispositivo de escape óptimo para diferentes probabilidades de retención y tallas mínimas de captura, obteniéndose así una abertura circular de 83,0 mm para ser utilizada en la pesquería de la langosta de Juan Fernández

Sin embargo, en el cangrejo dorado no fue posible determinar la curva de selección para los dispositivos de escape de 105 mm y 110 mm, y por consiguiente el procedimiento para determinar el tamaño óptimo de abertura no fue aplicado en este recurso. En este sentido, el comportamiento del recurso sumado a la elección de los tamaños de aberturas circulares inferiores a 115 mm utilizados en los dispositivos podrían influir en el éxito de escape desde el interior de las trampas y por consiguiente en el mayor número de ejemplares capturados a ciertos rangos de tallas en comparación con las trampas control.

Cabe destacar, que esta es una pesquería con bajo nivel de esfuerzo y que se desarrolla a profundidades de hasta 600 m. En este sentido, y de acuerdo a los resultados registrados en las filmaciones submarinas, se presume que el cangrejo dorado tendría menor movilidad al interior de la trampa en comparación con la langosta de Juan Fernández. Esto, sería de importancia pues reduciría el éxito de escape del recurso a través de los dispositivos y por consiguiente influiría en los niveles de captura registrados en las trampas utilizadas en la experimentación. Así, los aspectos mencionados pueden ser considerados para futuras investigaciones tendientes a conocer el comportamiento que tiene este recurso al interior de la trampa en las profundidades habituales en que habita.

De acuerdo a todo lo anteriormente expuesto, es posible señalar que la implementación de dispositivos de escape presentaría principalmente ventajas y sólo algunas desventajas para quienes los utilicen. Entre las desventajas, se considera el costo adicional que significaría en términos de materiales los utilizados para la construcción del aparejo de pesca en la incorporación de las placas de HDEP. Sin embargo, las mayores ventajas representan un aspecto importante en su utilización por parte de los pescadores, entre ellas:

- Disminuiría la tasa de mortalidad adicional por concepto de manipulación, cambios de presión y temperatura (cangrejo dorado), stress, pesca fantasma y/o predación por otros recursos dentro de las trampas;
- 2. Permitirían reducir la cantidad de ejemplares bajo la talla mínima legal (langosta de Juan Fernández) o de comercialización (cangrejo dorado) y se mantendrían e incluso podrían mejorar los rendimientos de ejemplares comerciales por trampa virada;

- 3. Se reducirían los tiempos operacionales en la selección de individuos comerciales entre el total de ejemplares retenidos por trampas;
- 4. Se reduciría el peso de las trampas durante el virado y por consiguiente mayor vida útil del virador;
- 5. Los ejemplares bajo talla que escapan a través de los dispositivos se mantendrían en los lugares habituales de pesca ("marcas") y estarían disponibles al arte de pesca una vez obtenida la talla comercial; y,
- 6. Permitiría disminuir la manipulación de hembras ovíferas al comienzo de la temporada aumentando las probabilidades de que se lleguen a reclutar más juveniles.

CONCLUSIONES

Aspectos generales

Capturas

- Se registró una captura total (captura comercial más individuos bajo talla) de 20.136 individuos, de los cuales 6.692 correspondieron a cangrejo dorado y 13.444 a langosta de Juan Fernández. En cuanto a la captura comercial, en cangrejo dorado esta fue de 2.934 individuos, en tanto que en langosta se obtuvo 1.802 ejemplares.
- ➤ Al desagregar la captura total por sexo, se determinó que en langosta correspondieron 9.430 ejemplares (70,1%) a machos, 3.411 (25,4%) a hembras y 603 (4,5%) a hembras con huevos. En tanto, en cangrejo dorado la mayor cantidad de individuos capturados correspondió a machos con 6.565 individuos (98,1%), mientras que 123 (1,8%) y cuatro (0,1%) individuos fueron hembras y hembras con huevos, respectivamente.
- Las capturas de *Jasus frontalis* por dispositivo de escape evidenciaron que las trampas control concentraron las mayores capturas, tanto de individuos de talla comercial como aquellos bajo la talla mínima legal. En este sentido, fueron más evidentes en capturas no comerciales, en las cuales se registraron 6.598 individuos en trampas control, mientras que en las trampas con dispositivo L1 (80 mm de diámetro), L2 (90 mm) y L3 (95 mm) la captura fue de 3.212, 1.664 y 168 individuos bajo talla comercial, respectivamente.
- ➤ En cangrejo dorado, las capturas de individuos sobre y bajo la talla legal de comercialización no presentaron diferencias significativas entre las trampas control y aquellas con dispositivos de escape. Sin embargo, las menores proporciones de ejemplares no comerciales fueron capturados por las trampas con dispositivos de escape D3 (115 mm).

Esfuerzo

Se realizaron en total 163 salidas de pesca, empleándose en cada una de ellas 81 trampas en langosta y 30 en cangrejo dorado. En el caso de *Jasus frontalis* fueron utilizadas 29 trampas control (CL), 19 con dispositivo de escape L1, 18 con dispositivo L2 y 15 con dispositivo L3. Mientras tanto, en *Chaceon chilensis* se utilizaron siete trampas control (CC), ocho con dispositivo D1 (105 mm de diámetro), siete con dispositivo D2 (110 mm) y ocho con dispositivo D3 (115 mm).

Las trampas de langosta se revisaron en 2.437 ocasiones, en tanto que en cangrejo las trampas se revisaron en 300 oportunidades. En ellas, los tiempos de reposo promediaron los 3,7 y 7,2 días en langosta y cangrejo, respectivamente.

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

- ➤ En langosta, la CPUE determinada sobre la base del número de trampas e individuos comerciales capturados fluctúo entre 0,55 (octubre) y 1,32 (enero) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 0,94 ind trampa⁻¹, mientras que en el caso de captura de ejemplares no comerciales esta fluctúo entre 5,03 (octubre) y 8,28 (febrero) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 6,06 ind trampa⁻¹.
- ➤ Al considerar el tiempo de reposo como unidad de esfuerzo, se determinó que tanto para ejemplares comerciales como no comerciales, el mayor valor se registró en febrero con 0,35 y 2,28 ind trampa día⁻¹, respectivamente.
- ➤ En cangrejo dorado la CPUE determinada sobre la base del número de trampas e individuos comerciales capturados fluctúo entre 8,7 (diciembre) y 13,2 (noviembre) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 9,81 ind trampa⁻¹, mientras que en el caso de captura no comerciales esta fluctúo entre 10,7 (enero) y 14,4 (diciembre) ind trampa⁻¹, con un promedio global de 12,6 ind trampa⁻¹.
- ➤ La CPUE de ejemplares comerciales considerando el tiempo de reposo como unidad de esfuerzo, registraron valores entre 1,14 y 2,10 ind trampa día⁻¹ en el caso de la captura total y entre 0,99 y 1,78 ind trampa día⁻¹.

CPUE de acuerdo al tamaño del dispositivo empleado

- Se observó que en capturas comerciales por trampa de langosta entre las trampas utilizadas como control y en las que se implementaron los dispositivos la CPUE promedio fluctuó entre 0,75 (L3) y 1,01 (L2) ind trampa⁻¹. En cuanto a la captura no comercial de las trampas con dispositivo contra las utilizadas como control se observó que la CPUE es inversamente proporcional al tamaño del dispositivo, la que en promedio fluctuó entre 8,76 (CL) y 2,18 (L3) ind trampa⁻¹.
- ➤ Al analizar los rendimientos sobre la base del tiempo de reposo y la captura comercial, se observó que este indicador presentó similitud en sus valores, fluctuando entre 0,22 (L3) y 0,26 (L2) ind trampa día⁻¹. En cuanto a las capturas no comerciales, se determinó que la CPUE disminuyó en la medida que aumentó la abertura del dispositivo; así, el mayor valor fue registrado

en trampas control con 2,40 ind trampa día⁻¹ y el menor en dispositivo de escape L3 con 0,62 ind trampa día⁻¹

- ➤ En cangrejo, se observó que la CPUE entre las trampas utilizadas como control y en las que se implementaron los dispositivos el promedio fluctuó entre 9,56 (D3) y 10,6 (CC) ind trampa⁻¹. En cuanto a la captura no comercial de las trampas con dispositivo contra las utilizadas como control se observó que la CPUE en promedio fluctuó entre 8,36 (D3) y 18,2 (D1) ind trampa⁻¹.
- ➤ Al analizar la CPUE (ind trampa día⁻¹) se determinó que los valores se mantuvieron entre 1,17 y 1,33 ind trampa día⁻¹ en las capturas comerciales, y entre 1,23 y 2,69 ind trampa día⁻¹ en capturas no comerciales, siendo este último el valor más alto registrado en trampas con dispositivos D1 (105 mm de diámetro)

Mortalidad

Langosta de Juan Fernández

- La mortalidad debido al diferencial de presión entre la superficie y el sustrato en la primera profundidad de trabajo (en torno a los 64 m), evidenció que solamente en machos de la zona 1 se registró una mortalidad de 6,1% luego de transcurridos seis días de reposo.
- ➤ En la zona 2 a una profundidad cercana a los 91,5 m y luego de siete días de reposo, se registró una mortalidad en machos y hembras, que correspondió a 10,0 y 13,3%, respectivamente.
- Cuando las revisiones de trampas se realizaron diariamente no se registraron mortalidades, lo cual indicaría que el efecto de múltiples ascensos y descensos en cortos períodos de tiempo no afectaría la sobrevivencia de los ejemplares.
- ➤ En cada una de las revisiones efectuadas los ejemplares se encontraron en perfectas condiciones. Esto, en consideración a que los tiempos de exposición al medio ambiente y la manipulación mecánica en cubierta fueron mínimos (menores a 10 minutos por trampa revisada).

Cangrejo dorado

➤ En cangrejo dorado se determinó que la capacidad fisiológica de este recurso ante la variación de profundidad y exposición al medio es menor que en langosta. Es así como se registraron mortalidades en las zonas 1 y 2 de 15 y 53%, respectivamente, en donde las revisiones a trampas promediaron 8,7 días de reposo.

- ➤ En la zona 3 se realizaron solamente tres revisiones debido a las circunstancias acontecidas en el archipiélago. En estas, se trabajó a una profundidad de 458 m y no se registraron mortalidades.
- Los individuos presentaron todos sus apéndices en perfectas condiciones en cada una de las revisiones realizadas. Los tiempos de exposición fueron menores a 10 minutos, sin embargo es probable que las condiciones ambientales afecten la resistencia de los individuos y por ende su sobrevivencia.

Proporción sexual global y a la talla

Langosta de Juan Fernández

- La langosta presentó una proporción sexual global (% de machos) que fluctuó entre un 55,6 y 78,4% (febrero 2010 y diciembre 2009), respectivamente, con un promedio de 70,1%.
- ➤ El tamaño de los ejemplares muestreados durante el período analizado fluctuó entre 42 y 133 mm de LC en machos y entre 55 y 138 mm de LC en hembras. En términos generales los machos exhibieron tallas medias superiores a las hembras, fluctuando entre 87,0 y 90,9 mm en machos y entre 84,7 y 90,6 mm de LC en hembras.
- Por dispositivo de escape, se determinó que la talla media global registró sus mayores valores en trampas con dispositivos de escape en comparación con aquellas que fueron utilizadas como control.

Cangrejo dorado

- ➤ La proporción sexual global se caracterizó por el alto predominio de machos fluctuando entre 96,1 y 99,1% (diciembre y noviembre, respectivamente), con un promedio de 98,1%.
- ➤ Los machos exhibieron mayor tamaño que las hembras, con tallas medias que variaron entre 111,3 y 114,7 mm de LC en machos, mientras que en hembras fluctuaron entre 92,7 y 100,9 mm de LC.
- Por dispositivo no se apreció una relación directa entre el tamaño del dispositivo y la talla; sin embargo fue posible determinar que en términos comparativos, las trampas con aberturas de escape circulares D3 la talla media fue mayor que las registradas en las trampas control y con dispositivos D1 y D2, durante cada uno de los meses analizados.

Caracterización morfométrica

Langosta de Juan Fernández

Se determinó la relación existente entre la longitud cefalotorácica y la longitud entre la base de las antenas y el borde posterior del caparazón. Así se obtuvo una relación directa entre las variables analizadas, donde esta última fue 14,7% mayor que la longitud cefalotorácica medida desde el extremo del rostro. De acuerdo a esto, y para una talla mínima legal de comercialización de 115 mm se estableció una longitud cefalotorácica de 98 mm.

Cangrejo dorado

Se midió la longitud cefalotorácica, ancho cefalotorácico y la altura máxima del cuerpo. Así, al considerar una talla mínima comercial de 130 mm de AC, se determinó una longitud cefalotorácica equivalente a 110 mm. En tanto, al relacionar la longitud cefalotorácica (LC) con la altura máxima del cuerpo se determinó que para 110 mm de LC (equivalente a una talla comercial de 130 mm de ancho cefalotorácico), la altura máxima del cuerpo correspondió a 55 mm.

Comportamiento de escape

Langosta de Juan Fernández

- ➤ En las filmaciones submarinas en langosta se identificaron dos posiciones de escape. La primera de ellas correspondió a intento de salida frontal y la segunda en retroceso.
- Los intentos de escape frontal no tuvieron resultados positivos, teniendo como limitante la poca capacidad de flexión de las antenas. En tanto, que al posicionar su abdomen sobre la abertura circular del dispositivo el escape se produjo luego de impulsarse con ayuda de sus patas. En este último caso, se determinó como medida limitante de escape el ancho cefalotorácico más la posición flectada de sus patas.

Cangrejo dorado

Se determinó una menor movilidad de los individuos al interior de la trampa y escasos intentos por salir a través del dispositivo de escape. En este sentido, sólo un ejemplar intentó salir posicionando sus apéndices, ubicándose en sentido lateral de la abertura circular del dispositivo utilizado. El escape no ocurrió, identificándose como medida morfométrica limitante la longitud del cefalotórax.

Diseño de ventanas de escape

- Para la fabricación de los dispositivos de escape se utilizaron planchas de HDEP (Polietileno Expandido de alta densidad) en las cuales se dispusieron cuatro orificios realizados con troqueles a fin de asegurar su uniformidad en el tamaño.
- Estos dispositivos no representan un cambio sustantivo en la forma de construcción de las trampas y su evaluación en terreno permitió determinar que estos dispositivos se mantuvieron en buen estado en cada una de las trampas utilizadas, resistiendo sin problemas las operaciones y las condiciones de trabajo en el mar.

Porcentaje de ejemplares bajo talla de referencia

Langosta de Juan Fernández

Las estructuras de tallas (machos+hembras) evidenciaron que en las trampas control, el 93,9% de los individuos capturados son inferiores a 98 mm de LC (equivalente a 115 mm de talla mínima legal). Al considerar las trampas de acuerdo al dispositivo utilizado, es decir, 80 (L1), 85 (L2) y 90 (L3) mm de diámetro, se determinó que respectivamente, el 88,1%, 82,7% y 73,0% de los ejemplares se encuentra por debajo de este nivel.

Cangrejo dorado

➤ En las trampas control el 48,8% de los individuos capturados fueron menores a 110 mm de LC (equivalente a 130 mm de talla mínima legal). Al considerar las trampas de acuerdo al dispositivo utilizado, es decir, 105 (D1), 110 (D2) y 115 (D3) mm de diámetro, se determinó que respectivamente, el 59,9, 54,3 y 41,5% de los ejemplares se encuentra por debajo de este nivel.

Estimación de funciones de selección

➤ Del ajuste de los parámetros de las curvas de selección en la langosta, se observó que al incrementar el tamaño del dispositivo de escape la talla de primera captura aumentó. Así, las tallas de retención al 50% correspondieron a 87,59; 93,76 y 113,78 mm para dispositivos de 80, 85 y 90 mm de diámetro, respectivamente. En el caso del cangrejo, se determinó solamente la ojiva de selección para el dispositivo D3, en la que se observó que la talla de primera captura fue de 100,9 mm de LC y que se ajustó con un R² de 75,0%.

- ➤ Al efectuar las relaciones entre el tamaño del dispositivo de escape y la talla de primera captura, y entre el tamaño del dispositivo de escape y la pendiente de la curva de selección evaluada en LC_{50%}, se observó que al aumentar el tamaño del dispositivo los valores de LC_{50%} aumentaron y los de la pendiente de la curva de selección (S) disminuyeron.
- Con una probabilidad de retención de 98% se determinó que el tamaño óptimo del dispositivo debe ser de 83,0 mm de diametro. Para lo cual, se consideró una longitud mínima legal de comercialización de 98 mm de largo de caparazón (equivalente a 115 mm de longitud medida desde la base de las antenas hasta el borde posterior del caparazón).

Análisis estadístico

Langosta de Juan Fernández

- El análisis de varianza de captura comercial evidenció que no hay efecto (F =1,334; P = 0,262) entre grupos, lo cual indicaría que no hay diferencias en la captura entre las trampas con dispositivos con respecto a aquellas utilizadas como control. Mientras que la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis reflejó que en la captura no comercial hay efecto (χ² = 384,07; P = 0,000) entre grupos.
- ➤ El test de comparación múltiple a posteriori de Games-Howell evidenció que hay efecto en la captura de langosta no comercial entre la trampa control y las que presentan dispositivo (L1, L2 y L3), es decir, diferencias significativas en la captura de individuos bajo talla comercial de langosta de Juan Fernández entre las trampas con dispositivos con respecto de las trampas utilizadas como control. Entre dispositivos destacó el hecho que no existiese diferencia significativa (P = 0,000 entre los dispositivos L1, L2 y L3 en la captura de individuos bajo talla.
- ➤ El test de comparación múltiple de Tukey reflejó no existe diferencia entre las trampas utilizadas como control y con dispositivo (L1, L2 y L3) en la captura de individuos comerciales. Lo que tampoco se observó entre si en las trampas con dispositivo

Cangrejo dorado

La prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, determinó que en captura comercial de cangrejo dorado no hay efecto (χ^2 = 1,59; P = 0,662) entre grupos. Por el contrario, el análisis en captura no comercial, reflejó que hay efecto (χ^2 = 19,93; P = 0,000) entre los grupos.

- ➤ El test de comparación múltiple a posteriori de Games-Howell reflejó que hay efecto en la captura de cangrejo dorado no comercial entre la trampa control y las que presentan dispositivo D3 (*P* = 0,015) Mientras que entre dispositivos se observó que existe diferencia significativa del dispositivo 115 y 110 mm respecto de 105 mm (*P* = 0,000 y *P* = 0,040, respectivamente).
- ➤ En el caso de la captura comercial no existe diferencia entre las trampas utilizadas como control y con dispositivo (D1, D2 y D3). De la misma forma, no se observó diferencia entre si en las trampas en las que se implementaron los dispositivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Addison, J.T. & R.J. Lovewell. 1991.** Size composition and pot selectivity in the lobster (*Homarus gammarus* (L.)) and crab (*Cancer pagurus* L.) fisheries on the east coast of England. ICES J. Mar. Sci., 48(1): 79-90.
- **Aguilar, M. & P. Pizarro. 2006.** Empleo de ventanas de escape en trampas para la captura de jaiba peluda (*Cancer setosus*) en Iquique, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 34(2): 63-70.
- **Alverson, D.L., M.H. Freeberg, J.G. Pope & S.A. Murawski. 1994.** A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fish. Tech. Pap., 339: 233 pp.
- Amengual, R. 1915. Carta de pesca. Imprenta de la Armada, Valparaíso, 163-248.
- **Arana, P. 1983.** Estado en que se encuentra la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). Análisis de pesquerías chilenas. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 77-111.
- Arana, P. & C. Toro. 1985. Distribución del esfuerzo, rendimiento por trampa y composición de las capturas en la pesquería de langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, UCV, Valparaíso, 157-185.
- **Arana, P. & R. Vega. 2000.** Pesca experimental del cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 28: 69-81.
- **Arana, P. 1992.** Desplazamientos de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* H. Milne Edwards, 1837), determinados a través de marcaje. Cienc. Tec. Mar, CONA 15: 49-75.
- **Arana, P. 2000a.** Pesca exploratoria con trampas alrededor de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara, archipiélago de Juan Fernández, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 28: 39-52.
- **Arana**, **P. 2000b.** Estimación de abundancia y biomasa del cangrejo dorado (*Chaceon chilensis*) en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 28: 53-68.
- **Arana, P. & J. Díaz. 1987.** Utilización de trampas con dispositivos de escape en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). Manejo y desarrollo pesquero. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 83-99.
- Arana, P. & S. Ziller. 1994. Modelación de la selectividad de las trampas para la captura de la langosta (*Jasus frontalis*), en el archipiélago de Juan Fernández (Chile). Invest. Pesq. (Chile), 38: 1-21.
- Arana, P., M. Ahumada, A. Guerrero, V. Espejo, E. Yánez, C. Silva, B. Ernst & J.M. Orensanz. 2006a. Evaluación de stock y distribución de la langosta y el cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández (Proyecto FIP N°2005-21). Informe final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 27/2006: 257 pp.
- Arana, P., S. Palma, A. Guerrero, M. Ahumada & A. Jofré. 2006b. Monitoreo biológico-pesquero de la langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández. (Proyecto FIP N°2004-48). Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 32/2006: 288 pp.

- **Brown, C. 1982.** The effect of escape gaps on trap selectivity in the United Kingdom crab (*Cancer pagurus*) and lobster (*Homarus gammarus* (L.)) fisheries. J. Cons. int. Explor. Mer, 40: 127-134.
- **Brown, R.S. & N. Caputi. 1983.** Factors affecting the recapture of undersize western rock lobster *Panulirus cygnus* George returned by fishermen to the sea. Fish. Res., 2: 103-128.
- **Brown**, R.S. & N. Caputi. 1985. Factors affecting the growth of undersize western rock lobster *Panulirus cygnus* George returned by fishermen to the sea. Fish. Res., 83: 567-574.
- **Davis, G.E. 1981.** Effects of injuries on spiny lobster, *Panulirus argus*, and implications for fishery management. US Fish. Bull., 78: 979-984.
- **Díaz, P. & P. Arana. 1985.** Estimaciones de mortalidades y de la edad crítica en la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) de las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. En: P. Arana (ed.). Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 237-249.
- **Everson, A.R., R.A. Skillman & J.J. Polovina. 1992.** Evaluation of rectangular and circular escape vents in the northwestern Hawaiian Island lobster fishery. North Am. J. Fish. Manag., 12: 161-171.
- **Fogarty, M.J. & V.D. Borden. 1980.** Effects of trap-venting on gear selectivity in the inshore Rhode Island American lobster, *Homarus americanus*, fishery. US Fish. Bull., 77: 925-933.
- **Gooding, R. 1979.** Observations on surface-released, sublegal spiny lobsters, and potential spiny lobster predators near Necker and Nihoa islands. Southwest Fisheries Center Administrative Report, H-79-16: 8 pp.
- **Gooding, R. 1982.** Predation on surface and bottom released spiny lobsters, *Panulirus marginatus*, in the northwestern Hawaiian islands. National Marine Fisheries Service. Southwest Fisheries Center Administrative Report, H-82-1: 20 pp.
- **Grant, S.M. 2003.** Mortality of snow crab discarded in Newfoundland and Labrador's trap fishery: at sea experiments on the effect of drop height and air exposure duration. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 2481: 25 pp.
- **Grant, S.M., C. Keats & G. Blackwood. 2002.** Survivability of snow crab discarded from the pot fishery: experimental cage design and preliminary drop experiments. A report submitted to the Canadian Center for Fisheries Innovation and the Fisheries Diversification Program, Environmental Awareness and Conservation Technology Component. Department of Fisheries and Oceans, St Johns, Newfoundland, 30 pp.
- **Groeneveld, J., J. Khanyle & D. Schoeman. 2005.** Escapement of the Cape rock lobster (*Jasus lalandii*) through the mesh and entrance of commercial traps. US Fish. Bull., 103: 52–62.
- **Guerrero, A. & P. Arana. 2009.** Size structure and sexual maturity of the golden crab (Chaceon chilensis) exploited off Robinson Crusoe Island, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 37(3): 347-360.
- **Gulland, J.A. 1969.** Manual of methods for fish stock assessment. Part 1: Fish population analysis. FAO Man. Fish. Sci., 4: 154 pp.
- Haenke, T.P. 1942. Descripción del Reyno de Chile. Editorial Nascimento, Santiago, 280 pp.

- Harris, R.R. & M. Ulmestrand. 2004. Discarding Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) through low salinity layers-mortality and damage seen in simulation experiments. ICES J. Mar. Sci., 61: 127–139.
- **Hernández, R. & J. Monleon. 1975.** La comunidad de pescadores de Juan Fernández. En: Las islas de Juan Fernández. Facultad de Ciencias Humanas, U. de Chile, Santiago, 137-153.
- **Hunt, J.H., W.G. Lyons & F.S. Kennedy. 1986.** Effects of exposure and confinement of spiny lobster, Panulirus argus, used as attractants in the Florida traps fishery. US Fish. Bull., 84: 69-76.
- **Krouse, J.S. 1978.** Effectiveness of escape vent shape in traps for catching legal-sized lobster, *Homarus americanus*, and harvestable-sized crabs, *Cancer borealis* and *Cancer irroratus*. US Fish. Bull., 76: 425-432.
- **Krouse, J.S. 1989.** Performance and selectivity of trap fisheries for crustaceans. In: J.F. Caddy (ed.). Marine invertebrate fisheries: their assessment and management. Wiley & Sons, New York, 307–325.
- **Lancaster, J. & C. Frid. 2002.** The fate of discarded juvenile brown shrimps (*Crangon crangon*) in the Solway Firth UK fishery. Fish. Res., 58: 95–107.
- **Larraín, F. 1981.** Análisis histórico (1972-1979) de la pesquería de langosta (*Jasus frontalis*, Milne Edwards, 1837) realizada en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara (33°37'S-78°49'W), a través de modelos globales de producción. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 148 pp.
- MacIntosh, R.A., B.G. Stevens, J.A. Haaga & A.B. Johnson. 1996. Effects of handling and discarding on mortality of tanner crabs (*Chioneocetes bairdi*). In: The 13th Lowell Wakefield Fisheries Symposium: International Symposium on Biology, Management, and Economics of Crabs from High Latitude Habitats, University of Alaska, Fairbanks, 577–590.
- Martínez, G. & C. Alvarez. 2000. Factibilidad técnico-económica de la explotación comercial del recurso cangrejo dorado de Juan Fernández (*Chaceon chilensis*). Invest. Mar., Valparaíso, 28: 203-218.
- Miller, R.J. 1990. Effectiveness of crabs and lobter traps. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 1228-1251.
- Nishiuchi, S. 2001. Size selectivity of hair crab pots. Rev. Fish. Sci., 9(1): 13-26.
- Pavez, P. & J.E. Illanes. 1974. La langosta de Juan Fernández. IV. Descripción de la pesquería de la langosta (*Jasus frontalis*, M. Edwards) en el archipiélago de Juan Fernández. Invest. Mar., Valparaíso, 5(1): 53-84.
- Pope, J.A., A.R. Margetts, J.M. Hamley & E.F. Akyüz. 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Part 3. Selectivity of fishing gear. FAO Fish Tech. Pap., 41(Rev.1): 65 pp.
- Rosa-Pacheco, R.D.L. & M. Ramírez-Rodríguez. 1996. Escape vents in traps for the fishery of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*, in Baja California Sur, Mexico. Cienc. Mar., Baja Calif., Mexico, 22: 235-243.
- **Salthaug, A. & D. Furevik. 2004.** Size selection of red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, in traps with escape openings. Sarcia, 89(3): 184-189.

- Schoeman, D.S., A.C. Cockcroft, D L. van Zyl & P.C. Goosen. 2002a. Trap selectivity and the effects of altering gear design in the South African rock lobster *Jasus Ialandii* commercial fishery. S. Afr. J. Mar. Sci., 24: 37–48.
- **Segerstrale, C. 1931.** Informe sobre la pesca, industrialización y datos biológicos de la langosta de Juan Fernández. Informe del Depto. de Pesca y Caza (no publicado), 87 pp.
- **Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). 2003.** Anuario Estadístico de Pesca. www.sernapesca.cl.
- **Sparre, P. & S.C. Venema. 1997.** Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca, N°306.1, Rev. 2: 420 pp.
- **Stevens, B.G. 1990.** Survival of king and tanner crabs captured by commercial sole trawls. US Fish. Bull., 88: 731–744.
- Suuronen, P. 2005. Mortality of fish escaping trawl gears. FAO Fish. Tech. Pap., 478: 72 pp.
- **Tallack, S.M.L. 2007.** Escape ring selectivity, bycatch, and discard survivability in the New England fishery for deep-water red crab, *Chaceon quinquedens*. ICES J. Mar. Sci., 64: 1579–1586.
- **Treble, R.J., R.B. Millar & T.I. Walker. 1998.** Size-selectivity of lobster pots with escape-gaps: application of the SELECT method to the southern rock lobster (Jasus edwardsii) fishery in Victoria, Australia. Fish. Res., 34: 289–305.
- **Tracy, D.A. & S.C. Byersdorfer. 2000.** Summary of crab injury assessment and aerial exposure sample results from selected 1997/1998 Bering Sea/Aleutian Islands king and tanner crab fisheries and the 1998 Pribilof Islands hair crab fishery. Alaska Department of Fish and Game Regional Information Report, No. 4K00-52: 90 pp.
- **Tracy, D.A. & S.C. Byersdorfer. 2002.** Injuries and aerial exposure to crabs during handling in Bering Sea fisheries. In: The 19th Lowell Wakefield Symposium. Crabs in Cold Water Regions: Biology, Management and Economics. Ed. by A. J. Paul, E. G. Dawe, R. W. Elner, G. S. Jamieson, G. H. Kruse, R. S. Otto, B. Sainte-Marie *et al.* University of Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks, 211–212.
- **Vermeer, G.K. 1987.** Effects o fair exposure on dessication rate, hemolymph chemistry, and escape behaviour of the spiny lobster, *Panulirus argus*. US Fish. Bull., 85: 45-51.
- Vergara, H. & E. Morales. 1985. Morfología submarina del segmento central del cordón asísmico Juan Fernández, Pacífico Suroriental. En: P. Arana (ed.). Investigaciones marinas en el archipiélago Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 25-34.
- Warrenchuk, J.J. & T.C. Shirley. 2002. Effects of windchill on the snow crab (*Chionoecetes opilio*). In: A. J. Paul, E. G. Dawe, R. W. Elner, G. S. Jamieson, G. H. Kruse, R. S. Otto, B. Sainte-Marie et al. (eds.). The 19th Lowell Wakefield Symposium. Crabs in Cold Water Regions: Biology, Management and Economics. University of Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks, 81–96.
- Wileman, D.A., G.I. Sangster, M. Breen, M. Ulmestrand, A.V. Soldal & R.R. Harris. 1999.

 Roundfish and Nephrops survival after escape from commercial fishing gear. Final report. EC Contract FAIR-CT95–0753. Brussels.

- Winger, P.D. & P. Walsh. 2005. Evaluating the feasibility of escape mechanisms in conical snow crab traps-laboratory observations of snow crab behavior. Final report. Center for Sustainable Aquatic Resources, Fisheries and Marine Institute of Memorial University, St Johns, Newfoundland, 16 pp.
- Winger, P. & P. Walsh. 2007. The feasibility of escape mechanisms in conical snow crab traps. ICES J. Mar. Sci., 64: 1587–1591.
- Yáñez, E., C. Canales & C. Silva. 2000. Evaluación indirecta y estado de explotación de la langosta (*Jasus frontalis*) en el archipiélago de Juan Fernández (33°40'S-80°W). Invest. Mar., Valparaíso, 28: 135-147.
- **Yáñez, E., F. Larraín & P. Pavez. 1982.** Análisis de la captura y del esfuerzo aplicado en la pesquería de la langosta (*Jasus frontalis*) del archipiélago de Juan Fernández y recomendaciones de un sistema estadístico de pesca. Informe Final. Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, 4/82: 68 pp.
- Yáñez, E., L. Pizarro, M.A. Barbieri & O. Barra. 1985. Dinámica del stock de langosta (*Jasus frontalis* H. Milne Edwards, 1837) explotado en el archipiélago de Juan Fernández (33°40'S-80°W). En: P. Arana (ed.). Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 251-271.
- **Zhou, S. & G.H. Krouse. 2000a.** Modifications of cod pots to reduce tanner crab bycatch. North Am. J. Fish. Manag., 20: 897–907.
- **Zhou, S. & G.H. Krouse. 2000b**. Capture efficiency and size selectivity of two types of pots for red king crabs in the Bering Sea. Alaska Fish. Res. Bull., 6: 94–103.
- **Zhou, S. & T.C. Shirley. 1995.** Effects of handling on feeding, activity and survival of red king crabs, *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). J. Shellfish Res., 14: 173-177.
- **Zhou, S. & T.C. Shirley. 1996.** Is handling responsible for the decline of the red king crab fishery? In The 13th Lowell Wakefield Fisheries Symposium: International Symposium on Biology, Management, and Economics of Crabs from High Latitude Habitats, University of Alaska, Fairbanks, 591–612.

ANEXOS

AUTORIZACION PESCA DE INVESTIGACIÓN

RESOLUCIÓN Nº3499 exenta

Subsecretaría de Pesca 19 de octubre de 2009 Diario Oficial N°39.507, del 10 de noviembre de 2009

AUTORIZA A LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACION QUE INDICA

- 1.- Autorízase a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, R.U.T. N°81.669.200-8, domiciliada en Avenida Brasil N°2950, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto FIP 2008-25 denominado "Implementación de Ventanas de Escape en Trampas de Langosta y Cangrejo Dorado en el Archipiélago de Juan Fernández", elaborados por la peticionaria y aprobados por el Fondo Investigación Pesquera y por esta Subsecretaría de Pesca.
- 2.- El objetivo general de la pesca de investigación consiste en diseñar, probar y transferir dispositivos de escape en trampas para la captura de langosta de Juan Fernández y el cangrejo dorado.
- 3.- La pesca de investigación se efectuará en el área marítima correspondiente al Archipiélago de Juan Fernández, entre la fecha de la presente resolución y el 15 de mayo de 2010, ambas fechas inclusive.
- 4.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, la peticionaria podrá capturar y manipular para fines de muestreo, el número máximo de los recursos hidrobiológicos que se indica:
 - a) 1030 ejemplares de Langosta Jasus frontalis, machos, hembras y hembras con huevos, por sobre y bajo de la talla mínima de extracción legal, los que deberán ser devueltos en el mismo lugar de la captura y en buenas condiciones. No obstante lo anterior, podrán ser desembarcados los ejemplares que cumplan normativa pesquera, los que deberán ser declarados por el armador de la embarcación utilizada en el muestreo.
 - b) 560 ejemplares de Cangrejo dorado *Chaceon chilensis*, machos, hembras y hembras con huevos, los que podrán ser desembarcados y deberán ser declarados por el armador de la embarcación utilizada en el muestreo.
- 5.- La peticionaria deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca correspondiente, las embarcaciones utilizadas para realizar las labores de investigación, la fecha y duración de las actividades de muestreo y la identificación del personal asignado a su ejecución.
- 6.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.
- 7.- La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102, del D.S. N°430, de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, al Vicerrector de dicha Casa de Estudios, don Claudio Elortegui Raffo, domiciliado en Avenida Brasil N°2950, Valparaíso.

- 8.- La presente Resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta de la interesada, dentro del plazo de 30 hábiles días contados desde su fecha.
- 9.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente Resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N°461 de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura.
- 10.- La presente Resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.
- 11.- El Servicio Nacional de Pesca deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente Resolución.
- 12.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N°19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.
- 13.- Transcríbase copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y al Servicio Nacional de Pesca.

Cronograma mensual de asignación de labores del equipo de trabajo Proyecto FIP №2008-25

		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
PARTICIPANTE	Institución	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Total
Investigadores - Profesionales	-											
Patricio Arana Espina	PUCV	50	40	40	40	40	40	40	40	30		360
Guillermo Martínez González	PUCV					10	10	10	10	20		60
Dante Queirolo Palma	PUCV	10	10	30	30	40	30	10				160
Juan Carlos Orellana Torres	PUCV	90	90	70	60	50	50	50	40	30		530
Alvaro De Caso Opazo	PUCV	40	40	40	60	50	60	50	30	30		400
Mauricio Ibarra Monsalva	PUCV	35	30	30	25	25	20	25	10	5		205
Total	ı	225	210	210	215	215	210	185	130	115	0	1715
Carmen Luz Fernández Romero	PUCV			30	30	30	30	20	10			150
Carmen Luz Fernández Romero Francisco Gallardo Pastén	PUCV PUCV			30	30 100	30 100	30 65	20	10			150 265
		160	160	30 130				20	10			
Francisco Gallardo Pastén	PUCV PUCV	160	160					20 20	10 10			265
Francisco Gallardo Pastén Pedro Miranda Barraza	PUCV PUCV	160	160	130	100	100	65		-			265 450
Francisco Gallardo Pastén Pedro Miranda Barraza Total	PUCV PUCV	160	160	130	100	100	65		-			265 450
Francisco Gallardo Pastén Pedro Miranda Barraza Total Personal de apoyo	PUCV PUCV	160		130 160	100	100	65 95	20	10			265 450 865
Francisco Gallardo Pastén Pedro Miranda Barraza Total Personal de apoyo Esmeralda Arredondo Araya	PUCV PUCV	160	40	130 160	100 130	100 130	95 30	20	10			265 450 865
Francisco Gallardo Pastén Pedro Miranda Barraza Total Personal de apoyo Esmeralda Arredondo Araya Teresa Chaparro Vargas	PUCV PUCV PUCV Isla	160	40 20	130 160 40 20	100 130 40 20	100 130 30 20	95 30	20	10			265 450 865 230 130

COMPOSICION DEL EQUIPO DE TRABAJO

Proyecto FIP № 2008-25: "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández"

Investigadores - Profesionales

NOMBRE	TITULO/GRADO ACADEMICO	INSTITUCION	CAMPO DE TRABAJO	CARGO PROYECTO
Patricio Arana Espina	Ingeniero (E) Pesca (PUCV), M.Sc. Oceanogr. Programa de Manejo de Recursos Marinos (OSU, USA)	PUCV	Evaluación directa / Coordinación general	Investigador Responsable
Guillermo Martínez González	Ingeniero Pesquero (PUCV)	PUCV	Evaluación de recursos pesqueros Tecnología Pesquera	Investigador
Dante Queirolo Palma	Ingeniero Pesquero (PUCV)	PUCV	Tecnología Pesquera	Investigador
Juan Carlos Orellana Torres	Ingeniero Pesquero (PUCV)	PUCV	Evaluación de recursos pesqueros	Investigador
Alvaro de Caso Opazo	Ingeniero Pesquero (PUCV), Egresado en proceso de titulación	PUCV	Evaluación de recursos pesqueros	Investigador
Mauricio Ibarra Monsalva	Ingeniero Pesquero (PUCV), Egresado en proceso de titulación	PUCV	Evaluación de recursos pesqueros	Investigador

Colaboradores y personal técnico

NOMBRE	TITULO/GRADO ACADEMICO	INSTITUCION	CARGO PROYECTO
Carmen Luz Fernández Romero	Ingeniero Informático (UTFSM) / Magister en tecnología de la Información (UTFSM)	PUCV	Programación
Francisco Gallardo Pastén	Buzo y Técnico	PUCV	Técnico embarcado
Pedro Miranda Barraza	Técnico	PUCV	Técnico embarcado
Esmeralda Arredondo Araya	Secretaria	PUCV	Digitación información
Teresa Chaparro Vargas	Secretaria	PUCV	Digitación información
Muestreadores (4)		Isla Robinson Crusoe	Muestreos biológico-pesqueros

ASIGNACION DE LABORES

Proyecto FIP Nº 2008-25

Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández

Nombre	Actividad
Patricio Arana Espina	Dirección general del proyecto Estimación de curvas selectivas Análisis morfométricos Análisis integral de los resultados del proyecto Elaboración de informes
Guillermo Martínez González	Análisis integral de los resultados del proyecto Presentación Taller de Difusión
Dante Queirolo Palma	Asistencia técnica en construcción de prototipos de escape Experiencias de mortalidad Filmaciones submarinas Elaboración de informes
Juan Carlos Orellana Torres	Coordinación operacional del proyecto Estimación de curvas selectivas Análisis integral de los resultados del proyecto Confección ficha técnica Elaboración de informes
Alvaro De Caso Opazo	Análisis morfométricos Análisis integral de los resultados del proyecto Participación en filmaciones submarinas Elaboración de informes
Mauricio Ibarra Monsalva	Análisis de la información Elaboración de informes
Carmen Luz Fernández Romero	Asistencia computacional en programas empleados en el análisis de datos

Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico por actividad y objetivo específico

FIP 2008-25: Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández

			0	bjetivo 1				0	bjetivo 2		
	Institución		Acti	ividad				Activ	vidad		
		Puesta en	Recopilación	Análisis	Elaboración	Total	Puesta en	Recopilación	Análisis	Elaboración	Total
		marcha	de datos	de datos	de informes		marcha	de datos	de datos	de informes	
Investigadores - Profesionales											
Patricio Arana Espina	PUCV	30	20	20	20	90	40		40	20	100
Guillermo Martínez González	PUCV					0					0
Dante Queirolo Palma	PUCV			10	10	20	10	10	30	10	60
Juan Carlos Orellana Torres	PUCV	30	60	30	30	150	20	60	55	35	170
Alvaro De Caso Opazo	PUCV	10	30	20	20	80	30	60	30	20	140
Mauricio Ibarra Monsalve	PUCV			40		40	25		50	20	95
Total		70	110	120	80	380	125	130	205	105	565
Colaboradores y Técnicos											
Carmen Luz Fernández Romero	PUCV		10	35		45			50		50
Francisco Gallardo Pastén	PUCV		20			20		100			100
Pedro Miranda Barraza	PUCV		150			150		150			150
Esmeralda Arredondo Araya	PUCV		50			50		85			85
Teresa Chaparro Vargas	PUCV		30			30		50			50
Muestreadores (4)	Isla		100			100		300			300
Total		0	360	35	0	395	0	685	50	0	735
·							-				
TOTAL GENERAL OBJETIVO		70	470	155	80	775	125	815	255	105	1300

			C	bjetivo 3				0	bjetivo 4			
	Institución		Act	ividad				Activ	/idad			Total
		Puesta en	Recopilación	Análisis de	Elaboración	Total	Puesta en	Recopilación	Análisis	Elaboración	Total	proyecto
	marcha de d		de datos	datos	de informes		marcha	de datos	de datos	de informes		proyecto
Investigadores - Profesionales												
Patricio Arana Espina	PUCV	30		30	20	80	30		40	20	90	360
Guillermo Martínez González	PUCV				20	20	10		20	10	40	60
Dante Queirolo Palma	PUCV	20	10	30	20	80					0	160
Juan Carlos Orellana Torres	PUCV	30	60	30	30	150	40		10	10	60	530
Alvaro De Caso Opazo	PUCV	20	60	25	15	120	40		10	10	60	400
Mauricio Ibarra Monsalve	PUCV	10		25	15	50	10		5	5	20	205
Total						500	130	0	85	55	270	1715
Colaboradores y Técnicos												
Carmen Luz Fernández Romero	PUCV		20	25		45	10				10	150
Francisco Gallardo Pastén	PUCV		145			145					0	265
Pedro Miranda Barraza	PUCV		150			150					0	450
Esmeralda Arredondo Araya	PUCV		95			95					0	230
Teresa Chaparro Vargas	PUCV		50			50		1			0	130
Muestreadores (4)	Isla		300			300					0	700
Total		0	760	25	0	785	10	0	0	0	10	1925
<u> </u>												
TOTAL GENERAL OBJETIVO		0	760	25	0	1285	140	0	85	55	280	3640

Personal participante en el monitoreo de los recursos langosta y cangrejo en el Archipiélago de Juan Fernández Proyecto FIP 2008-25

Mes				Oct	ubre						N	Novie	embr	е						Dicie	mbr	9						En	ero					Febrero						
Participantes	Juan Carlos Orellana Torres	Alvaro De Caso Opazo	Francisco Gallardo Pastén	Pedro Miranda Barraza	Alesandra Contreras Rivadeneira	Juana Bertullo Martínez	Aldo Recabarren López	Elías Chamorro Serón	Juan Carlos Orellana Torres	Alvaro De Caso Opazo	Francisco Gallardo Pastén	Pedro Miranda Barraza	Alesandra Contreras Rivadeneira	Juana Bertullo Martínez	Aldo Recabarren López	Elías Chamorro Serón	Juan Carlos Orellana Torres	Alvaro De Caso Opazo	Francisco Gallardo Pastén	Pedro Miranda Barraza	Alesandra Contreras Rivadeneira	Juana Bertullo Martínez	Aldo Recabarren López	Elías Chamorro Serón	Juan Carlos Orellana Torres	Alvaro De Caso Opazo	Francisco Gallardo Pastén	Pedro Miranda Barraza	Alesandra Contreras Rivadeneira	Juana Bertullo Martínez	Aldo Recabarren López	Elías Chamorro Serón	Juan Carlos Orellana Torres	Alvaro De Caso Opazo	Francis⇔ Gallardo Pastén	Pedro Miranda Barraza	Alesandra Contreras Rivadeneira	Juana Bertullo Martínez	Aldo Recabarren López	Elías Chamono Serón
1																																		Х					Х	
2									Х			Х	Х							Х	х	Х									Х				х				Ш	Ш
3									Х												х												Х	х					Х	Ш
4													Х																Х						Х		Х		ш	
5						Ь.		<u> </u>	Х																	lacksquare											х		ш	Ш
6																									Х		Х		Х		Х								ш	
7																					Х	Х	Х				Х												igsquare	ш
8	Х																								Х				Х		Х			Х			Х		$oxed{oxed}$	Ш
9				Х					Х			Х	Х									Х	Х										Х		Х		Х			
10	Х																Х			Х	Х			Х										Х					ш	$ldsymbol{\sqcup}$
11												Х								Х	Х	Х					Х		Х		Х								ш	Ш
12	Х			Х					Х																	Х							Х	Х					$oxed{oxed}$	
13									Х				Х																Х											
14												Х								Х	Х	Х		Х																
15				Х																	Х		Х																Х	
16	Х											Х	Х	Х								Х				Х					Х		Х	Х						ш
17	Х			Х																													Х						Х	ш
18																					Х	Х	Х		Х		Х		Х		Х				Х					
19	Х			Х								Х	Х	Х												Х			Х				Х	Х					Х	ш
20									Х				Х																Х						Х				Ш	Ш
21	Х			Х	Х							Х									х		Х																Ш	Ш
22																					х			Х											Х				Ш	Ш
23																							Х																Ш	
24	Х			Х	Х								Х	Х							Х	Х											Х						Ш	Ш
25												Х	Х																						х				Ш	Ш
26				Х	Х									Х								Х	Х																Ш	Ш
27				Х					Х			Х													Х		Х				Х								Ш	Ш
28					Х																Х		Х		Х		Х												Ш	
29	Х			Х																	х				Х				Х		Х								Ш	Ш
30	Х			Х								Х	Х	Х				Х					Х	Х			Х												Ш	Ш
31																					Х																			

Valparaíso, 29 de diciembre de 2009 ECM Nº315/2009

Sr. Rubén Pinochet P. Secretario Ejecutivo Consejo de Investigación Pesquera Bellavista 168, Piso 21 Valparaíso

Estimado Sr. Pinochet:

Me es grato dar respuesta a su solicitud de información complementaria a nuestra solicitud de oficializar el cambio de personal participante en el proyecto: "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el archipiélago de Juan Fernández" (Proyecto FIP 2008-25), efectuada la semana recién pasada (ECM N°312/2009):

Personal incluido en la propuesta original

Reemplazante en el proyecto en desarrollo

Mauricio Ahumada Escobar Ingeniero Pesquero (actualmente en TECPES) Juan Carlos Orellana Torres Ingeniero Pesquero

Aurora Guerrero Correa Ingeniero Pesquero (actualmente en la SUBPESCA) Álvaro De Caso Opazo Ingeniero Pesquero (e)

Pedro Apablaza Bastías Oceanógrafo (actualmente becado en España) Mauricio Ibarra Monsalva Ingeniero Pesquero (e)

Adjunto le hago llegar la nueva composición del equipo de trabajo, la asignación de labores y la *Curricula* de los nuevos integrantes.

Sin otro particular, le saluda muy atentamente,

Guillermo Martínez González Director Escuela de Ciencias del Mar

cc: P. Arana archivo incl.: lo indicado

REPÚBLICA DE CHILE Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción SUBSECRETARIA DE PESCA FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

Valparaíso, 3 de junio del 2009.-

Carta FIP Nº 486

Señor Patricio Arana Jefe de Proyecto Pontificia Universidad Católica de Valparaíso VALPARAISO

De mi consideración:

Adjunto envío a Ud. Decreto Exento Nº 818 del 18/05/09, el cual modifica el contrato del proyecto FIP 2008-25: "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipiélago de Juan Fernández".

De acuerdo a lo anterior, las nuevas fechas que rigen para el contrato son las

siguientes:

Informe de avance
 Pre-informe final
 Informe final
 05/03/2010
 05/07/2010
 05/10/2010

Saluda atentamente a Ud.,

RUBEN PINOCHET POLLASTRI Secretario Ejecutivo Consejo de Investigación Pesquera Bellavista 168 Piso 21, Of. 2103 Valparaíso

Fono: (32) 2502842

Fax: (32) 2502840

fip@subpesca.cl www.fip.cl



RPP/pss.



DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TALLAS "Implementación de ventanas de escape en trampas de langosta y cangrejo dorado en el Archipielago de Juan Fernández"



Departar Pontifici								Pontificia Un	nto de Recursos Bentodemersales Iniversidad Católica de Valparaíso	
Fecha	:		-		Bote:			Ficha N°:		
Especie objetivo: Langosta de Juan Fernández Cangrejo dorado										
Observaciones:										
N°	Zona / Latitud	Longitud	Brofundidad (m)	Tiempo reposo (días)	Tipo dispositivo	Estado dispositivo	Sexo	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
N	Zona / Lautuu	Longitud	Profundidad (III)	Trempo reposo (dias)	Tipo dispositivo	Estado dispositivo	Sexu	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Alto (IIIII)
1										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
0										
1										
2										
3										
5										
6										
7										
8										
9										
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
9										
0										
	Sexo: M: Ma	acho H: Hembro	HH: Hembra con bus	evos	1	Dispositivos langosta: Dispositivos cangrejo:				1
	Estado del dispositivo: 1 : En buen estado 2 : Con deformación					Dispositivo 1 Dispositivo 2 Dispositivo 3	Dispositivo 1 80 mm Dispositivo 1 105 mm Dispositivo 2 85 mm Dispositivo 2 110 mm			
		3 : Con d 4 : Con ro	esgaste otura especificar)			Muestreador:	Muestreador:			